



Informe Número

1496087

Original



**EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE RECAMBIO REALIZADOS
EN LA ZONA SATURADA DE COYHAIQUE**

ID Licitación: 608897-1-LE18

Estudio solicitado por Subsecretaría del Medio Ambiente

INFORME FINAL

Santiago, 25 de Septiembre de 2018

Título del Proyecto

Evaluación de los programas de recambio realizados en la zona saturada de Coyhaique

Autores:

Jefe de proyecto: Luis Abdón Cifuentes

Ingeniero de proyecto: José Miguel Valdés, María Teresa Alarcón, Camila Vega Contreras

Dictuc S.A.

Vicuña Mackenna N° 4860, Macul – Santiago

Datos Mandante

Razón Social:
Subsecretaría del Medio Ambiente

RUT : 61.979.930-5

Dirección: San Martín 73, Santiago

Cuerpo del informe

166 hojas (incluye portada)

Fecha del informe

25/septiembre/2018

Información Contractual

Correlativo Contrato: 2239

OC N°: 608897-75-SE18

Contraparte técnica

Nombre: Patricio Quinteros

Cargo: Profesional de Calefacción
Sustentable, SEREMI Aysén

E-mail: pquinteros@mma.gob.cl

Resumen

El objetivo es evaluar el impacto de los programas de recambio de calefactores realizados en la zona saturada de Coyhaique, estimando la reducción de emisiones de esta medida.

Sr. Luis Cifuentes

Director GreenLab

Dictuc S.A.

Sr. Felipe Bahamondes

Gerente General

Dictuc S.A.

Tabla de Contenidos

1. Antecedentes.....	1
2. Objetivos del estudio	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
2.3 Alcance del presente informe	3
3. Cuantificación del impacto de los programas de recambio	4
3.1 Revisión bibliográfica	4
3.1.1 <i>Inventarios de contaminantes locales.....</i>	<i>4</i>
3.1.2 <i>Estudios específicos de la leña y sus emisiones</i>	<i>14</i>
3.1.3 <i>Estudios de consumo de leña en Coyhaique.....</i>	<i>15</i>
3.2 Georreferenciar instalaciones	21
3.3 Reducción de emisiones.....	24
3.3.1 <i>Fase 1: Reducción de emisiones con supuestos de literatura.....</i>	<i>24</i>
3.3.2 <i>Fase 2: Reducción de supuestos con supuestos revisados según resultados de encuesta.....</i>	<i>32</i>
3.3.3 <i>Fase 3: Estimación simplificada de cambio en la concentración.....</i>	<i>37</i>
4. Análisis comparativo de la implementación del programa.....	47
4.1 Comparación con experiencias en otras regiones	47
4.2 Recomendaciones y propuestas de mejoras.....	59
5. Encuesta a beneficiarios	63
5.1 Diseño de encuesta.....	63
5.2 Protocolos de selección de muestra y de aplicación	65
5.2.1 <i>Protocolo de selección de muestra</i>	<i>65</i>
5.2.2 <i>Protocolo de aplicación de la encuesta.....</i>	<i>67</i>
5.3 Desarrollo de pretest	69
6. Aplicación de encuesta	71
6.1 Validación datos y caracterización de los encuestados	71
6.2 Caracterización de habitantes y vivienda.....	74
6.3 Forma de calefacción antes y después del recambio	78
6.4 Desempeño antes y después del recambio.....	81

6.5	Operación del calefactor	89
6.6	Beneficios del recambio	90
6.7	Evaluación del proceso del recambio	99
6.8	Disposición a copago.....	102
7.	Conclusiones	106
8.	Bibliografía.....	112
9.	Anexos	115
9.1	Minutas de reuniones con programas de recambio regionales.....	115
9.1.1	<i>Programa de Recambio de Calefactores Región de O'Higgins.....</i>	<i>115</i>
9.1.2	<i>Programa de Recambio de Calefactores Región del Maule.....</i>	<i>118</i>
9.1.3	<i>Programa de Recambio de Calefactores Región de la Araucanía</i>	<i>122</i>
9.2	Información adicional programas de recambio	125
9.3	Diseño preliminar encuesta (versión enviada a programación)	127
9.4	Análisis de pretest, Adimark.....	146
9.5	Diseño final encuesta (versión enviada a programación)	149

Lista de Tablas

Tabla 1-1 Estado de la calidad del aire en Coyhaique.....	1
Tabla 1-2 Recambios realizados en el periodo 2015-2017	2
Tabla 3-1 Estudios de Elaboración de Inventario disponibles y analizados por el consultor	4
Tabla 3-2 Estimación de emisiones de MP2.5 en distintos inventarios del país [ton/año]	7
Tabla 3-3 Estimación de emisiones de MP10 en distintos inventarios del país [ton/año]	8
Tabla 3-4 Factores de emisión recomendados en Inventario de Temuco y PLC año base 2005 ..	13
Tabla 3-5 Factores de Emisión de MP10 para combustión residencial a leña [gr/kg de leña]	13
Tabla 3-6 Factores de Emisión de MP2.5* para combustión residencial a leña [gr/kg de leña] ..	13
Tabla 3-7 Distribución de propiedad de equipos combustión a leña	18
Tabla 3-8 Emisiones de artefactos de combustión de leña en Coyhaique, año base 2008	19
Tabla 3-9 Distribución del año de construcción de la vivienda	20
Tabla 3-10 Base de datos de beneficiarios 2016 - 2017 y número de datos georreferenciados ..	21
Tabla 3-11 Artefactos salida y equipos por combustible recambiados [n° unidades]	25
Tabla 3-12 Supuestos para estimación de requerimientos de combustible.....	26
Tabla 3-13 Demanda bruta de calor y su potencia promedio equivalente	27
Tabla 3-14 Factores de Emisión de MP2.5* para combustión residencial a leña [gr/kg de leña]	27
Tabla 3-15 Parámetros utilizados para la estimación del factor de emisión anual promedio	28
Tabla 3-16 Emisiones anuales de material particulado para artefactos a leña	28
Tabla 3-17 Emisiones anuales de material particulado equipos recambiados	29
Tabla 3-18 Reducción de artefactos recambiados por año [ton/año].....	29
Tabla 3-19 Reducción según recambio de artefacto de salida y combustible de equipo de entrada [kgMP10/año], según recambios por año	31
Tabla 3-20 Reducción según recambio de artefacto de salida y equipo de entrada [kgMP10/año], según recambios por año	31
Tabla 3-21 Caracterización de la información que se obtuvo a partir de la encuesta aplicada ...	33
Tabla 3-22 Supuestos para estimación reducción de emisiones.....	34
Tabla 3-23 Costo promedio por combustible	34
Tabla 3-24 Reducción de emisiones anuales, por vivienda.....	35
Tabla 3-25 Reducción de emisiones totales asociadas al programa de recambio	35
Tabla 3-26 Comparación de la estimación de reducción de emisiones por artefactos recambiados por año [kg].....	37
Tabla 3-27 Datos utilizados para modelo estadístico	38
Tabla 3-28 Ejemplo de estimación de “T15” a partir de “Temperatura”	42
Tabla 3-29 Modelo 1: Concentración MP10 Coyhaique I	43
Tabla 3-30 Modelo 2: Concentración MP10 Coyhaique I	43
Tabla 3-31 Modelo 3: Concentración MP10 Coyhaique II	43
Tabla 3-32: Correlación entre las variables utilizadas en Modelo 1 y Modelo 2	43
Tabla 3-33: Correlación entre variables utilizadas en Modelo 3	43
Tabla 3-34: Promedio anual de concentraciones MP10 según modelo 1	45

Tabla 3-35: Promedio anual de concentraciones MP10 según modelo 2	45
Tabla 3-36 Promedio anual de concentraciones MP10 según modelo 3	46
Tabla 4-1 Recambios históricos efectuados por los programas	48
Tabla 4-2 Comparación de los programas de recambio de calefactores.....	49
Tabla 4-3 Consultoras de apoyo para cada PRC para el 2017	53
Tabla 4-4 Costos operativos de los PRC Regionales	53
Tabla 4-5 Costo de equipos, instalación y empresas de instalación para los recambios del 2017	54
Tabla 4-6 Procesos de Postulación PRC Coyhaique	55
Tabla 4-7 Rango de costo de equipos según tecnología para los PRC Regionales el 2017.....	57
Tabla 5-1 Número de recambios en la Base de Datos por año y combustible	66
Tabla 5-2 Encuestas a realizar por tipo de combustible y su error muestral asociado	67
Tabla 5-3 Resultados pretest.....	70
Tabla 6-1 Número de recambios de calefactor según combustible y año.....	71
Tabla 6-2 Número de encuestados según grupo etario y sexo	72
Tabla 6-3 Mejoras térmicas en las viviendas [número de viviendas].....	78
Tabla 6-4 Caracterización del proceso de compra antes y después del recambio	80
Tabla 6-5 Horas diarias de uso en un mes promedio	82
Tabla 6-6 Horas diarias de uso en el mes más frío	82
Tabla 6-7 Monto pagado por leña antes y después del recambio [CLP/año]	87
Tabla 6-8 Gasto promedio por vivienda según combustible antes y después del recambio [CLP/vivienda].....	88
Tabla 6-9 Gasto promedio por combustible antes del recambio [CLP/vivienda]	88
Tabla 6-10 Gasto promedio por combustible después del recambio [CLP/vivienda]	88
Tabla 6-11 Razón para escoger el nuevo calefactor	89
Tabla 6-12 Confort térmico percibido, según combustible	91
Tabla 6-13 Valoración del nuevo calefactor	95
Tabla 6-14 “Con respecto al antiguo, este calefactor es más fácil de usar”	95
Tabla 6-15 “Ahora es más fácil que antes conseguir combustible”	95
Tabla 6-16 Comparando con el antiguo aparato, este calefactor mantiene mejor la temperatura en toda la casa	96
Tabla 6-17 Disminución síntomas por grupo etario	98
Tabla 6-18 Respuestas de evaluación diferentes aspectos [número encuestados].....	99
Tabla 6-19 Evaluación promedio por tipo de combustible	99
Tabla 6-20 Principal motivo para calificación mala (1 al 3) por combustible	100
Tabla 6-21 Principal motivo para calificación media (4 al 5) por combustible	100
Tabla 6-22 Principal motivo para calificación alta (6 al 7) por combustible	100
Tabla 6-23 Razones de arrepentimiento por tipo de combustible.....	105
Tabla 7-1 Comparación de la estimación de reducción de emisiones por artefactos recambiados por año [kg/año]	106
Tabla 7-2 Respuestas de evaluación diferentes aspectos [número encuestados].....	110
Tabla 9-1 Recambios en la región de O’Higgins	125

Tabla 9-2 Procesos de postulación PRC O’Higgins.....	126
Tabla 9-3 Costo equipo e instalación PRC O’Higgins	126
Tabla 9-4 Recambios realizados en la región de la Araucanía	127
Tabla 9-5 Modelos, empresas y beneficiarios según tecnología para el PRC de la región de la Araucanía el 2017	127

Lista de Figuras

Figura 3-1 Emisiones de MP2.5 por región y tipo de fuente, año 2011	11
Figura 3-2 Ratio Emisiones MP2.5/MP10.....	12
Figura 3-3 Consumo de leña en sector CPR [Tcal/año].....	17
Figura 3-4 Leyenda del mapa de georreferenciación de recambios	22
Figura 3-5 Mapa de georreferenciación de beneficiarios del programa de recambio 2016 y 2017	23
Figura 3-6 Reducción de emisiones de MP10 por combustible de equipo recambiado [kg/año]	30
Figura 3-7 Reducción de MP10 por artefactos de salida [kg/año]	30
Figura 3-8 Reducción hipotética [ton/año] si todos los recambios fueran hacia un solo una tecnología	32
Figura 3-9 Reducción de emisiones de MP10 por combustible de recambio (kg)	36
Figura 3-10 Reducción de emisiones de MP2.5 por combustible de recambio (kg)	36
Figura 3-11 Descripción de datos para Coyhaique I	39
Figura 3-12 Descripción de datos para Coyhaique II	40
Figura 3-13 Descripción de datos para Coyhaique (Escuela Agrícola).....	41
Figura 3-14: Comparación entre datos de concentración mensuales reales y estimados por el Modelo 1	44
Figura 3-15: Comparación entre datos de concentración mensuales reales y estimados por el Modelo 2	45
Figura 3-16 Comparación entre datos de concentración mensuales reales y estimados por el Modelo 3	46
Figura 4-1 Copagos por Región para el 2017.....	57
Figura 4-2 Inversión vs número de recambios para los PRC Regionales (2017)	58
Figura 4-3 Tecnologías por PRC para el 2017	61
Figura 6-1 ¿El encuestado respondió solo la encuesta o requirió asistencia de otro miembro de la vivienda?.....	72
Figura 6-2 Nivel de estudios del jefe de hogar	73
Figura 6-3 Nivel socioeconómico de las viviendas encuestadas	74
Figura 6-4 Número de habitantes por vivienda.....	75
Figura 6-5 Viviendas clasificadas según cantidades grupo etario [número de viviendas]	76
Figura 6-6 Año de construcción de la vivienda.....	77
Figura 6-7 Proceso de corrección de la variable.....	78
Figura 6-8 Caracterización por combustible de los calefactores antes y después del recambio..	79

Figura 6-9 Tipo de leña comprada antes del recambio80

Figura 6-10 Tipo de leña comprada después del recambio81

Figura 6-11 Promedio horas de uso diarias, antes y después del recambio82

Figura 6-12 Cambios horas de uso antes y después del recambio, para el mes más frío y el mes promedio83

Figura 6-13 Razones para escoger el nuevo calefactor89

Figura 6-14 Razones del fallo del nuevo calefactor90

Figura 6-15 Sensación térmica después del recambio.....91

Figura 6-16 Sensación térmica durante la noche, de acuerdo a las mejoras térmicas realizadas en la vivienda.....92

Figura 6-17 Sensación térmica durante el día, de acuerdo a las mejoras térmicas realizadas en la vivienda93

Figura 6-18 Gasto en electricidad después del recambio94

Figura 6-19 Beneficios del recambio (pregunta abierta)97

Figura 6-20 Beneficios del recambio en viviendas con y sin grupo de riesgo.....98

Figura 6-21 ¿A quién comunicó el problema de instalación?101

Figura 6-22 ¿El problema fue solucionado?102

Figura 6-23 Distribución de resultados de “¿Habría participado en el programa si el copago hubiera sido de ...”103

Figura 6-24 Curva acumulada de disposición a pago según GSE.....104

1. Antecedentes

Coyhaique se encuentra declarado como zona saturada para material particulado MP10 y MP2.5, de acuerdo a lo observable en la Tabla 1-1. De acuerdo al inventario de emisiones del año 2009, el 94% de la contribución de emisiones al MP10 corresponde al sector residencial, lo cual respondería al uso masivo de leña para calefacción y cocción de alimentos (EnviroModeling, 2009b).

Tabla 1-1 Estado de la calidad del aire en Coyhaique

Zona	Estado	Norma	Decreto
Coyhaique, XI Región de Aisén	Saturada	MP10 diario	Decreto 33/2012 (MMA, 2012)
	Saturada	MP10 anual	
	Saturada	MP2,5 24 horas	Decreto 15/2016 (MMA, 2016a)

Fuente: Elaboración propia en base a decretos

Por esta razón en marzo de 2016 se publica el Decreto 46 (MMA, 2016b) el cual establece el Plan de Descontaminación Atmosférica para Coyhaique y su zona circundante para MP10. Una de las medidas del Plan, es el Programa Voluntario de Recambio de Calefactores a Leña, el cual es ejecutado por la SEREMI del Medio Ambiente de la Región de Aysén. De acuerdo al PDA el plan contempla el recambio de al menos 10 mil calefactores y/o cocinas a leña, en 10 años. De estos, al menos 5 mil recambios serán por sistemas con combustibles diferentes a la leña.

El objetivo del PRC es la reducción de las emisiones atmosféricas y de las emisiones del tipo intradomiciliarias. Esto sobre la base de una estrategia que busca promover una calefacción sustentable, considerando la economía local en torno a la leña, el arraigo cultural en el uso de calefacción tradicional y el problema social asociado a los costos de calefacción (MMA, 2016c).

El año 2015 fueron aprobados fondos del Gobierno Regional para un recambio masivo en Coyhaique. Dicho programa se encuentra en plena implementación y a la fecha se tienen los siguientes avances que muestra la siguiente tabla.

Tabla 1-2 Recambios realizados en el periodo 2015-2017

PDA COYHAIQUE	AÑO	LEÑA	PARAFINA	PELLET	GAS	Total
	2015 MMA	182	122	0		304
	2016 PRC (I Semestre) / FNDR	500	390	35		925
	2016 Vivienda en altura / FNDR		50			50
	2016 PRC (II Semestre) / FNDR		500			500
	2016 Municipalidad Coyhaique			60 ^a		60
	2017 PRC / FNDR		602	717	28	1347
	Total	682	1664	752	28	3186

^a Estos equipos fueron recambiados en las dependencias de la Municipalidad de Coyhaique por lo cual no son incluidos en los análisis posteriores.

Fuente: Bases técnicas de la licitación

En este sentido, se hace necesario evaluar la implementación del programa para estimar y cuantificar la disminución de emisiones producto del reemplazo de los artefactos a leña por sistemas de calefacción de bajas emisiones.

2. Objetivos del estudio

De acuerdo a las bases técnicas, los objetivos del estudio son:

2.1 Objetivo general

Evaluar el impacto de los programas de recambio de calefactores realizados en la zona saturada de Coyhaique, estimando la reducción de emisiones de esta medida.

2.2 Objetivos específicos

- a) Cuantificar el impacto de los programas de recambio de calefactores respecto de la reducción de emisiones en la zona saturada de Coyhaique.
- b) Analizar la operatividad de la implementación del programa.
- c) Realizar una encuesta representativa a los beneficiarios del programa de recambio de calefactores a leña y analizar sus datos.

2.3 Alcance del presente informe

El presente informe presenta el desarrollo de todas las actividades requeridas para el cumplimiento del objetivo general y objetivos específicos de la presente consultoría.

Esto incluye las siguientes actividades

- Revisión bibliográfica (Sección 3.1)
- Georreferenciación de beneficiarios (Sección 3.2)
- Estimación de la reducción de emisiones (Sección 3.3)
- Análisis comparativo con otros programas de recambio (Sección 4.1)
- Diseño, testeo y aplicación de encuesta (Sección 5)
- Análisis de resultados de la encuesta y de la disposición a copago (Sección 6)
- Actualización de la estimación de reducción de emisiones según los resultados de la encuesta (Sección 3.3.2)

En las secciones a continuación se desarrolla cada actividad en detalle.

3. Cuantificación del impacto de los programas de recambio

En el presente capítulo se busca cuantificar el impacto de los programas de recambio de calefactores en la zona saturada de Coyhaique con el interés de estimar la reducción de las emisiones y generar información de forma detallada.

En el presente informe, la cuantificación se basa en la bibliografía nacional disponible vinculada a la estimación de las emisiones de los calefactores a leña, tanto en lo que corresponde a sus factores de emisión y su nivel de actividad. El levantamiento de información bibliográfica se presenta en la Sección 3.1, mientras los resultados de la estimación, así como lo supuestos utilizados en la modelación se presentan en la Sección 3.3. Por su parte, en la Sección 3.2 se presenta el resultado del proceso de georreferenciación de las viviendas beneficiarias del recambio.

Cabe destacar que los resultados de la presente actividad dependen fuertemente de la calidad de la información base de los recambios, reunida y entregada por la contraparte durante los tiempos del estudio. Esta información no ha sido validada en terreno por el consultor.

3.1 Revisión bibliográfica

Las emisiones de calefactores a leña han sido históricamente una de las principales fuentes de emisión de material particulado en la zona centro-sur del país, es por esta razón que se han desarrollado múltiples investigaciones respecto a las emisiones de estos equipos. Sin embargo, se destaca que los estudios han llegado a resultados dispares, tanto en los supuestos de operación, el nivel de consumo y los factores de emisión a utilizar.

Para facilitar la comprensión de los resultados de la revisión bibliográfica, esta ha sido sistematizada en tres subsecciones:

- Sección 3.1.1 Inventarios de contaminantes locales
- Sección 3.1.2 Estudios específicos de las emisiones de artefactos a leña
- Sección 3.1.3 Estudios de consumo de leña en la región

3.1.1 Inventarios de contaminantes locales

La reducción de la exposición a contaminantes de la población es una de las prioridades ambientales del país. En este marco, Chile cuenta con una amplia historia de estudios al respecto, lo que ha resultado en la generación de múltiples inventarios de emisiones. En la Tabla 3-1 se presentan alguno de los inventarios que se han desarrollado en el país.

Tabla 3-1 Estudios de Elaboración de Inventario disponibles y analizados por el consultor

Ciudad	Título	Referencia
Andacollo	Diagnóstico de calidad de aire y medidas de descontaminación, Andacollo	(Centro Nacional del Medio Ambiente, 2011)

Ciudad	Título	Referencia
Calama	Análisis de la calidad del aire para MP10 en Calama	(DICTUC, 2008b)
Chillán y Chillan Viejo	Inventario de emisiones atmosféricas para las ciudades de Chillán y Los Ángeles	(Universidad Católica de Temuco, 2009b)
Concepción	Actualización del inventario de emisiones atmosféricas de Concepción Metropolitano, año base 2013	(SICAM, 2015b)
	Actualización del inventario de emisiones atmosféricas para Concepción Metropolitano	(Universidad Católica de Temuco, 2009a)
Coyhaique	Análisis de emisiones atmosféricas en Coyhaique	(EnviroModeling, 2009b)
Curicó - Teno	Inventario de emisiones atmosféricas y modelación de contaminantes de las comunas de Curicó, Teno, romeral, rauco, sagrada familia y molina, año base 2014	(SISTAM Ingeniería, 2016)
Huasco	INFORME FINAL “Antecedentes para Elaborar el Plan de Prevención de la Localidad de Huasco”	(DICTUC, 2015)
Los Ángeles	Inventario de emisiones atmosféricas para las ciudades de Chillán y los Ángeles	(Universidad Católica de Temuco, 2009b)
Osorno	Análisis general del impacto económico y social del anteproyecto de Plan de Descontaminación de Osorno por MP10 y MP2,5	(Ministerio de Medio Ambiente - Departamento de economía ambiental, 2014)
Puchuncaví – Quintero (Ventanas)	Estudio diagnóstico plan de gestión atmosférica Región de Valparaíso, construcción de un inventario de emisiones regional	(Ambiosis, 2011)
	Evaluación de medidas costo efectivas para revisar y reformular el plan de Ventanas	(GEOAIRE Ambiental, 2015)
	Inventario de emisiones de la zona de Ventanas y estimación de su impacto en la calidad del aire	(DICTUC, 2008d)
	Inventario de Emisiones y Modelo de Dispersión	(Centro Nacional del Medio Ambiente, 2012)
RM	Actualización del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en la región metropolitana 2005	(DICTUC, 2007)
	Estudio “Actualización y sistematización del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en la Región Metropolitana”	(Universidad de Santiago, 2014)
	Inventario de Emisiones Región Metropolitana (1997)	(CONAMA, 1997)
	Mejoramiento del inventario de emisiones de la Región metropolitana	(CENMA, 2000)
Talca - Maule	Diagnóstico de la calidad del aire y medidas de descontaminación en Talca y Maule	(Universidad de Concepcion, 2014)
	Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA	(Ambiosis, 2009)
Temuco	Actualización del Inventario de Emisiones de Temuco y Padre Las Casas	(Centro Nacional del Medio Ambiente, 2010)
	Actualización del inventario de emisiones atmosféricas en las comunas de Temuco y Padre Las Casas	(DICTUC, 2008a)

Ciudad	Título	Referencia
	Identificación de una relación entre las emisiones de fuentes de material particulado y las concentraciones de material particulado respirable en las comunas de Temuco y Padre las Casas	(Asesorías en Ingeniería Ambiental Pedro Alex Sanhueza Herrera E.I.R.L, 2006)
Tocopilla	Análisis de la Calidad del Aire para MP-10 en Tocopilla	(DICTUC, 2006)
Valdivia	Inventario de emisiones atmosféricas y modelación de contaminantes de la comuna de Valdivia, año base 2013	(SICAM, 2015d)
Valle Central de la VI Región	AGIES del Plan de Descontaminación Atmosférica del Valle Central de la Región de O'Higgins (inc. Actualización inventario)	(Universidad de Concepcion, 2010)
	Estudio diagnóstico plan de gestión calidad del aire VI Región	(DICTUC, 2008c)

Fuente: Elaboración propia

Específicamente en la zona centro sur del país, los inventarios reflejan la relevancia de combustión a leña como una de las principales fuentes de emisión de material particulado, en sus distintas fracciones. En la Tabla 3-2 y Tabla 3-3 se presenta el resultado de las estimaciones realizadas en los inventarios para MP2.5 y MP10 respectivamente.

Tabla 3-2 Estimación de emisiones de MP2.5 en distintos inventarios del país [ton/año]

Fuente	Com b.	2005					2006			2007	2008		2009	2012		2013		2014
		RM	Temuco	Chillan	Conce.	Los Ángeles	Calama	Valle Central VI Región	Valle Central VI Región	Coyhai que	Ventanas	Temuco	RM	Talca-Maule	Conce.	Valdivia	Curicó-Teno	
Salamandra / chimenea	Leña									98								
Chimenea	Leña			132	1,533										98			
Cocina	Leña			612	2,119					2,702					513			
Cámara simple	Leña				3,158													
Salamandra	Leña			527	2,244										214			
Combustión Lenta	Leña									1,877	2,728							
Cámara doble	Leña				368													
Calefactor lento S/T	Leña			1,798											292			
Calefactor lento C/T	Leña			1,975											1,729			
Sin especificar	Leña	674	5,223			4,162		5,113	7,153			10,703	1,982	948		3,088		
	Kerosene	3	0					2				0.1	24					
	GLP	18	0.5									0.2	30					
	Gas licuado							2										
	GN	43											40					
	GC	6											1					
	GLP y Kerosene							1								4		
	GLP, GN y Kerosene					0.7												

Fuente	Com b.	2005					2006		2007	2008		2009	2012		2013		2014
		RM	Temuco	Chillan	Conce.	Los Ángeles	Calama	Valle Central VI Región	Valle Central VI Región	Coyhai que	Ventanas	Temuco	RM	Talca-Maule	Conce.	Valdivia	Curicó-Teno
	Sin especificar																844

Fuente: Elaboración propia en base a (GreenLabUC, 2016)

Tabla 3-3 Estimación de emisiones de MP10 en distintos inventarios del país [ton/año]

Fuente	Com b.	1997	2005					2006		2007	2008		2009	2010	2012		2013		2014
		RM	RM	Temuco	Chillan	Conce.	Los Ángeles	Calama	Valle Central VI Región	Valle Central VI Región	Coyhai que	Ventanas	Temuco	Andacollo	RM	Talca-Maule	Conce.	Valdivia	Curicó-Teno
Salamandra / chimenea	Leña										101								
Chimenea	Leña				136	1,580											105.7		
Cocina	Leña				629	2,200					2,780						552		
Cámara simple	Leña					3,246													
Salamandra	Leña				543	2,313											230		
Combustión Lenta	Leña										1,931	2,815							
Cámara doble	Leña					378													
Calefactor lento S/T	Leña				1,850												313.4		
Calefactor lento C/T	Leña				2,032												1,857		
Sin especificar	Leña		693	5,375			4,281		5,261	7,364			11,008		2,086	975		3,311	
	Kerosene		12	0.0					2				0.1		25				
	GLP		18	0.5									0.2		32				

Fuente	Com b.	1997	2005					2006		2007	2008		2009	2010	2012		2013		2014
		RM	RM	Temuco	Chillan	Conce.	Los Ángeles	Calama	Valle Central VI Región	Valle Central VI Región	Coyhaique	Ventanas	Temuco	Andacollo	RM	Talca-Maule	Conce.	Valdivia	Curicó-Teno
Gas licuado								2											
GN			43												42				
GC			6												1				
GLP y Kerosene								1									4		
GLP, GN y Kerosene							0.7												
Sin especificar		1,359											6					868	

Fuente: Elaboración propia en base a (GreenLabUC, 2016)

Es interesante comparar el total de emisiones estimadas en estos inventarios con estimaciones realizadas a nivel nacional. La suma de los inventarios da como resultados emisiones de 46,279¹ tonMP10/año y 44,665² tonMP2.5/año.

Estas emisiones se pueden contrastar con las emisiones declaradas en el Primer Reporte del Medio Ambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 2013), donde estiman que cerca del 90% de las 367.7 mil toneladas de MP2.5 provendrían de la combustión de leña, tal como se puede ver en la Figura 3-1. Si bien, los inventarios sólo recogen la información de algunas ciudades específica, estas coinciden con los principales centros de consumo de leña del país, por lo que se esperaba que estas representen una fracción relevante de las emisiones nacionales³.

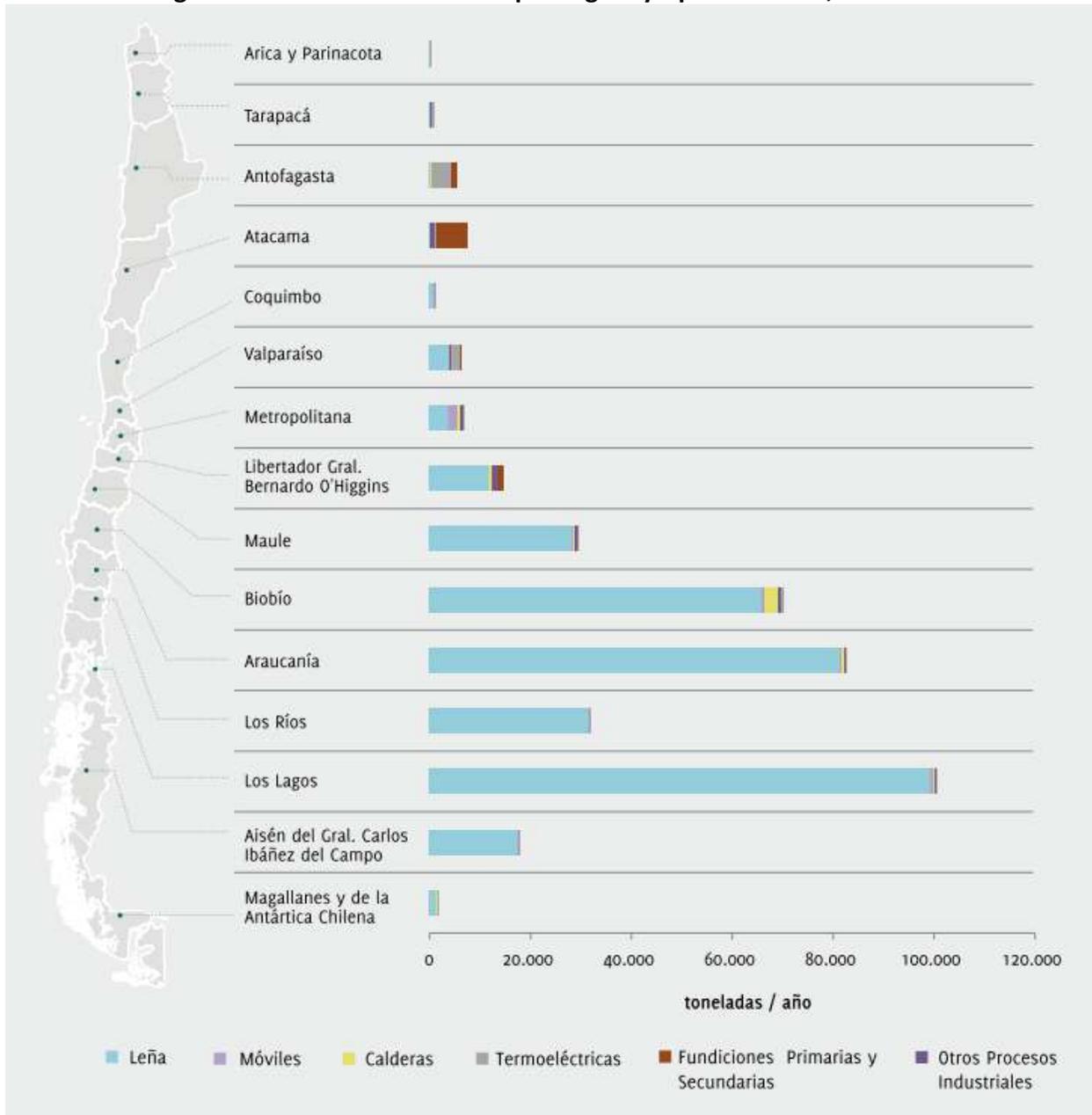
Una estimación más reciente se da en el contexto de los inventarios de contaminantes climáticos de vida corta (GreenLabUC & UTFSM, 2017), donde se estima las emisiones nacionales de MP2.5 con el objetivo de estimar las emisiones nacionales de carbono negro, y donde se estima que las emisiones de MP2.5 estarían en torno a las 102.1 mil toneladas de MP2.5. Parte significativa de estas diferencias se explicaría por la diferencia en la estimación del consumo nacional de leña (ver Figura 3-3 en la Sección 3.1.3). En este sentido, los inventarios serían más coherentes con esta última estimación, representando un poco más del 40% de las emisiones estimadas a nivel nacional.

¹ Considera sólo la última versión de cada inventario, es decir: Andacollo-2010, Coyhaique-2008, Ventanas-2008, RM-2012, Temuco-2009, Chillán-2005, Concepción-2013, Calama-2016, Curicó 2014, Los Angeles-2005, Talca-2012, Valdivia-2013 y Valle Central de la VI Región-2007.

² Considera sólo la última versión de cada inventario, es decir: Coyhaique-2008, Ventanas-2008, RM-2012, Temuco-2009, Chillán-2005, Concepción-2013, Calama-2016, Curicó 2014, Los Angeles-2005, Talca-2012, Valdivia-2013 y Valle Central de la VI Región-2007

³ La magnitud de la fracción dependerá de la cantidad de emisiones en otros centros de consumo, tales como ciudades medianas y pequeñas, además de las zonas rurales.

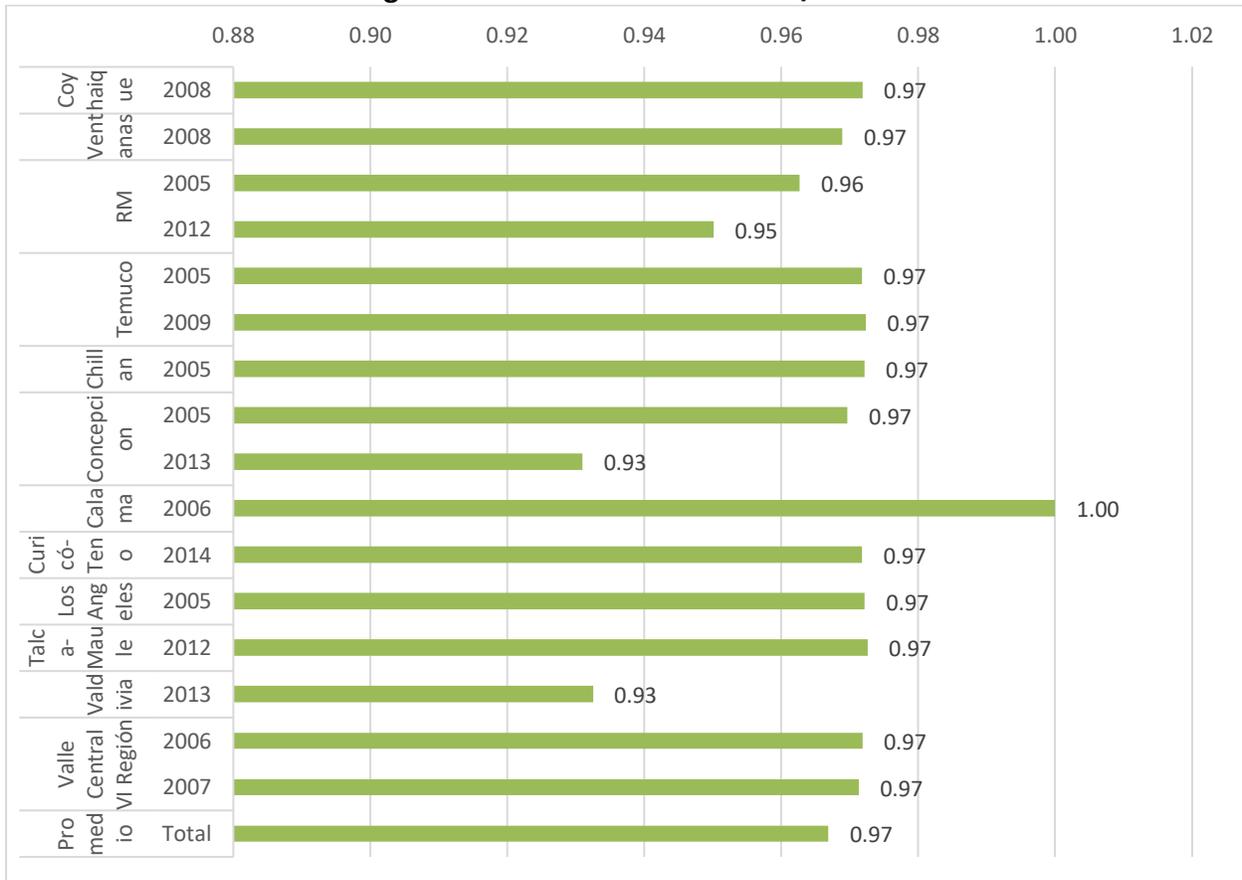
Figura 3-1 Emisiones de MP2.5 por región y tipo de fuente, año 2011



Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2013)

Respecto a la relación entre las emisiones de MP2.5 y MP10, en la Figura 3-2 se observa que esta oscila entre los 0.93 y 0.97 para las ciudades con alta combustión de leña, se destaca sin embargo una tendencia a que los inventarios más antiguos tienden a estar en la parte alta de este ratio, mientras los inventarios más recientes están más cerca de 0.93.

Figura 3-2 Ratio Emisiones MP2.5/MP10



Fuente: Elaboración propia en base a inventarios citados

Este ratio depende fuertemente de los factores de emisión utilizados. De esta forma los inventarios más antiguos suelen utilizar los factores de emisión recomendados en la Actualización del Inventario de Temuco y Padre Las Casas (DICTUC, 2008a), seleccionados tras una revisión de antecedentes internacionales y nacionales desarrollados hasta la fecha. Estos fueron los mismos factores de emisión utilizados en el inventario de Coyhaique (EnviroModeling, 2009b) y presentados en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4 Factores de emisión recomendados en Inventario de Temuco y PLC año base 2005

Equipo	Contaminante	Factores de emisión según contenido de humedad (gr/kg)		
		0-20%	21-30%	Mala Operación
Cocina	MP	20.0	32.2	101.3
	MP10	19.2	30.9	97.1
	MP2.5	18.6	30.1	94.3
Combustión Lenta	MP	15.7	25.3	79.3
	MP10	15.0	24.2	76.0
	MP2.5	14.6	23.5	73.9
Salamandra/ chimenea	MP	18.1	29.2	91.5
	MP10	17.3	27.9	87.7
	MP2.5	16.8	27.1	85.2

Fuente: (DICTUC, 2008a)

Estos factores son actualizados en la del inventario de Temuco y Padre Las Casas (SICAM, 2015b). Donde luego de una recopilación y selección de factores de emisión se realiza una propuesta de factores de emisión a utilizar, los cuales se presentan en la Tabla 3-5 y Tabla 3-6⁴.

Tabla 3-5 Factores de Emisión de MP10 para combustión residencial a leña [gr/kg de leña]

Tipo de Artefacto	Leña Seca	Leña Húmeda	Mala Operación
Cocina a leña	7.5	13.9	33.8
Combustión lenta S/T	6.2	11.8	45.8
Combustión lenta C/T	5.2	11.0	29.5
Salamandra	12.7	28.5	-
Chimenea	10.1	28.5	-
Calefactor certificado	2.5	11.0	11.0
Nueva Tecnología	2.1	5.5	8.9
Calefactor a pellet	1.9	-	-

Fuente: (SICAM, 2015c)

Tabla 3-6 Factores de Emisión de MP2.5* para combustión residencial a leña [gr/kg de leña]

Tipo de Artefacto	Leña Seca	Leña Húmeda	Mala Operación
Cocina a leña	7.0	13.0	31.5
Combustión lenta S/T	5.8	11.0	42.6
Combustión lenta C/T	4.9	10.2	27.5
Salamandra	11.8	34.1	-
Chimenea	9.2	26.6	-
Calefactor certificado	2.3	10.2	10.2
Nueva Tecnología	2.0	5.1	8.2
Calefactor a pellet	1.8	-	-

* Se considera que el 93.1% de las emisiones de MP10 corresponde a MP2.5.

Fuente: (SICAM, 2015c)

⁴ Cabe destacar que la referencia del supuesto original, plantea que el 93.1% referenciado es sobre el MP total, mientras que el MP10 sería el 95.8% del MP total. De esta forma el ratio MP2.5 y MP10, debiera ser 97.2%.

3.1.2 Estudios específicos de la leña y sus emisiones

Han sido variados los esfuerzos por caracterizar la combustión a leña y sus emisiones en el país. Dentro de estos, se destaca el trabajo de SICAM (2015a) quienes, en la elaboración del inventario para Temuco y Padre Las Casas, realizan una acabada discusión respecto a los factores de emisión empleados en los inventarios de emisión desarrolladas en Chile, análisis que se concentra esencialmente en MP10 y MP2.5.

Esta revisión comienza a partir de la propuesta de factores de emisión de DICTUC (2008a), y sobre ellos se plantea que:

“Los FE propuestos por la EPA para el uso con leña seca, se proyectaron mediante una propuesta de DICTUC S.A. a diferentes tipos de artefactos utilizados en Chile, y a diferentes condiciones de operación del artefactos utilizadas en Chile, en términos de contenido de humedad de la leña utilizada y las restricciones al ingreso de aire primario de combustión. Esto, buscando representar de mejor manera lo que ocurre en las áreas afectadas por mala calidad del aire asociado a la fuente combustión de leña, y donde se recogieron antecedentes de estas variables y se desarrollaron los inventarios de emisión” (SICAM, 2015a)

Estos factores de emisión fueron considerados como un antecedente, en la propuesta desarrollada por SICAM, a la que se suman los siguientes antecedentes:

- Proyecto FONDEF “Investigación y Generación de Factores de Emisión de Contaminantes Atmosféricos para Artefactos Residenciales que Combustionan Biomasa de Relevancia Nacional”, de la Universidad Católica de Temuco, 2014
- Mediciones de emisiones de MP generadas por artefactos de combustión residencial de leña provenientes del programa de recambio de la ciudad de Coyhaique. Laboratorio emisiones Universidad Católica de Temuco, 2011
- Mediciones realizadas en el marco del programa de mejoramiento tecnológico de artefactos, desarrollado en convenio por CONAMA y Universidad Católica de Temuco, 2012
- Medición de material particulado, monóxido de carbono y eficiencia térmica para diferentes estufas del mercado Nacional, desarrollado por la Universidad de Concepción, 2012
- Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales. Reporta para CONAMA. SERPRAM, 2006
- Results from Test on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile. Reporte para CONAMA. COSUDE, 2006
- Emissions Inventory Improvement Program (EIIP), Residential Wood Combustion. EPA, 2001

Estos estudios se diferencian en los artefactos, modos de operación, especies de leña, niveles de humedad y metodologías de medición utilizadas. Todo esto fue ponderado por SICAM en su

análisis para en su condición de expertos, dar como recomendación los factores de emisión presentados anteriormente en la Tabla 3-5 y Tabla 3-6.

En el marco del desarrollo de un manual para el desarrollo de inventario de contaminación local de emisiones atmosféricas (MMA, 2017) se revisaron los múltiples antecedentes, concluyendo que:

“Los factores presentados son el resultado de una solicitud de revisión y actualización de factores de emisión desarrollados en el contexto del estudio “Actualización del inventario de emisiones atmosféricas de las comunas de Temuco y Padres las Casas, año base 2013”.

A partir de la revisión bibliográfica de diferentes fuentes y el criterio experto considerando la realidad nacional, se proponen los factores de emisión presentados en este manual. Estos factores de emisión son los que actualmente se están utilizando en la evaluación de los Planes de Descontaminación por la División de Calidad del Aire y Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente”.

De esta forma estos factores de emisión son los que están siendo oficialmente utilizados en la elaboración de AGIES de los PDA.

3.1.3 Estudios de consumo de leña en Coyhaique

El nivel de consumo de leña varía según las condiciones climáticas, características de la población, así como factores económicos. Por estos motivos, los resultados de estudios que caracterizan el consumo de leña de una zona, no son necesariamente extrapolables a otra zona. Por esta razón es necesario utilizar estudios locales, o nacionales con detalle local.

Dentro de este segundo tipo de estudios destacan:

- Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN), la cual contienen información respecto a los modos de calefacción de los hogares encuestados, así como del consumo de combustible.
- (CDT, 2015b) Medición del Consumo Nacional e Leña y Otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera. Estudio elaborado para el Ministerio de Energía. A partir de este estudio se pueden obtener valores per-cápita y distribución de consumo de leña por tipo de artefacto, tipo de leña, caracterización socio-económica, acondicionamiento térmico, uso eficiente del calor al interior de los hogares, entre otras variables.

Mientras que a nivel local se destacan los siguientes estudios:

- (EnviroModeling, 2009a). Análisis de emisiones atmosféricas en Coyhaique
- (CREARA, 2013). Análisis Energético de Viviendas para Ciudades del Centro y Sur de Chile y Sistematización de información asociada a leña – Coyhaique
- (MORI, 2015b) Caracterización de artefactos de calefacción residencial: Coyhaique

3.1.3.1 CASEN

La “Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional” (CASEN), desarrollada por el Ministerio de Desarrollo Social, es una encuesta que se realiza a hogares para medir su bienestar material. Entre los temas que esta se encuentran educación, trabajo, ingresos, salud, vivienda, entre otros (Ministerio de Desarrollo Social, n.d.). Esta se realiza cada dos años y los resultados más recientes publicados corresponden al año 2015.

La encuesta se implementa a nivel nacional y presenta resultados específicos para cada comuna, por lo que se cuenta con resultados para la comuna de Coyhaique. Se destacan las siguientes conclusiones de la CASEN de 2015 respecto a la comuna de Coyhaique:

- Se encuesta un total de 515 hogares, que corresponden a 1,554 personas residentes encuestadas, de las cuales 85% reside en una zona urbana.
- Debido al diseño muestral probabilístico de la encuesta, se utiliza un ponderador que da cuenta del número de personas de la población objetivo que representa un individuo encuestado. Este ponderador se conoce como factor de expansión. De modo que, las 1,554 personas encuestadas representan una población de 58,129 residentes, de las cuales el 92% corresponde a zona urbana.
- El 23% de la población de la comuna utiliza habitualmente leña o sus derivados (pellets, astillas o briquetas) para cocinar, mientras que el 76% utiliza gas (licuado o de cañería).
- El 92% de la población de la comuna utiliza habitualmente leña o sus derivados (pellets, astillas o briquetas) para su calefacción, mientras que el 4% utiliza gas (licuado o de cañería), la fracción restante utiliza kerosene.
- El 8% de la población de la comuna utiliza habitualmente leña o sus derivados (pellets, astillas o briquetas) para su sistema de agua caliente, mientras que el 80% utiliza gas (licuado o de cañería) y 8% no tiene sistema de agua caliente.

En el caso de la CASEN de 2013, las principales conclusiones respecto de la población de la comuna de Coyhaique son:

- Se encuesta un total de 1,123 hogares, que corresponden a 3,398 personas residentes encuestadas, de las cuales 87% reside en una zona urbana.
- De las personas encuestadas, el 97% afirma que ha utilizado leña en su hogar durante el último año.
- El promedio de consumo de leña en el último año de las personas encuestadas es de 11,522 kg.

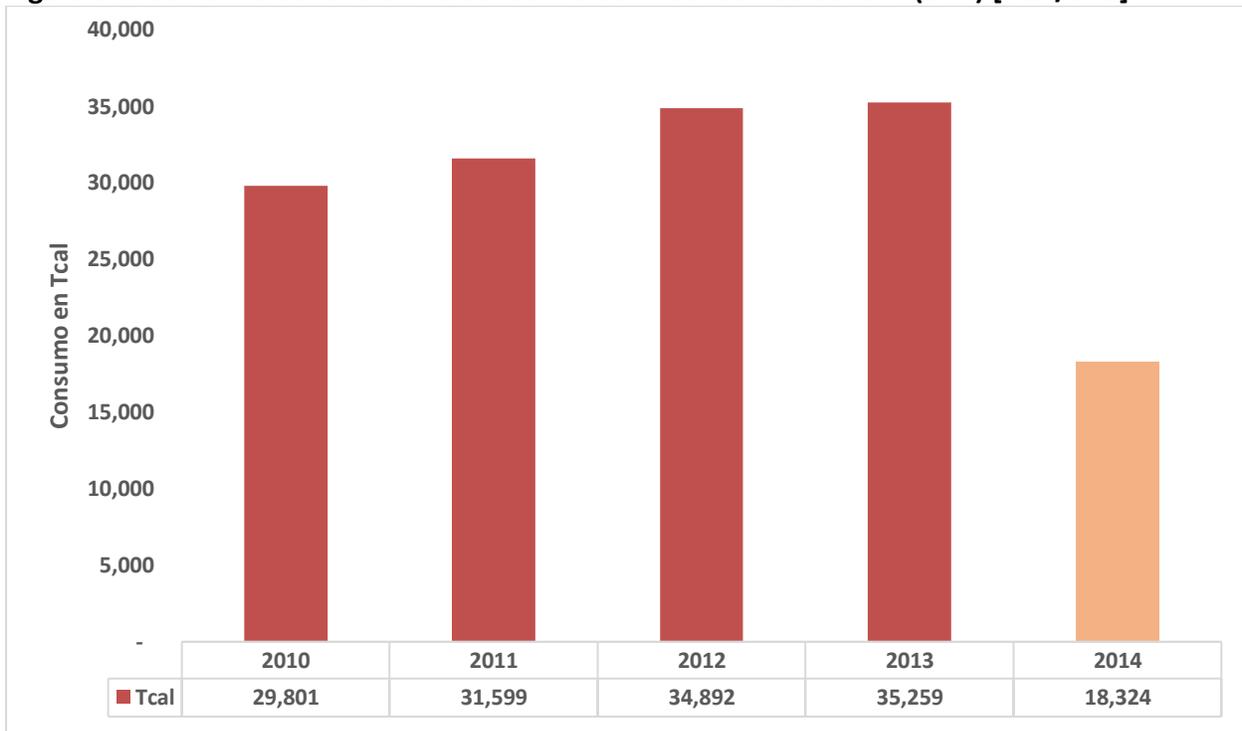
3.1.3.2 CDT - 2015

El estudio “Medición del Consumo Nacional de Leña y Otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera” desarrollado por la CDT para el Ministerio de Energía, tiene como objetivo diseñar e implementar una encuesta nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera con representatividad en los sectores residencial, comercial, empresas industriales de no

generación, hoteles y restaurant, y establecimientos de uso público, que permita determinar el consumo de estos combustibles en Chile, desagregado por zona geográfica y condición urbano-rural para el sector residencial.

Los resultados de este estudio fueron utilizados para actualizar la estimación del consumo de madera en el Balance Nacional de Energía (BNE) que publica anualmente el Ministerio de Energía. La estimación resultó ser bastante menor que las estimaciones que venía haciendo de forma independiente el Ministerio de Energía, tal como se aprecia en la Figura 3-3.

Figura 3-3 Consumo de leña en sector Comercial-Público-Residencial (CPR) [Tcal/año]



Fuente: Elaboración propia en base a BNE elaborados por el Ministerio de Energía

La encuesta fue implementada a nivel nacional y, si bien no cuenta con resultados específicos para la ciudad de Coyhaique, sí cuenta con resultados a nivel de región. Al respecto, se destacan algunas de las siguientes conclusiones del estudio respecto a la región de Aysén:

- Se realizaron un total de 300 encuestas en zonas urbanas y 65 encuestas a nivel rural.
- La penetración de leña respecto al total de vivienda alcanza el 98.2%, siendo la mayor a nivel nacional. Además un 0.2% declaró utilizar pellets como combustible a nivel residencial.
- El consumo por vivienda se estima que la región tienen un consumo de 17.5 m3st/año. El consumo total de la región se estima en 579,491 m3st/año, lo que representa un consumo energético equivalente de entre 611 y 803 GWh/año.
- En la región habrían un total de 38,505 equipos de calefacción a leña.

- Respecto a la cocción, el 44.9% de los hogares usarían leña, mientras que el porcentaje restante usaría gas.
- En los sectores no residenciales la tasa de penetración de leña también es la mayor a nivel nacional.

3.1.3.3 EnviroModeling – 2009

El proyecto “Análisis de emisiones atmosféricas en Coyhaique” desarrollado por EnviroModeling para CONAMA, Región de la Región de Aysén. El objetivo principal del estudio es el desarrollo un inventario de emisiones para la ciudad de Coyhaique. Para ello el estudio contiene la elaboración de una encuesta de consumo de leña que permite caracterizar el modo de operación de los calefactores a leña.

Dentro de los distintos resultados de este proyecto se destaca:

- Se realizaron un total de 433 encuestas
- La distribución de propiedad de equipos de leña se distribuye de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3-7 Distribución de propiedad de equipos combustión a leña

Artefactos propios	Distribución
Sólo cocina leña	34.9%
Cocina + Combustible lenta	37.6%
Cocina + Estufa Hechiza	0.3%
Cocina + Chimenea	1.7%
Cocina + Salamandra	0.7%
Solo Combustión lenta	24.4%
Solo Chimenea	0.3%

Fuente: (EnviroModeling, 2009a)

- En la zona habría un poco más que 22,500 equipos de combustión de leña. De estos, 11,671 corresponderían a cocinas y 10,300 a artefactos de combustión lenta.
- Solo un 3% de los equipos tendrían menos de 2 años, mientras que el 23% de los equipos tiene entre 2 y 5 años. La fracción restante se divide en parte iguales entre los que tienen menos de 10 años y los que tienen más de 10 años.
- El consumo promedio por vivienda sería de 18.6 m³scc⁵/año por vivienda, el rango esta entre 12.3 y 24.8 m³ scc/año
- En término de peso el consumo sería de 15 ton/año, el rango esta entre 9.8 y 20.0 ton/año.
- El consumo total de la zona sería de 292,257 m³ scc/año o 234,871 ton/año.
- El 67% de la leña consumida sería de Lengua, el 31% de Ñirre y el restante 2% de otra especie
- El consumo de leña mensual varía, siendo enero el mes con menor consumo (3% del total) y julio el de mayor consumo (13% del total).

⁵ M3scc: metro cúbico sólido con corteza

- Para la estimación de las emisiones se utiliza como supuesto que el 50% de la leña combustionada es seca, y el restante 50% es húmeda.
- Las emisiones anuales por combustión de leña se distribuyen de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3-8 Emisiones de artefactos de combustión de leña en Coyhaique, año base 2008

Equipo	MP10	MP2.5
Cocina	2,780	2,702
Combustión Lenta	1,931	1,877
Salamandra / Chimenea	101	98
Total	4,812	4,677

Fuente: (EnviroModeling, 2009a)

3.1.3.4 CREARA – 2013

El “Análisis energético de viviendas para ciudades del centro y sur de Chile y sistematización en la información asociada a la leña – Coyhaique”, desarrollado por CREARA para el MMA en el año 2013, tiene como objetivo caracterizar el consumo energético de las viviendas de la ciudad de Coyhaique, y a partir de este, identificar aquellos puntos donde es más indicada aplicar medidas de aislamiento térmico para reducir el consumo energético y, por ende, el de la leña.

El análisis se enfoca a nivel de vivienda, realizado a través de información secundaria, entre las que destaca el “registro de artefactos a leña” elaborado el año 2012 por el MMA para Coyhaique, y el “Estudio de usos finales y curva de oferta de conservación de la energía en el sector residencial de Chile” (CDT, 2010). A partir del análisis se obtienen las siguientes conclusiones:

- Del total de artefactos a leña existentes en las viviendas de Coyhaique el 28% son equipos para cocción de alimentos, y el 72% son artefactos de calefacción.
- Se estima que el año 2013 existían 22,128 artefactos de calefacción.
- El 73% de los artefactos de cocina tendría más de 10 años, mientras que sólo el 10% tendría menos de 5 años.
- El 60% de los artefactos de calefacción son estufas de cámara simple, un 30% sería de cámara doble, mientras que la fracción restante serían Salamandras, artefactos hechizos, chimeneas y otros.
- El 64% de los artefactos de calefacción tendría más de 10 años, mientras que sólo el 10% tendría menos de 5 años.
- Si bien se observan diferencias en el estado del equipo según la edad, no se observan diferencias en el gasto anual según la edad.
- Para la estimación del consumo energético se utiliza como supuesto que todos los artefactos a leña tienen una eficiencia menor a 80%.
- El consumo de leña varía según en nivel socioeconómico, mientras la población en los estratos mayores consumo cerca de 6.5 toneladas de leña por año, los grupos más bajos consumen 3.3 toneladas por año. En promedio de consumo sería de 3.62 toneladas por vivienda al año.

- La demanda anual sería de 193,985 toneladas, sin embargo, la oferta certificada sería de 46,223 toneladas, esto de acuerdo a encuestas realizadas a los leñadores de Coyhaique. La diferencia sería satisfecha por oferta no certificada.
- Para la proyección del número de equipos se supone que el promedio de equipos por vivienda es de 1.22 equipos/vivienda.

3.1.3.5 MORI – 2015

El estudio “Caracterización de Artefactos de Calefacción Residencial”, realizado el año 2015 por MORI para el MMA, tiene como objetivo actualizar la caracterización de los artefactos de calefacción existentes en la ciudad de Coyhaique. La aplicación de 400 encuestas presenciales permitió llegar a los siguientes resultados relevantes para el estudio:

- El año de construcción de la vivienda se distribuye según la siguiente tabla:

Tabla 3-9 Distribución del año de construcción de la vivienda

Año de construcción	Porcentaje de Viviendas
Antes del año 2000	77%
Entre el 2000 y 2007	10%
Posterior al 2007	6%
NS/NR	7%

Fuente: (MORI, 2015b)

- El 65% de los encuestados declaran no haber realizado ninguna mejora de aislación térmica de su vivienda en los últimos 5 años.
- La mitad de los encuestados declara tener una estufa, y sólo 7% declara tener 3 o más estufas. La cocina a leña es utilizada como principal artefacto de calefacción en el 9% de las viviendas, mientras que el 87% utiliza calefactores a leña como principal artefacto de calefacción.
- El 75% de los hogares utilizaría leña como principal combustible para la cocina. A mayor ingreso menos uso de leña como combustible principal para cocción de alimentos.
- Los hogares con mayores ingresos económicos son los que optarían por otros combustibles (GLP y Kerosene) principales para calefacción, aun así el 73% utiliza leña como combustible principal.
- El consumo de la mayoría de los hogares oscila entre 16 y 28 metros de leña al año. Llegando a gastarse entre 3 y 4 metros de leña el mes más frío. Sin embargo, la unidad “metros de leña” no está estandarizada.
- Se destaca que el 34% de la población no sabe cuanta leña utiliza anualmente.
- De acuerdo, a las estimaciones de MORI el consumo total de leña en Coyhaique estaría entre los 526,848 y 779,509 metros de leña. Esto es equivalente a un rango de entre 229 y 412 mil toneladas anuales.
- El 46% dice utilizar leña seca, el 45% leña mista y el 9% leña húmeda.

3.2 Georreferenciar instalaciones

A partir de la información de los beneficiarios del programa de recambios, entregada por la contraparte técnica, se unifica y consolida la información de los beneficiarios del programa para los años 2016 y 2017. Se genera una Base de Datos única, con la identificación del beneficiario, sus datos de contacto y el combustible del calefactor recambiado.

Esta información se trabaja de manera de generar datos reconocibles por software de georreferenciación. Este paso presenta un desafío ya que la información recibida consiste en un dato entregado de manera directa por el beneficiario, incluyendo referencias no oficiales e indicaciones cuando no existe una dirección exacta. El trabajo efectuado sobre la base de datos consiste principalmente en las siguientes acciones:

- Revisión de errores de ortografía y tipeo
- Unificación de la numeración (se quitan símbolos y palabras, se dejan solo números)
- Eliminación de referencias no oficiales (por ejemplo: cerca de, entre las calles, etc.)
- Separación de la población o villa de la dirección (las poblaciones y villas en general no son reconocidas como dirección, pero se mantiene a parte ya que puede servir para la realización de la encuesta en la Sección 5)
- Apoyo de personal de la SEREMI Regional, para la identificación de direcciones

Luego de la limpieza de las direcciones se ingresa la base de datos al programa Google My Maps, ingresando cada año como una capa del mapa (por este motivo se separa la base de datos en dos, una para cada año). Se dividió la base de datos en lotes de 400 direcciones, debido a que el programa arrojaba un porcentaje mayor de error, si se importaban archivos con una mayor cantidad de datos. Nuevamente se aplicaron medidas para disminuir los errores, estas consistieron en eliminar la numerología para pasajes o calles pequeñas, reemplazar la letra ñ por la n, revisar la categoría de calle o avenida de las direcciones y corregir el nombre de algunas calles que estaban incompletos o mal escritos.

Una vez ingresada la información el programa indica la NO identificación de un número de ingresos, y se trabajan estos para aumentar el porcentaje de la base de datos que se identifica. La Tabla 3-10 presenta los resultados finales obtenidos de la georreferenciación de la base de datos de 2,822 beneficiarios, se lograron georreferenciar 2,652, lo cual corresponde a un 94% del total.

Tabla 3-10 Base de datos de beneficiarios 2016 - 2017 y número de datos georreferenciados

Año	Recambios realizados					Recambios georreferenciados	
	Leña	Pellet	Parafina	Gas	TOTAL		
2016	500	35 ^a	940	0	1475	1397	94.7%
2017	0	717	602	28	1347	1255	93.2%

^aNo se consideran los 60 equipos recambiados en la Municipalidad de Coyhaique
Fuente: Elaboración propia

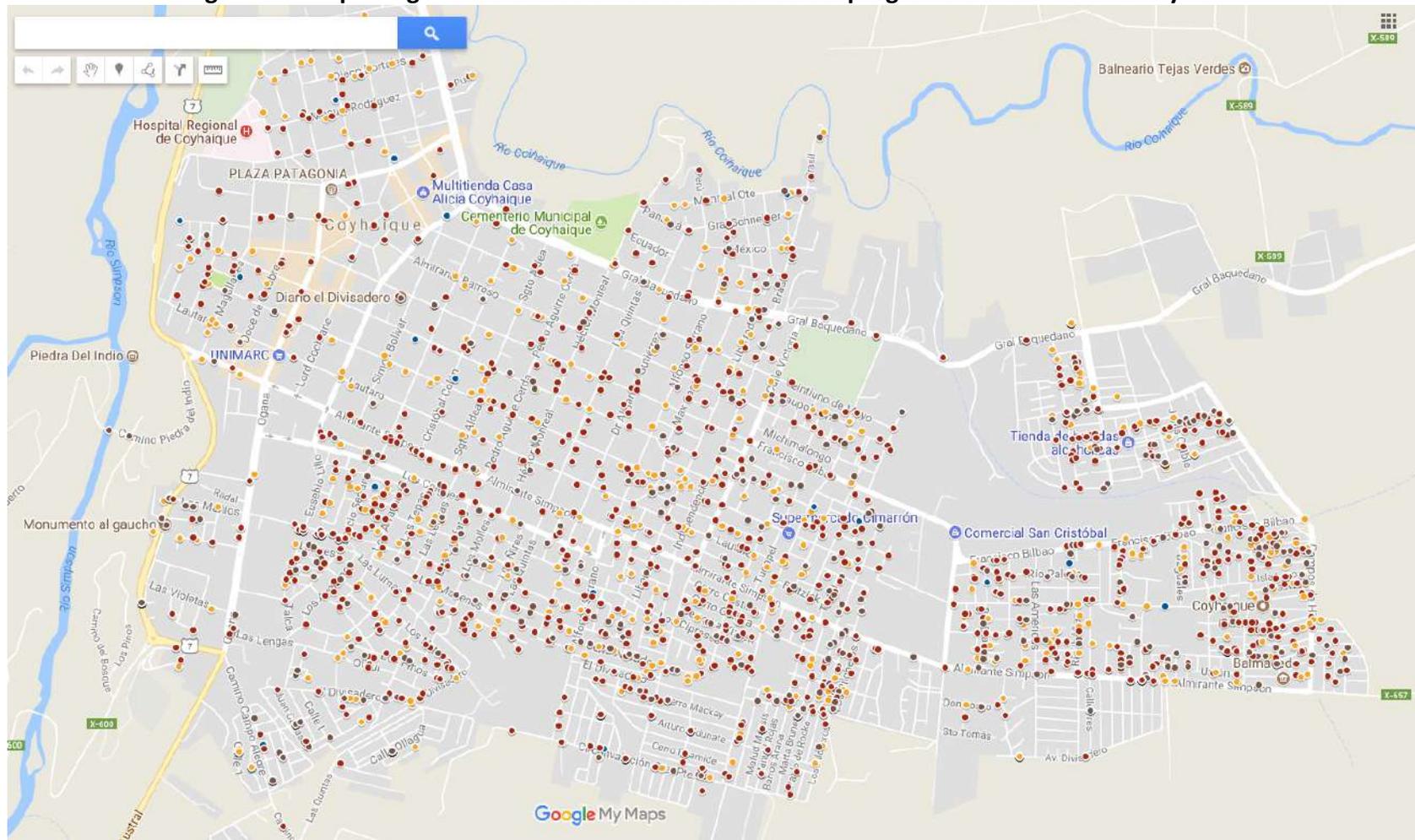
La georreferenciación se realiza por año y por combustible del nuevo calefactor, siguiendo los colores presentados en la Figura 3-4. El mapa de la Figura 3-5, presenta la georreferenciación de los beneficiarios del programa de recambio de calefactores en Coyhaique, por combustible. Los resultados de la georreferenciación de los beneficiarios del programa para los años 2016 y 2017 se adjuntan a la presente entrega en formato kmz y kml. Adicionalmente se entrega la base de datos en formato .shp con la georreferenciación de 2,652 beneficiarios.

Figura 3-4 Leyenda del mapa de georreferenciación de recambios

- pellet
- parafina
- gas
- leña

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-5 Mapa de georreferenciación de beneficiarios del programa de recambio 2016 y 2017



Fuente: Elaboración propia

3.3 Reducción de emisiones

Como se mencionó anteriormente, se propone realizar la cuantificación del impacto de los programas de recambio y su correspondiente estimación de reducción de emisiones en tres fases consecutivas:

1. Estimación de la reducción de emisiones en base a revisión bibliográfica, es decir, utilizando supuestos entregados por la bibliografía en cuanto a factores de emisión, características de operación y niveles de actividad.
2. Estimación revisada de la reducción de emisiones en base a respuestas de la encuesta (ver Sección 5.1), lo que implica caracterizar de mejor manera las características propias de los beneficiarios del recambio y que podrían afectar el nivel final de las emisiones.
3. Estimación simplificada del impacto en la concentración de material particulado de la reducción de las emisiones asociada al programa de recambio.

3.3.1 Fase 1: Reducción de emisiones con supuestos de literatura

La primera fase de estimación de la reducción de emisiones es estimada en base a supuestos de acuerdo a la revisión de bibliográfica descrita en la Sección 3.1. Esta información es utilizada para realizar supuestos respecto a cada uno de los parámetros de la siguiente ecuación, tales como la magnitud del nivel de actividad, los factores de emisión según tipo artefacto y humedad de leña utilizada y modo de operación y supuestos respecto a la distribución de los hogares respecto al modo de operación.

Ecuación 1 Estimación de la reducción de emisiones

$$\sum_{\text{Hogares}} \sum_{\text{Tipo artefacto}} \sum_{\text{Modo operación}} \Delta E_{\text{recambio}} = \Delta(FE * NA)_{\text{Hogares, Tipo Artefacto, Modo operación}}$$

Donde,

FE: Es el factor de emisión de Material Particulado asociado al tipo de artefacto y modo de operación (incluyendo características del combustible y tiraje)

NA: Es el nivel de actividad, el cual depende de la demanda bruta de calefacción (en base al confort térmico) y esta a su vez por características de los miembros del grupo familiar y la aislación térmica del hogar. Es el consumo energético de combustible utilizado para calefaccionar el hogar.

$\Delta(FE * NA)$: Es la diferencia de la multiplicación ente el factor de emisión multiplicado por el nivel de actividad entre la situación base (antes del recambio), y la situación de interés (después del recambio).

$\Delta E_{\text{recambio}}$: Es la diferencia de emisiones de Material Particulado, considerando el tipo de artefacto, el modo de operación (combustible y tiraje), y la distribución de los hogares.

3.3.1.1 Estimación del nivel de actividad

En la Tabla 3-11 se presentan los datos de los recambios efectuados entre el año 2015, indicando cuantos artefactos por tipo de artefactos fueron cambiados por cada una de las líneas de equipos calefactores. Por ejemplo, en el año 2016, 3 salamandras fueron recambiadas por equipos a pellet. Existen 861 recambios donde a la fecha no se conoce el tipo de artefacto saliente, y luego no se ha logrado completar la tabla con mayor detalle.

Tabla 3-11 Artefactos salida y equipos por combustible recambiados [n° unidades]

Ano	Artefacto Salida/ Combustible Equipo	leña	pellet	parafina	gas	Total Artefacto - año
2015	s/i	182	-	122	-	304
Total 2105		182	-	122	-	304
2016	Salamandra	70	3	19	-	92
	Cocina	63	10	34	-	107
	Cámara Simple	367	22	337	-	726
	s/i	-	60 ^a	550	-	550
Total 2016		500	35	940	-	1,475
2017	Salamandra	-	39	45	1	85
	Cocina	-	74	101	-	175
	Cámara Simple	-	433	328	21	782
	Cámara Doble	-	167	126	5	298
	s/i	-	4	2	1	7
Total 2017		-	717	602	28	1,347
Total Combustible Equipo		682	752	1,664	28	3,126

^a Estos equipos fueron recambiados en las dependencias de la Municipalidad de Coyhaique por lo cual no son incluidos en los análisis posteriores. Se entregaron 60 equipos a pellet y se retiraron 55 a leña

Fuente: Elaboración propia en base a datos provistos por contraparte técnica

Respecto al nivel de actividad a utilizar es necesario determinar la cantidad de combustible utilizado por estos artefactos, para ello se utiliza un enfoque *bottom-up* donde a partir del consumo de combustible se estima el requerimiento de calor, tal como se presenta en la Ecuación 2.

Ecuación 2 Estimación de requerimiento de calor

$$\text{Requerimiento Bruto de Calor} = \frac{\text{Consumo Energético Combustible}}{\text{Eficiencia Aparato}}$$

La eficiencia de los artefactos saliente de leña se estima en 70% de acuerdo a los supuestos utilizados en (CREARA, 2013), mientras que el consumo energético de combustible se obtiene desde el consumo de leña de las viviendas. La revisión bibliográfica es poco conclusiva al respecto, la comparación entre las distintas fuentes es especialmente dificultosa, puesto que las unidades en que se reportan no son comparables, puesto que en muchos casos no se especifica el contenido de humedad lo cual afecta los parámetros de conversión entre las distintas unidades, ya sea densidad o poder calorífico.

En vista de lo anterior, para seleccionar el nivel de actividad base se utilizan dos criterios:

- Se privilegian estudios desarrollados localmente
- Se privilegian estudios con unidad de medida bien definida

Dado los criterios, para la estimación del nivel de actividad se utiliza el consumo promedio estimado por EnviroModeling (2009a), el cual presenta sus resultados en metros cúbicos con corteza sólidos. La transformación desde esta unidad a consumo energético se realiza por medio de la densidad media⁶ y el poder calorífico inferior, obtenidos desde el estudio de la CDT el cual es el estudio oficialmente utilizado por el Ministerio de Energía para estimar el consumo energético a partir de la leña, ver Tabla 3-12. Esto de acuerdo a la siguiente ecuación:

Ecuación 3 Estimación del consumo energético combustible

$$\text{Consumo Energético Combustible} = \text{Consumo anual} * \text{densidad} * \text{PCI}$$

Tabla 3-12 Supuestos para estimación de requerimientos de combustible

Parámetro	Valor	Fuente supuesto
Consumo anual	18.6 m ³ sc/año	(EnviroModeling, 2009a)
Especie de leña	Lenga	Principal especie consumida según todos los antecedentes
Distribución normalizada mensual		(EnviroModeling, 2009a)
Densidad promedio	617 kg/m ³ s	(CDT, 2015b) Tabla 155 – Lenga con humedad de 33%
Poder Calorífico Neto (33% humedad) *	11.8 MJ/kg secos	(CDT, 2015b) Tabla 160 – Coigüe con humedad de 33%
Eficiencia Artefactos	56%	Considera la distribución de artefactos de (CREARA, 2013) y las eficiencias propuesta por (Ambiente Consultores, 2007) ⁷

Nota: No se cuenta con el poder calorífico para Lingue, por lo que se le imputa el valor del Coigüe, dado que ambas especies son de la familia de los Nothofagus. El poder calorífico varía con el nivel de humedad, se considera que utilizar el poder calorífico 33% es un supuesto bueno dado que la humedad promedio, calculado en base al estudio de EnviroModeling (2009), sería de 33.24%.

Fuente: Elaboración propia

Al implementar el método recién descrito se obtiene una estimación del requerimiento bruto de calor en las viviendas, que antes de recambio es satisfecho por el artefacto, y que tras el recambio debe ser satisfecho por el nuevo equipo.

⁶ La densidad media se estima a partir de los datos de (EnviroModeling, 2009a) que estiman que el 56% de la leña se consume seca (humedad=24%) y un 44% se consume semi-húmeda (humedad= 45%). Esto implica una humedad promedio de 33.24%.

⁷ Análisis técnico económico de la aplicación de una norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa, desarrollado para CONAMA

Tabla 3-13 Demanda bruta de calor y su potencia promedio equivalente

Mes	Demanda bruta calor [MJ]	Potencia promedio equivalente [kW]
Enero	4,191	1.6
Febrero	4,694	2.9
Marzo	8,885	3.3
Abril	11,734	4.5
Mayo	14,081	5.3
Junio	16,428	6.3
Julio	16,763	6.3
Agosto	15,087	5.6
Septiembre	12,070	4.7
Octubre	9,220	3.4
Noviembre	7,376	2.8
Diciembre	6,035	2.3
Total	126,564	4.0

Nota: La potencia promedio equivalente considera la demanda bruta de calor que deben satisfacer los equipos y la cantidad de horas en cada mes.

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2 Estimación del factor de emisión

Para los factores de emisión se opta por seguir las recomendaciones del manual de inventarios del MMA (2017), y utilizar los factores recomendados por SICAM (2015a) corregidos respecto a la fracción de MP2.5, presentado en la Tabla 3-5 y Tabla 3-14. Se opta por utilizar un factor de emisión anual promedio el cual considera tanto las condiciones de operación promedio como la humedad de la leña, tal como se aprecia en la Ecuación 4 y Ecuación 5.

Tabla 3-14 Factores de Emisión de MP2.5* para combustión residencial a leña [gr/kg de leña]

Tipo de Artefacto	Leña Seca	Leña Húmeda	Mala Operación
Cocina a leña	7.3	13.5	32.8
Combustión lenta S/T	6.0	11.5	44.5
Combustión lenta C/T	5.1	10.7	28.7
Salamandra	12.3	27.7	-
Chimenea	9.8	27.7	-
Calefactor certificado	2.4	10.7	10.7
Nueva Tecnología	2.0	5.3	8.6
Calefactor a pellet	1.8	-	-

* Se considera que el 97.2% de las emisiones de MP10 corresponde a MP2.5, en base a Chow y Watson (1998)

Fuente: Modificado (SICAM, 2015c)

Ecuación 4 Emisión anual promedio

Emisión anual promedio

$$= \text{Requerimiento Bruto de calor} * \text{Eficiencia Equipo} * \text{FEAnual promedio}$$

Ecuación 5 Factor de emisión anual promedio

FE Anual promedio

$$= \left\{ FE_{malaop} * \%_{malaop} * (kg Leña_{seca} + kg Leña_{Humeda}) + (1 - \%_{malaop}) * [FE_{seca} * kg Leña_{seca} + FE_{humeda} * kg Leña_{Humeda}] \right\} / (kg Leña_{seca} + kg Leña_{Humeda})$$

En la Tabla 3-15 se presentan los supuestos y parámetros obtenidos desde la literatura que determinan la estimación de los resultados de emisiones anuales promedio por equipo.

Tabla 3-15 Parámetros utilizados para la estimación del factor de emisión anual promedio

Parámetro	Valor	Fuente supuesto
Factores de emisión [g/kg]		(SICAM, 2015a) corrigiendo el ratio MP2.5:MP10
Fracción de leña seca (18% humedad)	46%	(MORI, 2015b)
Fracción de leña semi húmeda (25% humedad)	25%	
Fracción de leña húmeda (33% humedad)	33%	
Fracción con mala operación	30%	(CENMA, 2010, p. 76)

Fuente: Elaboración propia

A partir de la implementación de la metodología recién descrita se obtienen los resultados presentados en la Tabla 3-16. Se observa que las salamandras resultan en aquellos artefactos con mayores emisiones anuales, mientras que las cámaras dobles tienen las menores emisiones anuales, siendo estas 31% más bajas.

Tabla 3-16 Emisiones anuales de material particulado para artefactos a leña

Equipo Equivalente	Combustible	Eficiencia (2)	Emisiones anuales MP10 kg/año	Emisiones anuales MP2.5 kg/año
Cámara Simple	leña	55%	228.6	222.2
Cocina	leña	(3) 55%	201.7	195.9
Salamandra	leña	50%	266.8	259
Cámara Doble	leña	60%	152.5	148.5
Certificada	leña	75%	69.2	67.2
s/i (1)	leña		218.2	212.1

(1) Artefacto tipo elaborado a partir del promedio de los artefactos que sí se conocen

(2) Eficiencias obtenidas desde (Ambiente Consultores, 2007)

(3) Se imputa la misma eficiencia que para los artefactos de cámara simple

Fuente: Elaboración propia

De misma forma se estiman las emisiones para los equipos nuevos de recambio. Se considera que las emisiones de material particulado de los equipos a parafina y gas son despreciables y luego se consideran emisiones anuales cero. Para el caso de los recambios a leña se considera que fueron reemplazados por equipos Nordic 380, a los cuales se les imputa los factores de emisión de equipos certificados. A los equipos a pellet, se les asigna los factores de emisión de calefactor a pellet recomendados por el Manual de inventarios (MMA, 2017), las diferencias entre los distintos artefactos responden a las diferentes eficiencias consideradas.

Tabla 3-17 Emisiones anuales de material particulado equipos recambiados

Equipo Equivalente	Combustible	Marca	Potencia (kW)	Eficiencia	Año de recambio en el que se ofrece	Emisiones anuales MP10 [kg/año]	Emisiones anuales MP2.5 [kg/año]
Nordic 380	leña	Amesti	10.4	79.0%	2015,2016	65.7	63.8
FF55	parafina	Toyotomi	5.5	92.7%	2017, 2018	-	-
FF55T	parafina	Toyotomi	5.5	92.7%	2017, 2018	-	-
Flora 7	pellet	Ferlux	8.4	82.0%	2018	12.3	11.7
FR700F	parafina	Toyotomi	7.0	92.7%	2018	-	-
Italy 6000	pellet	Amesti	6.5	80.0%	2017	12.7	11.0
Laser 73	parafina					-	-
Pretty	pellet	Cadel	8.1	84.0%	2017-2018	12.0	11.4
PS-7500	pellet	Toyotomi	7.0	86.0%	2017	11.8	11.2
RHFE 559FT CW	gas	Rinnai	6.0	80.0%	2017	-	-

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.3 Estimación de reducción de emisiones

En la Tabla 3-18 se presentan los resultados de reducción por los recambios realizados cada año. Cabe destacar que los resultados son acumulativos, de esta forma cada año los recambios realizados en el año 2015 levemente más de 54 toneladas de MP10. Si todos los equipos se encontraran en operación en el año 2018, estos implicarían una reducción conjunta de 628.2 toneladas por año de MP10 y de 610.8 toneladas por año de MP2.5.

Tabla 3-18 Reducción de artefactos recambiados por año [ton/año]

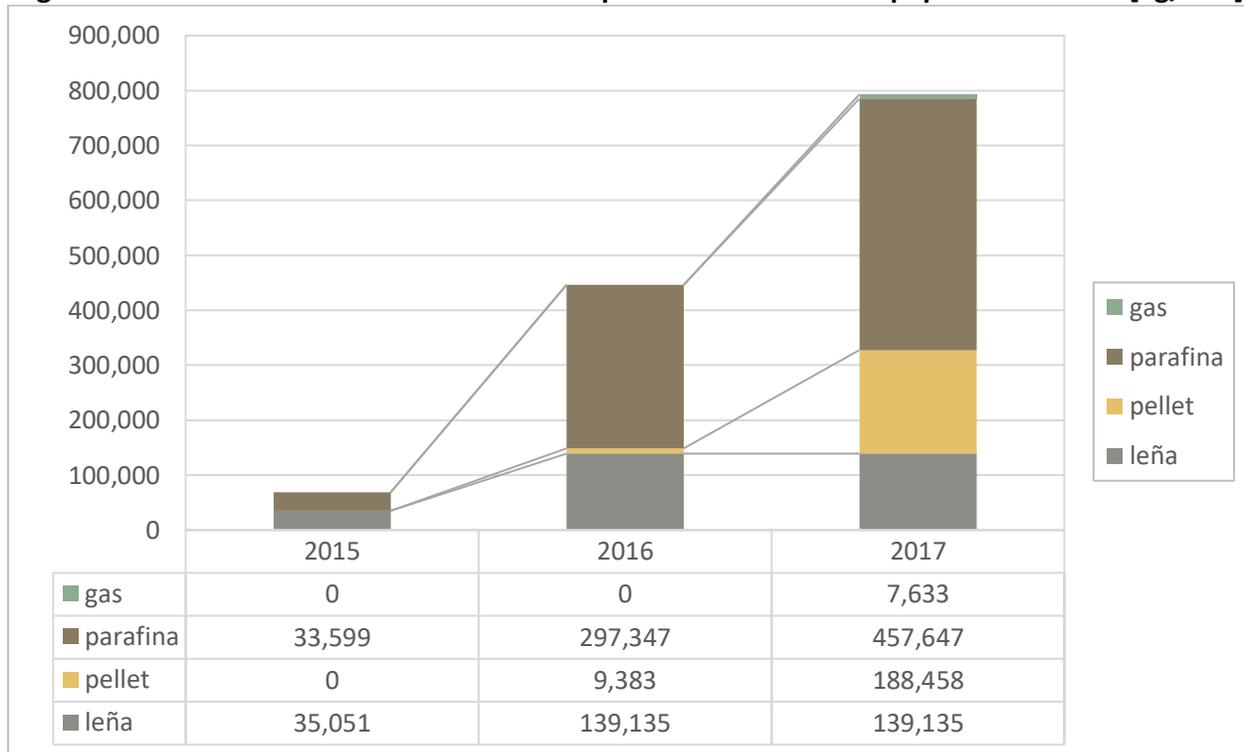
Año	Reducción MP10	Reducción MP2.5
2015	54.38	52.87
2016	298.85	290.47
2017	274.94	267.49
2015 a 2017	628.17	610.82

Fuente: Elaboración propia

Estas mismas reducciones se presentan en la Figura 3-6 donde se observa cómo ha aumentado la reducción año a año. Asimismo, se observa que la mayor parte de la reducción suceden en los equipos de parafina, las cuales alcanzan el 58% del total de las reducciones estimadas para el recambio de calefactores acumuladas al año 2017, mientras que estas sólo representan el 53% de los recambios realizados.

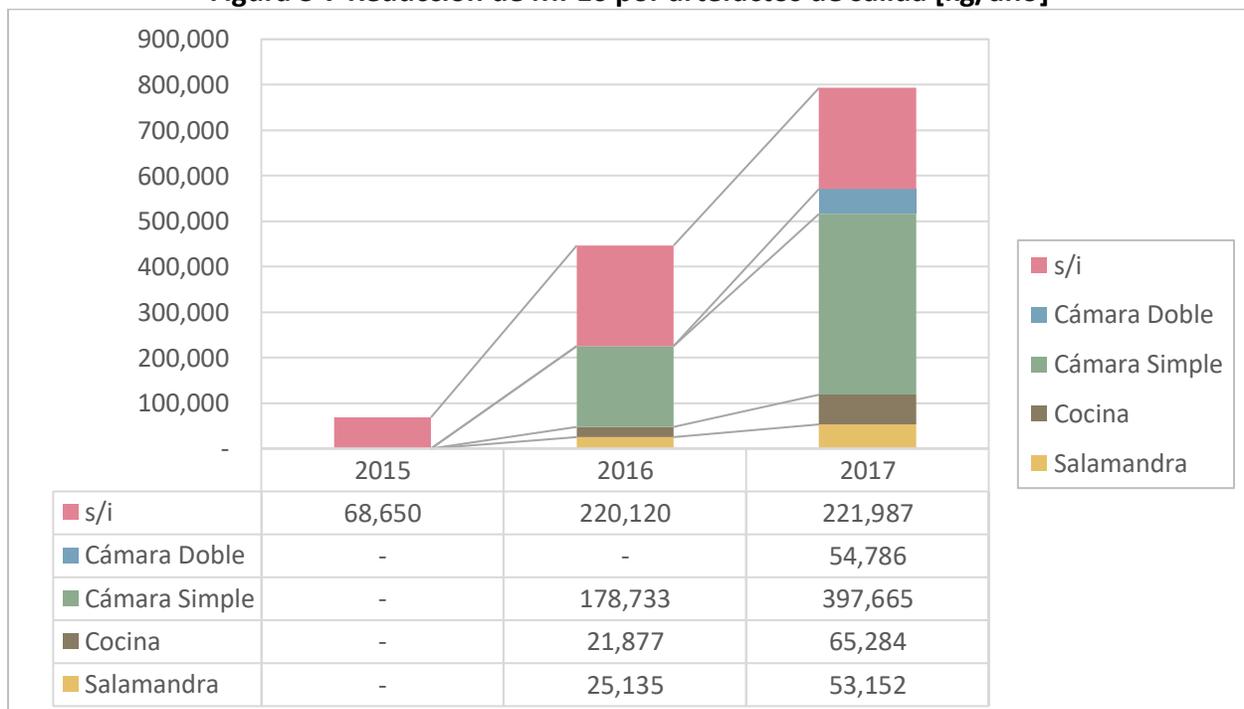
Alternativamente la Figura 3-7 presenta un análisis de la reducción de emisiones según los artefactos salientes. Se observa que el 50% de las emisiones reducidas provienen de artefactos de cámara simple saliente, pese a que estos representan un 48% de los artefactos salientes. Esto responde al hecho de que tienen factores de emisiones superiores a otros artefactos.

Figura 3-6 Reducción de emisiones de MP10 por combustible de equipo recambiado [kg/año]



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-7 Reducción de MP10 por artefactos de salida [kg/año]



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3-19 y Tabla 3-20 se presenta con creciente detalle los resultados para cada par de artefacto y equipo saliente, primer agrupado por línea de combustible y posteriormente según modelo de equipo. Se observa que el recambio con mayores impactos coinciden con los recambios más numerosos, reflejando que es más relevante el número de recambio que las tecnologías recambiadas. Esto salvo para el caso de la leña, donde las altas emisiones de los artefactos a leña nuevos, comparadas con los otros artefactos, se traducen en un menor impacto del recambio en las emisiones.

Tabla 3-19 Reducción según recambio de artefacto de salida y combustible de equipo de entrada [kgMP10/año], según recambios por año

Año	Artefacto Salida / Combustible Equipo	leña	pellet	parafina	gas	Total por artefacto-año
2015	s/i	27,759		26,620		54,379
2016	Salamandra	14,078	765.1	5,069		19,913
	Cocina	8,569	1,899	6,858		17,326
	Cámara Simple	59,792	4,770	77,038		141,600
	s/i			120,010		120,010
2017	Salamandra		9,927	12,006	266.8	22,200
	Cocina		14,016	20,372		34,388
	Cámara Simple		93,692	74,981	4,801	173,474
	Cámara Doble		23,423	19,215	762.5	43,400
	s/i		824.6	436.4	218.2	1,479
Total por Combustible		110,198	149,318	362,605	6,048	628,169

Fuente: Elaboración propia

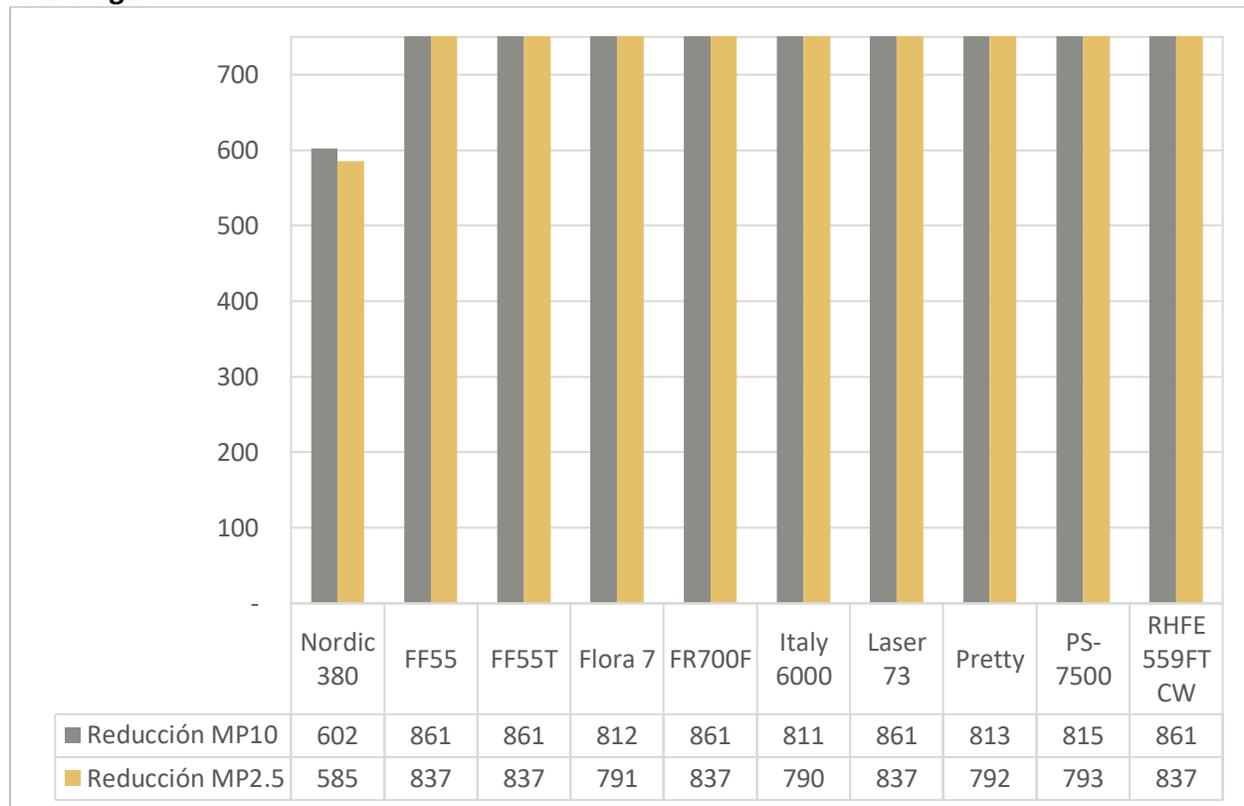
Tabla 3-20 Reducción según recambio de artefacto de salida y equipo de entrada [kgMP10/año], según recambios por año

Año	Artefacto salida /Equipo Entrada	Nordic 380	FF55	FF55T	RHFE 559FT CW	Italy 6000	Laser 73	Pretty	PS-7500	Total Artefacto
2015	s/i	27,759		26,620						54,379
2016	Salamandra	14,078	533.6	2,668			1,868		765.09	19,913
	Cocina	8,569	1,614	3,026			2,219		1,899	17,326
	Cámara Simple	59,792	9,144	42,291			25,603		4,770	141,600
	s/i		21,820	98,190						120,010
2017	Salamandra		3,468	6,403	266.8	4,066	2,134	4,331	1,530	22,200
	Cocina		6,454	9,480		6,617	4,437	5,500	1,899	34,388
	Cámara Simple		22,860	37,719	4,801	32,393	14,402	48,724	12,576	173,474
	Cámara Doble		8,388	9,760	762.5	9,230	1,068	10,534	3,659	43,400
	s/i		218.2	218.2	218.2			824.6		1,479
Total Equipo		110,198	74,500	236,375	6,048	52,306	51,731	69,913	27,099	628,169

Fuente: Elaboración propia

Un análisis interesante es el caso hipotético en que los recambios hubieran sido solamente hacia algunas de las tecnologías, cuyos resultados se presentan en la Figura 3-8. Se observa que las tecnologías con combustión distinta a biomasa tienen todas las mismas reducciones, lo cual responde al hecho de que se considera que estos artefactos no tienen emisiones de MP. Por su parte, las reducciones asociadas a la situación en que sólo fueran equipos de pellets, varían entre un 94% y 95%, y las de Nordic380 a leña representan una reducción del 70% de las emisiones. Estas cifras resultan del doble efecto de una mayor eficiencia térmica en conjunto con un menor factor de emisión.

Figura 3-8 Reducción hipotética [ton/año] si todos los recambios fueran hacia un solo una tecnología



Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Fase 2: Reducción de supuestos con supuestos revisados según resultados de encuesta

En la segunda fase se utilizan como insumo las respuestas obtenidas en la aplicación de la encuesta para mejorar los supuestos preliminares realizados, y obtener una mejor estimación de la reducción de las emisiones en Coyhaique. Se contrastan los resultados preliminares y revisados buscando dar explicaciones a las razones de las diferencias más significativas.

De manera inicial se identifica que se deben actualizar algunas variables de la Ecuación 1 para el cálculo de la reducción de emisiones. Cambiará principalmente el nivel de actividad ya que las personas declaran el uso real que se le da a los aparatos nuevos y antiguos (ya sea en consumo de combustible o en gasto monetario en adquisición de combustible). Adicionalmente variará el factor de emisión, pero sólo debido a que la distribución por tipo de leña, en cuanto ha contenido de humedad, variará según el tipo de leña que los beneficiarios declaran comprar.

Como se mencionó anteriormente, para la estimación del nivel de actividad de los artefactos de calefacción se debe determinar el combustible utilizado por estos artefactos. En la encuesta realizada a los beneficiarios se busca levantar el consumo real de combustibles, pero no solo para la leña, si no que para todos los aparatos de calefacción que tenga el hogar.

Esto con el fin de poder obtener el impacto real ocasionado por el programa de recambio en la vivienda. Así, se busca afinar los parámetros utilizados para la estimación de las reducciones asociadas al aparato recambiado y analizar el efecto que tuvo dicho recambio sobre el comportamiento general de la vivienda en cuanto a la calefacción.

Para la mejora de la estimación de la reducción directamente asociada al aparato recambiado, se realizan las siguientes preguntas:

Tabla 3-21 Caracterización de la información que se obtuvo a partir de la encuesta aplicada

	Preguntas encuesta	Información a obtener	
Antes del recambio	Combustibles utilizados para calefacción en la vivienda, adicional a la leña	Fuentes de calefacción de la vivienda	
	Leña (aparato antiguo)	Tipo de leña comprada	Características de humedad de la leña
		Frecuencia de compra de leña	
		Cantidad de leña consumida el año antes del recambio	
		Costo de la leña consumida el año antes del recambio	
	Horas de uso del aparato antiguo a leña, en el mes más frío del año y en un mes promedio	Comportamiento de uso del calefactor a leña (cruce de información, validación de supuestos, etc.)	
Para cada combustible declarado	Dinero gastado en combustible en el mes más frío del año y en un mes promedio	Comportamiento de uso de otros calefactores (cruce de información, validación de supuestos, etc.)	
	Combustible consumido en el mes más frío del año y en un mes promedio		
Después del recambio	Combustibles utilizados para calefacción en la vivienda	Fuentes de calefacción de la vivienda	
	Leña (aparato nuevo y otros que pueda tener)	Frecuencia de compra de leña (si es que tiene aparato a leña)	Detección de cambios en el comportamiento de uso de calefactores a leña
		Tipo de leña comprada (si es que tiene aparato a leña)	
	Para cada combustible declarado	Dinero gastado en combustible en el mes más frío del año y en un mes promedio	Detección de cambios en el comportamiento de uso de otros calefactores
Combustible consumido en el mes más frío del año y en un mes promedio			

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo la metodología propuesta en la Sección 3.3.1 se estima la reducción de emisiones nuevamente, esta vez asociado al comportamiento de uso de todos los calefactores de las viviendas encuestadas. La Tabla 3-22 presenta los supuestos utilizados en la estimación.

Tabla 3-22 Supuestos para estimación reducción de emisiones

Parámetro		Valor	Fuente
Especie de leña		Lenga	Supuesto del consultor
Densidad	Húmeda	617 kg/m ³ s	(CDT, 2015a)
	Semi-húmeda	580 kg/m ³ s ^a	
	Seca	548 kg/m ³ s	
Distribución ^b	Húmeda	27.31%	(MORI, 2015a)
	Semi-húmeda	20.69%	
	Seca	52%	Resultado encuesta
Costo promedio de leña		21,835 CLP/m ³	Resultado encuesta

^apara leña semi-húmeda se calcula a partir de los valores para húmeda y seca

^bcomo se tiene el porcentaje de leña húmeda se distribuye el porcentaje de leña húmeda y semi húmeda siguiendo la proporción presentada en MORI, 2015

Fuente: Elaboración propia

Para los factores de emisión se utilizan los mismos que para la estimación inicial, este es un factor de emisión anual promedio el cual considera tanto las condiciones de operación promedio (30% de mala operación) como la humedad de la leña.

El nivel de actividad de los combustibles, distintos a la leña se obtuvo a partir del promedio de gasto de consumo en dicho combustible (ver Tabla 6-8). Se utilizaron los costos unitarios presentados en la Tabla a continuación. Para leña se utilizó el costo promedio de m³ de 21,835 (Tabla 3-22) obtenido a partir de los resultados de la encuesta, este costo se mantiene por metro cúbico ya que el peso de la leña varía según el contenido de humedad.

Tabla 3-23 Costo promedio por combustible

Combustible	Costo unitario (CLP/kg)	Fuente
Gas	1024.7	Gasenlinea.gob.cl
Kerosene	838.1	Parafinaenlinea.gob.cl
Pellet	193.9	Precios publicados

Fuente: Elaboración propia

A partir de la aplicación de todos los supuestos mencionados se estiman las emisiones por calefacción de las viviendas antes y después del recambio, al comparar las emisiones antes y después se puede estimar la reducción de emisiones asociadas a dicho recambio. Estos resultados se presentan en la Tabla 3-24.

Tabla 3-24 Reducción de emisiones anuales, por vivienda

Combustible de recambio	Reducción de emisiones	
	MP10 (kg/año)	MP2.5 (kg/año)
Leña (1)	92.9	90.2
Gas	257.6	250.3
Parafina	175.5	169.8
Pellet	195.5	190.1

Se utiliza el factor de emisión asociado a artefactos de cámara simple, ya que es el más común y no se cuenta con el detalle del tipo de artefacto a leña utilizado

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la Tabla 3-24, las mayores reducciones por aparato, corresponden al combustible gas, y la menor reducción se asocia a los calefactores a leña. Es importante destacar que las reducciones estimadas se refieren no solo al aparato recambiado (el cual se presenta en la primera columna de la Tabla 3-24) sino que también se debe a cambios en el comportamiento general de la vivienda, ya que estas probablemente cuentan con más de un calefactor y en diferentes combustibles.

Estas reducciones pueden deberse a diferentes razones, pero estas se basarán a la percepción de los beneficiarios con respecto al calor en su hogar. Si el beneficiario considera que el calefactor nuevo calienta más o menos, disminuirá o aumentará la cantidad o potencia de los demás calefactores. Así también dependerá de la percepción de calor de cada calefactor adicional el aumento o disminución de su uso.

Si consideramos todos los calefactores recambiados cada año y los combustibles, se puede obtener la reducción total por año, como presenta la Tabla 3-25.

Tabla 3-25 Reducción de emisiones totales asociadas al programa de recambio

Año	Reducción de emisiones ^a (kg)	
	MP10	MP2.5
2015	38,319	37,132
2016	256,581	248,498
2017	509,619	494,027

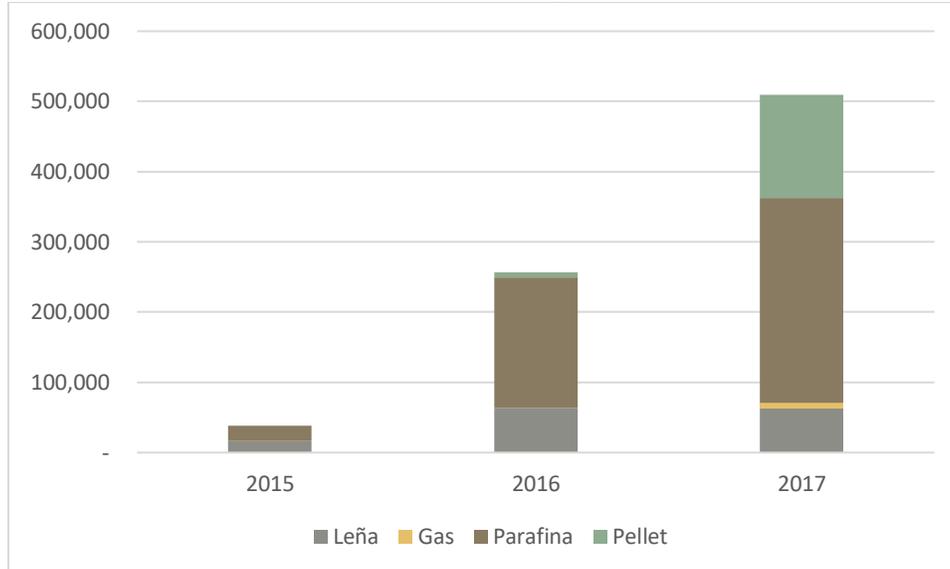
^aLa reducción de emisiones asociada a cada año es acumulativa ya que los aparatos recambiados siguen funcionando año a año

Fuente: Elaboración propia

La Figura 3-9 y Figura 3-10 presentan la desagregación de las reducciones estimadas por tipo de combustible de recambio para MP10 y MP2.5, respectivamente. Como se puede apreciar, ambos contaminantes cuentan con participaciones muy similares por año, de cada combustible. El 2015 se ven proporciones similares de leña y parafina (los únicos combustibles recambiados ese año), aunque el número de aparatos recambiados de leña fueron mayores, las reducciones totales son menores para parafina. Se puede inferir que estas diferencias se deben en gran parte a la diferencia entre los factores de emisión del aparato de recambio a parafina y leña.

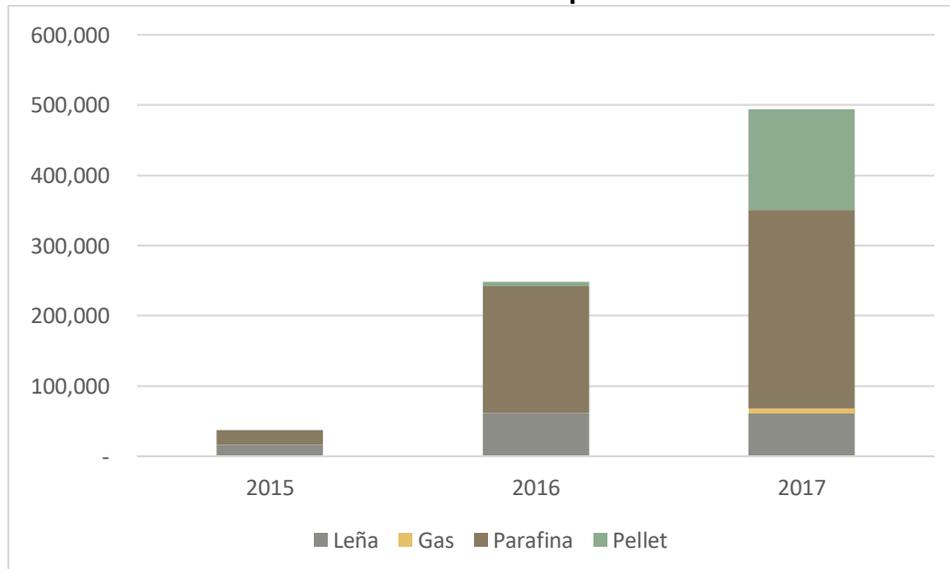
El año 2016 el 70% de la reducción de emisiones se debe a los calefactores a parafina, el cual corresponde al 64% de los recambios, en número. Para el 2017 las reducciones corresponden en un 57% a parafina, seguida con un 29% a pellet, a pesar de que, en número, parafina y pellet corresponden a un 53% y 24% respectivamente. El efecto acumulativo de las reducciones juega un rol importante en este punto, así también como el hecho de que ya no se realicen recambios por leña.

Figura 3-9 Reducción de emisiones de MP10 por combustible de recambio (kg)



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-10 Reducción de emisiones de MP2.5 por combustible de recambio (kg)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-26 Comparación de la estimación de reducción de emisiones por artefactos recambiados por año [kg]

Año	Reducción MP10	
	Preliminar	Revisado ^a
2015	29,379	38,319
2016	353,229	256,581
2017	628,169	509,619
2015 a 2017	1,010,777	804,519

^aEl revisado es calculado según los resultados de la encuesta y considerando todos los combustibles utilizados para calefaccionar la vivienda

Fuente: Elaboración propia

Es relevante la comparación final de la reducción estimada de emisiones atribuible al programa recambio de calefactores. Como se puede observar de la Tabla 3-26, el primer año aumenta la reducción, pero en los años siguientes es menor la reducción estimada. Se le da mayor credibilidad a la estimación obtenida a partir del comportamiento de consumo de todos los combustibles utilizados para la calefacción de la vivienda ya que se espera que el calefactor recambiado tendrá un efecto sobre toda la vivienda, e impactará sobre los comportamientos de consumo asociado a cualquier otro calefactor del hogar.

Si bien no se puede identificar las fuentes exactas para estas diferencias en la estimación de reducción de emisiones, se puede concluir que el efecto total del programa de recambio logra su principal objetivo de reducción de emisiones asociadas a la calefacción de viviendas.

3.3.3 Fase 3: Estimación simplificada de cambio en la concentración

En la presente sección se busca desarrollar un modelo simplificado que permita estimar el impacto del recambio en la concentración atmosférica de la ciudad. El modelo de impacto propuesto busca relacionar estadísticamente variables climáticas que presumiblemente tienen impacto en la concentración, con la concentración de los contaminantes de interés.

Para ello se desarrollan modelos estadísticos con un nivel de ajuste razonable y variables significativas, para el período anterior al recambio. Una vez desarrollado este modelo se simula las concentraciones esperadas de haberse mantenido la situación sin el cambio a estudiar, en este caso el recambio de calefactores. La simulación considera por un lado los parámetros obtenidos del modelo estadístico desarrollado en la situación previa al recambio, y por otro lado las condiciones climáticas observadas en los años donde se implementa el recambio.

La hipótesis de trabajo es que el recambio de calefactores tuvo un impacto en las concentraciones de material particulado, traduciéndose que los valores observados son menores que los valores simulados por medio del modelo estadístico.

Cabe destacar que la modelación acá planteada, es solamente un esfuerzo simplificado, que busca dar señales de que el recambio ha tenido un impacto positivo o negativo en la calidad atmosférica, sin embargo, para validar esta hipótesis es necesario un trabajo estadístico significativamente mayor, que permita desarrollar un modelo con mayor nivel de ajuste capturando otras variables con influencia en la concentración de contaminantes, tales como la población, la actividad económica, la gestión de episodios críticos, la altura de nubes, entre otras variables que podrían resultar significativas.

3.3.3.1 Descripción de datos

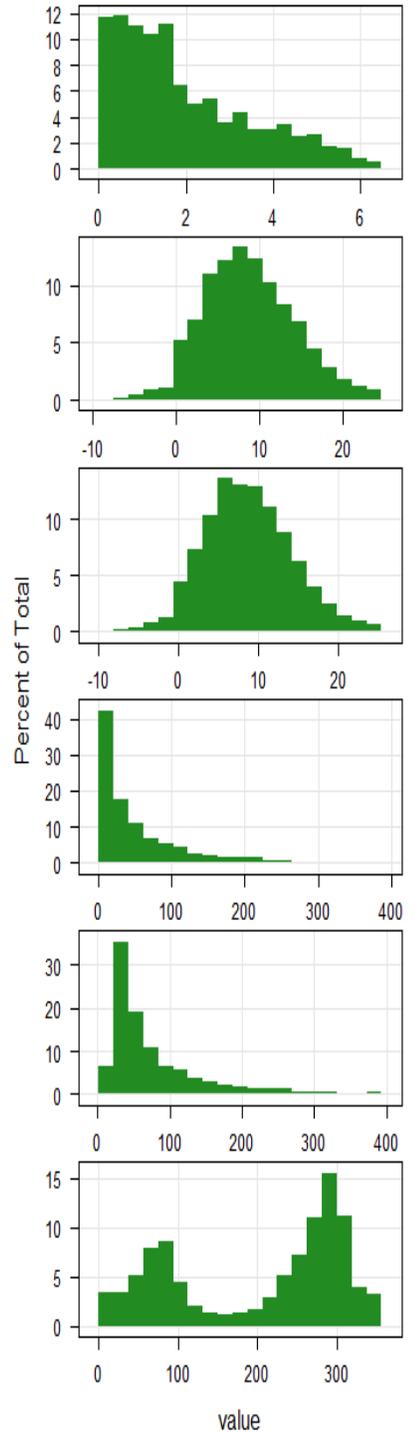
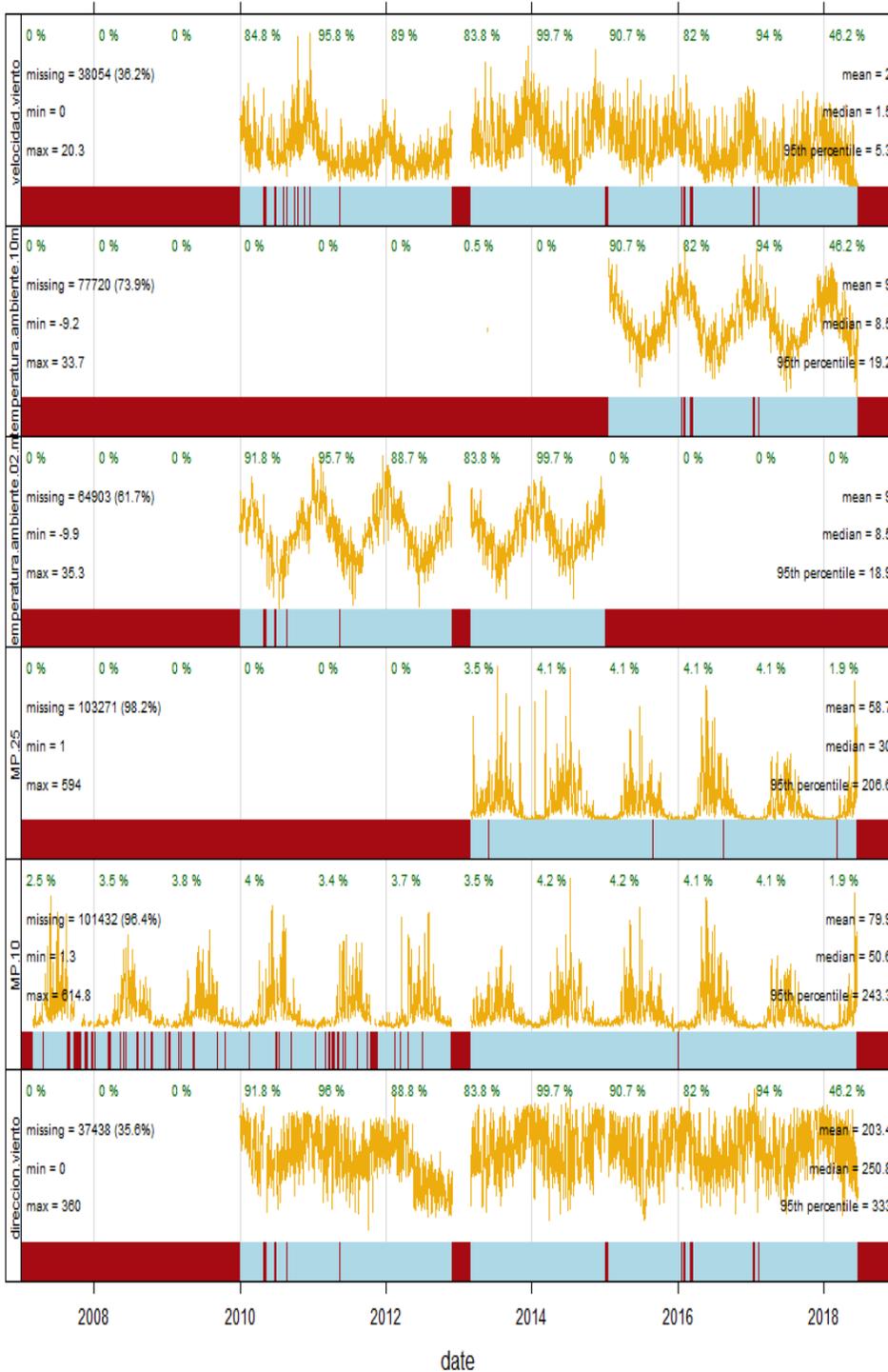
Los datos utilizados para el modelo estadístico provienen de dos fuentes: por un lado datos disponibles en el SINCA, para la estaciones Coyhaique I y Coyhaique II, mientras que por otro se obtuvieron desde la DGA datos respecto a las precipitaciones. Los datos obtenidos se identifican en la Tabla 3-27, mientras que se realiza una descripción de estos en las figuras que siguen. Es relevante el hecho de que se cuentan con series de datos incompletas, la descripción de datos cuenta con una visualización gráfica de la incompletitud de los datos, así como estadígrafos que describen la distribución de los valores observados.

Tabla 3-27 Datos utilizados para modelo estadístico

Estación	Datos recolectados	Fuente Datos
Coyhaique I	Velocidad viento Temperatura Ambiente a 10 m Temperatura Ambiente a 2 m Concentración de MP2.5 Concentración de MP10 Dirección del viento	SINCA
Coyhaique II	Velocidad viento Temperatura Ambiente a 10 m Concentración de MP2.5 Concentración de MP10 Dirección del viento	
Coyhaique (Escuela Agrícola)	Precipitaciones	DGA

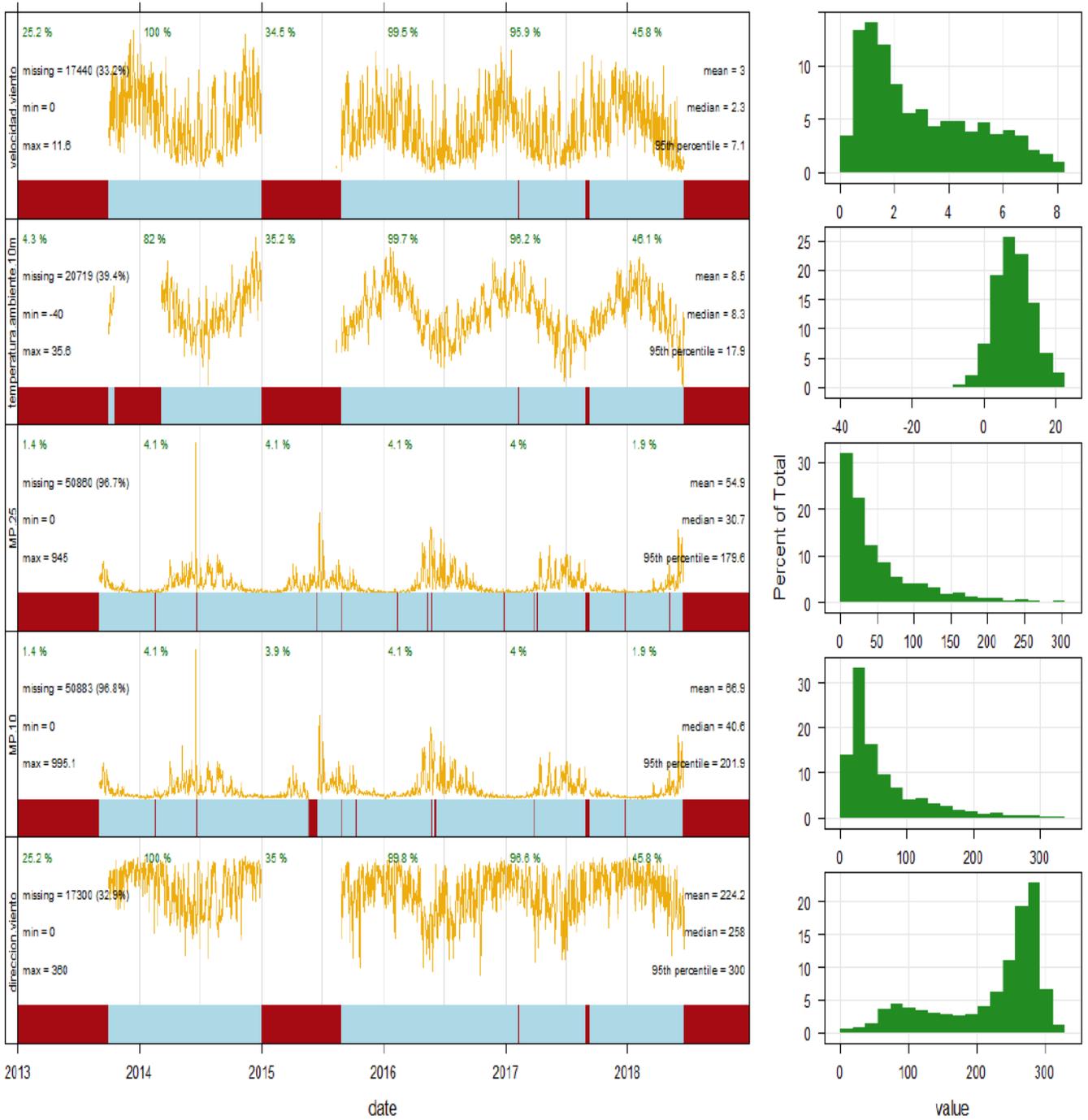
Fuente: Elaboración propia

Figura 3-11 Descripción de datos para Coyhaique I



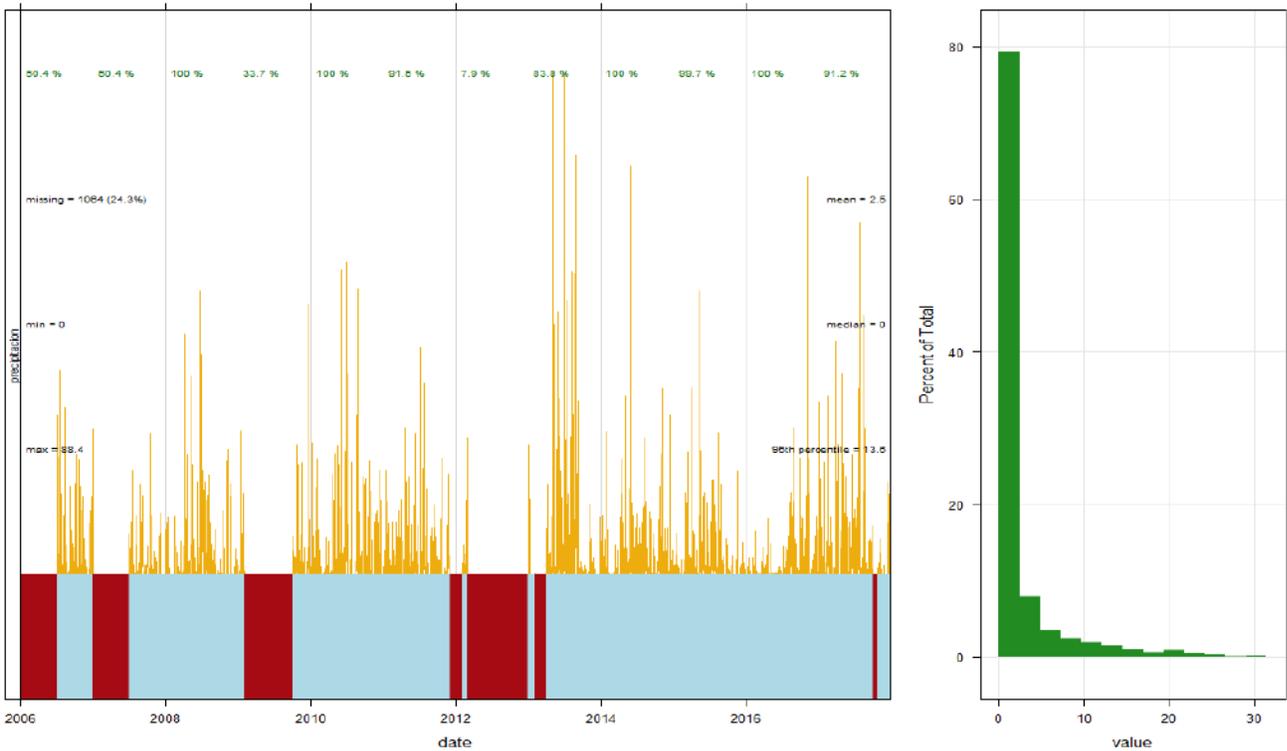
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SINCA

Figura 3-12 Descripción de datos para Coyhaique II



Fuente: Elaboración propia en datos de SINCA

Figura 3-13 Descripción de datos para Coyhaique (Escuela Agrícola)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DGA

3.3.3.2 Modelos seleccionados

A partir de los datos anteriores se realizaron modelos estadísticos que expliquen las concentraciones de contaminantes en función de las condiciones climáticas. Dicho modelo se realiza con un detalle diario, para el período antes del recambio estudiado, es decir, antes del año 2015. Para ello se explora la generación de otros vectores que podrían funcionar como variables explicativas desarrolladas a partir de los vectores conocidos. Un ejemplo de esto es el vector “T15”, el cual se obtiene de la siguiente forma:

1. De forma horaria, para aquellos valores de temperatura mayores o iguales a 15°C se asigna el valor 0.
2. De forma horaria, para aquellos valores de temperatura menores 15°C se asigna el valor resultante de la función (15°C- Temperatura).
3. Para agrupar los datos de forma horaria a forma diaria, se estima el promedio de los valores.

Por ejemplo, en la Tabla 3-28 se presenta la estimación de T15 a partir de un vector temperatura para un día. El resultado de la operación, resulta en un T15 igual a 2.4°C para dicho día.

Tabla 3-28 Ejemplo de estimación de “T15” a partir de “Temperatura”

Hora	Temperatura	T15
0	11.8	3.2
1	11.5	3.5
2	11.2	3.8
3	10.6	4.4
4	10.1	4.9
5	9.9	5.1
6	9.8	5.2
7	10.2	4.8
8	10.7	4.3
9	11.5	3.5
10	12.7	2.3
11	13.5	1.5
12	14.5	0.5
13	16.8	0
14	17.2	0
15	17.1	0
16	16.9	0
17	15.5	0
18	14.2	0.8
19	14.1	0.9
20	13.8	1.2
21	13.2	1.8
22	12.5	2.5
23	12.1	2.9
Promedio diario	13.0	2.4

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos se encontraron tres modelos estadísticos lineales con un nivel de ajuste razonable, y con variables estadística con un nivel de significancia alto. Los tres modelos con mejor ajuste utilizan como variable dependiente la concentración de MP10, lo cual se explica, pues para la elaboración de estos modelos se utilizan datos previos al año 2015, y en ellos se cuenta con mayor información para este contaminante.

El modelo con mejor ajuste es el primero, el cual explicaría el 51% de la varianza observada a partir de tres variables explicativas: T15, velocidad del viento y precipitaciones. Mientras mayor sea T15 mayor es la concentración, lo cual calza con lo esperado, pues un mayor T15 implica más frío, lo que se traduce por un lado en una inversión térmica más baja y un mayor uso de los calefactores, que son las principales fuentes de contaminantes de la ciudad. Por su parte, la velocidad del viento y precipitaciones tienen una correlación negativa con las concentraciones lo cual también era algo esperado puesto que tanto mayor viento como mayor precipitación implica que el nivel de concentraciones de contaminantes disminuye.

Tabla 3-29 Modelo 1: Concentración MP10 Coyhaique I

Parámetro	Estimado	Error estándar	Valor t	Pr (> t)	R ² ajustado
Intercepto	59.85	5.46	10.95	<2e-16	0.51
T15	10.64	0.44	24.43	<2e-16	
Velocidad viento	-20.27	1.49	-13.59	<2e-16	
Precipitación	-0.76	0.21	-3.68	2.45E-04	

Nota: Todos las variables tienen un nivel de significancia sobre 99%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-30 Modelo 2: Concentración MP10 Coyhaique I

Parámetro	Estimado	Error estándar	Valor t	Pr (> t)	R ² ajustado
Intercepto	49.14	4.76	10.32	<2E-16	0.48
T15	10.81	0.39	27.90	<2E-17	
Velocidad viento	-17.90	1.39	-12.85	<2E-18	

Nota: Todos las variables tienen un nivel de significancia sobre 99%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-31 Modelo 3: Concentración MP10 Coyhaique II

Parámetro	Estimado	Error estándar	Valor t	Pr (> t)	R ² ajustado
Intercepto	105.84	13.51	7.83	7.63E-14	0.31
T15	5.35	1.09	4.93	1.35E-06	
Velocidad viento	-19.74	2.67	-7.38	1.45E-12	

Nota: Todos las variables tienen un nivel de significancia sobre 99%

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se presenta la correlación entre las variables independientes, observándose que tal como era deseable, estas no presentan una alta correlación.

Tabla 3-32: Correlación entre las variables utilizadas en Modelo 1 y Modelo 2

	T15	Velocidad viento	Precipitación
T15	1	-0.36	0.11
Velocidad viento	-0.36	1	-0.03
Precipitación	0.11	-0.03	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-33: Correlación entre variables utilizadas en Modelo 3

	T15	Velocidad viento
T15	1	-0.46
Velocidad viento	-0.46	1

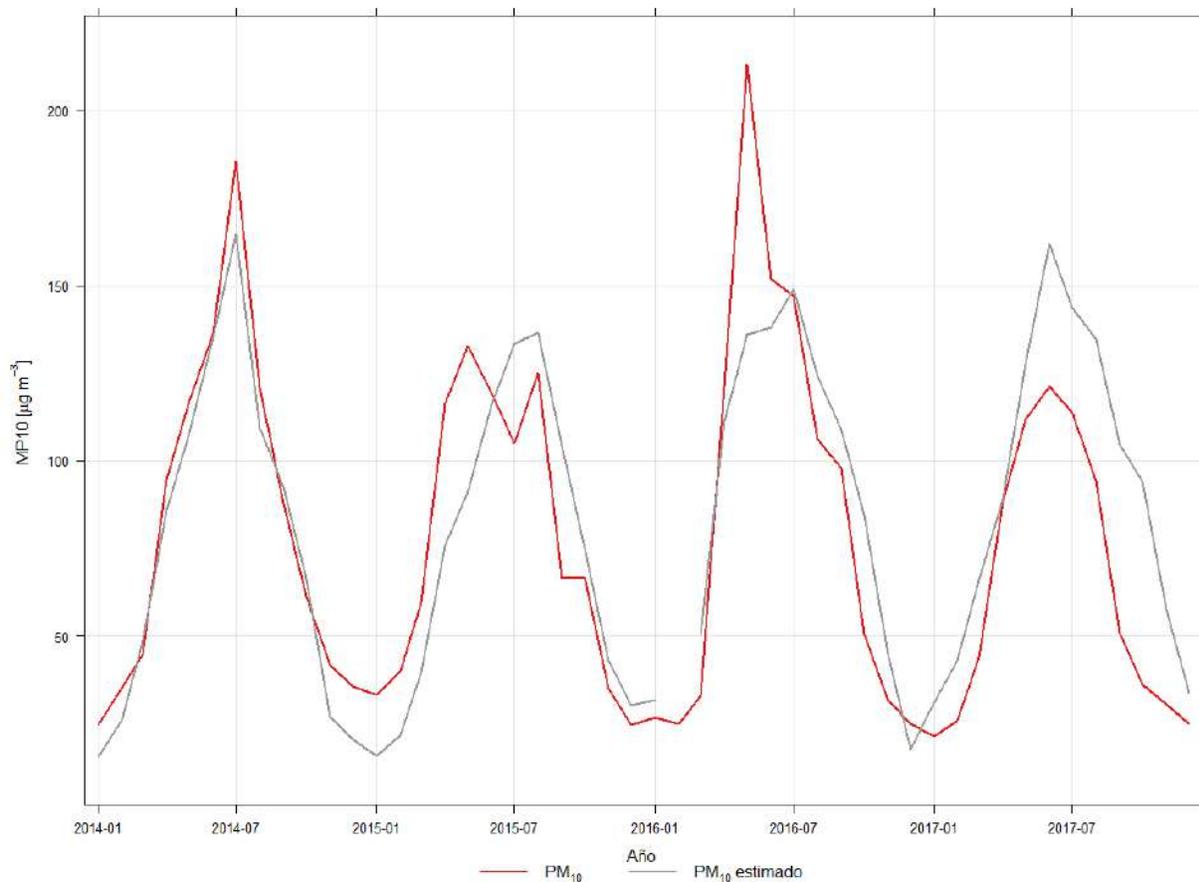
Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3 Resultados de modelo de impacto

La comparación entre la simulación a partir de los modelos estadísticos y los datos observados apuntan a que efectivamente habría un impacto positivo en la reducción de la concentración de MP10, a partir del año 2015. Los modelos consistentemente tienden a mostrar que la concentración observada es menor a la proyectada en base a las variables climáticas consideradas. Esta variación tiende a crecer con el tiempo coincidiendo con el aumento de la reducción de emisiones estimadas en la Sección 3.3.1 y con el aumento del número de recambios efectuados. Si bien los presentes resultados son sólo una estimación estadística simplificada, que no considera múltiples otros factores que pueden tener influencia, los resultados apuntan a que el recambio tendría un impacto en la concentración atmosférica.

En la siguientes figuras y tablas se presenta la comparación entre la concentración observada y estimada con el modelo estadístico simplificado, para cada uno de los tres modelos desarrollados.

Figura 3-14: Comparación entre datos de concentración mensuales reales y estimados por el Modelo 1



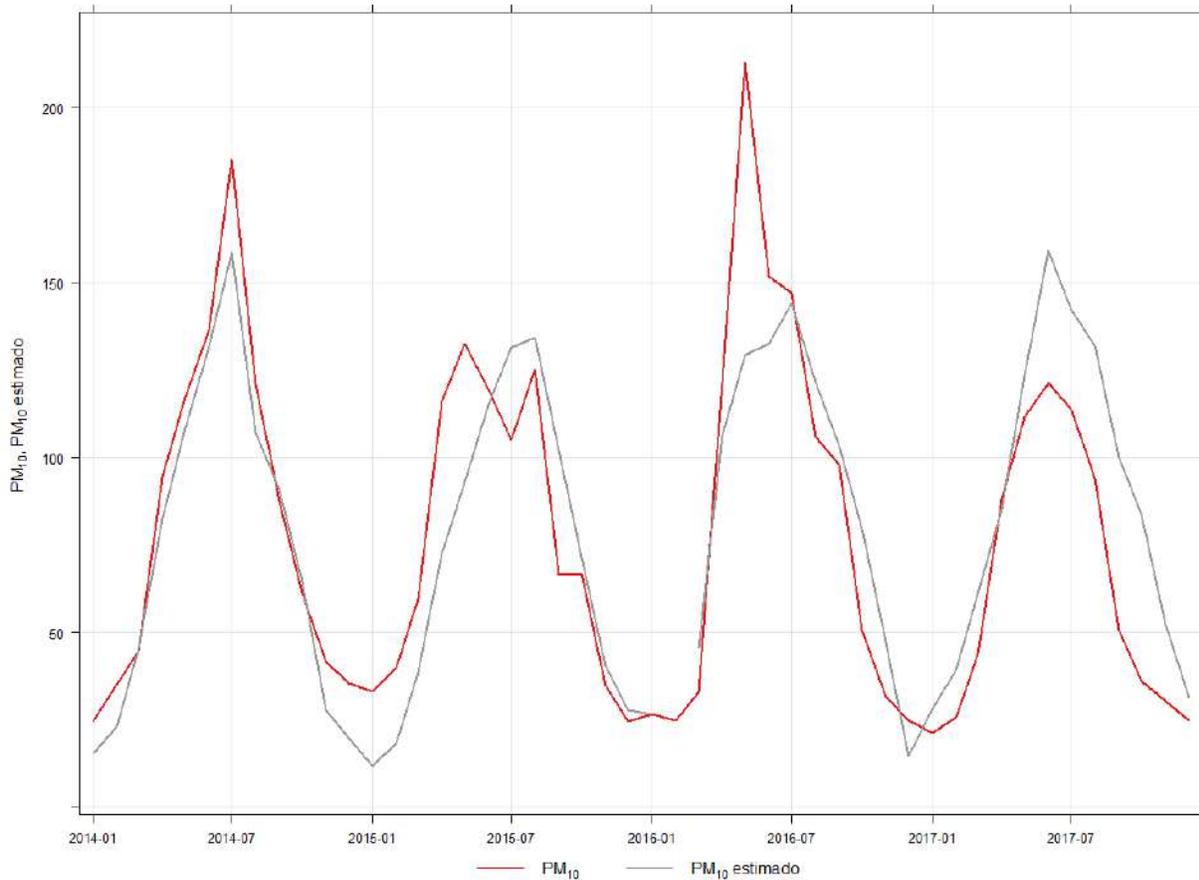
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-34: Promedio anual de concentraciones MP10 según modelo 1

Año	MP10 [ug/m3]	MP10 estimado [ug/m3]	ΔMP10 [ug/m3]
2014	82.55	75.41	-7.14
2015	77.20	81.96	4.76
2016	86.28	113.19	26.91
2017	63.48	98.63	35.15

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-15: Comparación entre datos de concentración mensuales reales y estimados por el Modelo 2



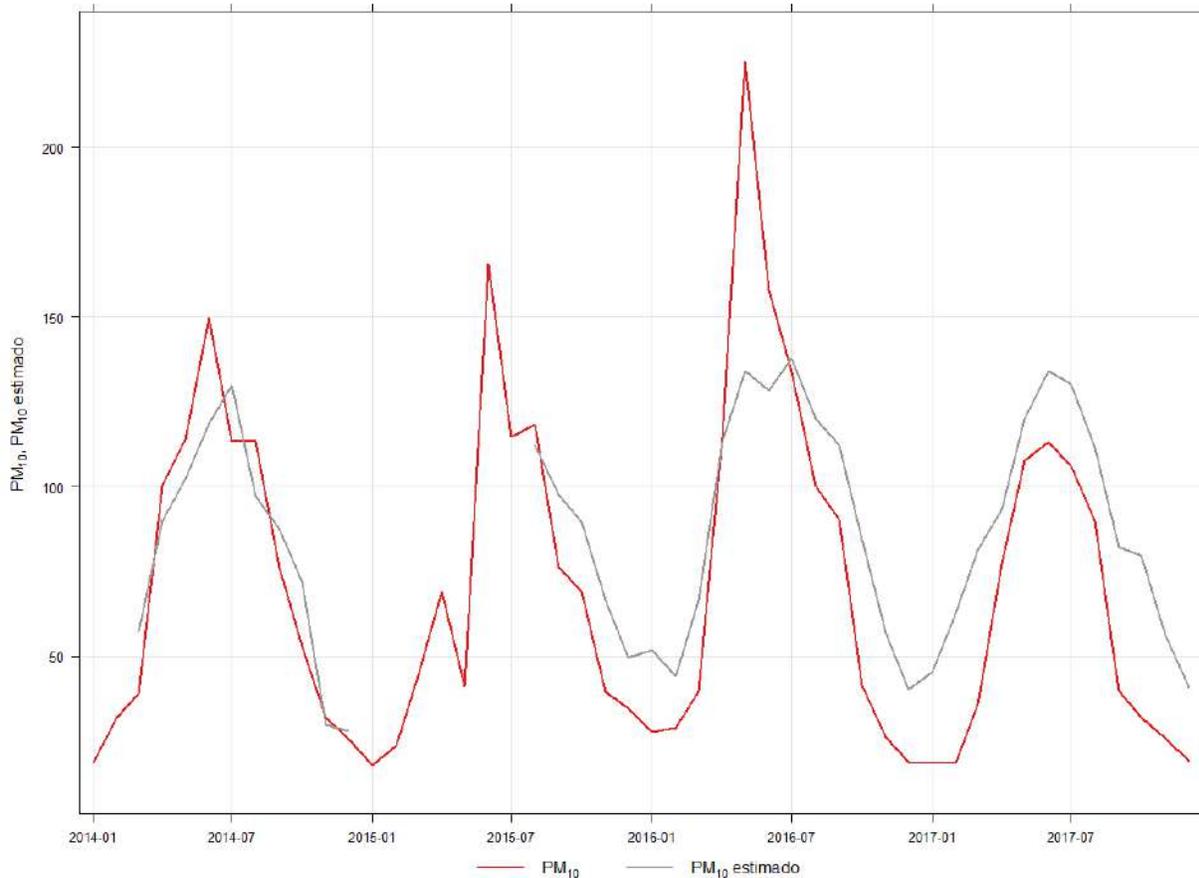
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-35: Promedio anual de concentraciones MP10 según modelo 2

Año	PM10 [ug/m3]	PM10 estimado [ug/m3]	ΔMP10 [ug/m3]
2014	82.55	73.42	-9.13
2015	77.20	80.14	2.94
2016	86.28	108.25	21.97
2017	63.48	93.79	30.31

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-16 Comparación entre datos de concentración mensuales reales y estimados por el Modelo 3



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-36 Promedio anual de concentraciones MP10 según modelo 3

Año	PM10 [ug/m3]	PM10 estimado [ug/m3]	Δ MP10 [ug/m3]
2014	71.99	81.73	9.74
2015	63.55	76.71	13.16
2016	82.68	90.14	7.46
2017	57.60	86.39	28.79

Fuente: Elaboración propia

4. Análisis comparativo de la implementación del programa

De manera de tener una evaluación más integral del programa de recambio de calefactores para Coyhaique se incorporará un análisis comparativo de los programas regionales de recambio. Esto permitirá identificar fortalezas y debilidades para cada programa y levantar buenas prácticas a implementar en el programa de Coyhaique.

4.1 Comparación con experiencias en otras regiones

Con este fin se realizan entrevistas con los responsables de cada uno de los programas de recambio de referencia en diferentes regiones con recambio: de la Araucanía (Temuco y Padre Las Casas), del Maule (Valle Central de Curicó, Talca y Maule) y O'Higgins (Valle Central de la Sexta Región), y de la región de Aysén (Coyhaique).

Las entrevistas son semi-estructuradas y se basan en los siguientes puntos a discutir:

- 1. Características generales del programa:**
 - a. Años en que se ha aplicado
 - b. Encargados del programa
 - c. Presupuesto y origen del financiamiento (por año)
 - d. Número de recambios realizados por año y tecnología

- 2. Diseño del programa:**
 - a. Etapas consideradas en el proceso y duración
 - i. Postulación
 - ii. Verificación de domicilio
 - iii. Instalación
 - iv. Seguimiento
 - v. Evaluación
 - b. Responsables de cada etapa (productoras, consultoras de apoyo, etc.)
 - c. Mecanismos de difusión del programa (avisos, panfletos, reuniones, dípticos, etc.)

- 3. Oferentes de equipos para el recambio**
 - a. Criterios de selección de artefactos a ofrecer (criterios considerados en las bases de licitación)
 - b. Costo del recambio (costo del artefacto, costo de instalación, entre otros)

- 4. Beneficiarios del recambio**
 - a. Criterios de selección de beneficiarios: (Población objetivo, características del grupo familiar, de la vivienda, etc).
 - b. Valor de los copagos
 - i. Leña

- ii. Gas
- iii. Pellet
- iv. Parafina
- c. ¿Cómo se determinan los montos de copago?
- d. ¿Han cambiado los copagos en el tiempo? ¿Por qué? ¿Cómo reaccionan los potenciales beneficiarios a este cambio?
- e. Bases para postular al beneficio
- f. Canales para la postulación al programa

5. Evaluación del programa

- a. ¿Realizan seguimiento a los beneficiarios?
- b. Encuesta de satisfacción
- c. ¿Han evaluado el programa?
- d. Atributos/características a considerar en la evaluación
- e. Fecha y resultados de la evaluación

La modalidad de la entrevistas es discusión por videollamada y luego se elabora una minuta de la reunión y una solicitud de información (las minutas se encuentran disponibles en el Anexo 9.1).

La Tabla 4-1 muestra una tabla resumen del número de recambios realizados por cada programa anualmente. La Tabla 4-2 presenta un resumen de las características relevantes de los programas de recambio, obtenidas de las entrevistas realizadas.

Tabla 4-1 Recambios históricos efectuados por los programas

Programa	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
Región de la Araucanía			4,000 ^a				4,000
Región del Maule			356	350	1,300		2,006
Región de O'Higgins	504		944		239	225	1,912
Región de Aysén (Coyhaique)			304	1,475	1,347	1,360	4,486

^aLos 4,000 recambios corresponden al periodo entre el 2015 y 2018

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-2 Comparación de los programas de recambio de calefactores

Campo Comparación	Región de la Araucanía	Región del Maule	Región de O'Higgins	Región de Aysén (Coyhaique)
Año de inicio del programa	2014	2015	2013	2014
Meta del programa	27,000 recambios (al menos 14,000 distintos de leña)	13,000 recambios	12,000 recambios	10,000 recambios (al menos 5,000 distintos de leña)
Líneas ofrecidas	Leña Parafina Pellet	Parafina Pellet	Leña (sólo el 2013) Parafina Pellet Gas	Leña (sólo el 2015 y 2016) Parafina Pellet Gas
Etapas	Postulación Preselección Validación de la información Selección Copago del beneficiario Instalación Seguimiento Servicio post venta	Postulación Selección Validación de la información Copago del beneficiario Instalación Seguimiento Evaluación Servicio post venta	Postulación Selección Validación de la información Copago del beneficiario Instalación Seguimiento (encuesta) Servicio post venta	Postulación Preselección Validación de la información Selección Copago del beneficiario Instalación Seguimiento Servicio post venta
Organización	Encargado regional (1) Profesional de apoyo (1) Apoyo post-venta (1) Consultora de apoyo	Encargados regionales (2) Consultora de apoyo	Encargados regionales (2) Consultora de apoyo	Encargado regional (1) Profesional de apoyo (3) no exclusivo Consultora de apoyo (sólo el 2018)
Consultora de apoyo	2015: \$54.500.000 - SICAM 2016: \$22.000.000 – SICAM 2017: \$40.000.000 -SICAM	2015:\$37.700.000 - SICAM 2016: \$12.200.000 – QSE 2017: \$110.950.000 – QSE (Incluye recambio 3 provincias) 2017: \$36.000.000-Productora Markservice Ltda. (Difusión recambio 3 provincias)	Nov 2014 – 2015: \$19.200.000 – SICAM (solo Rancagua) Octubre 2015 - 2016: \$39.800.000 – SICAM (17 comunas) 2017: \$22.000.000-Productora Karen Contreras (17 comunas)	-
Financiamiento	FNDR MMA	FNDR (2017 en adelante) MMA	FNDR (mayor parte) MMA	FNDR MMA
Mecanismos de difusión	Campañas de radio, televisión, diarios, internet y redes sociales Evento de lanzamiento	Campañas de radio, televisión, diarios, internet y redes sociales Charlas informativas o capacitaciones	Campañas de radio, internet y redes sociales Campañas en el mall Charlas informativas	Campañas de radio, diarios, internet y redes sociales Charlas informativas

Campo Comparación	Región de la Araucanía	Región del Maule	Región de O'Higgins	Región de Aysén (Coyhaique)
Criterios de selección de los equipos ofrecidos	Dependen de los fondos disponibles y de la selección de los organismos que proveen el financiamiento. A partir del 2017 se considera también la evaluación que realiza la SEREMI a las empresas	Potencia, Costo, Eficiencia y Emisiones	Potencia (se destaca que en la región el requerimiento de potencia es menor), Preferencia de las personas	Disponibilidad de los equipos, costos, potencia, experiencia en otros programas, historial de la empresa, entre otros.
Criterios de selección de beneficiarios	<ul style="list-style-type: none"> • Características del aparato antiguo • Presencia de población de riesgo (infantes menores a 5 años, tercera edad o personas discapacitadas en la vivienda) • Aislación térmica de la vivienda • Ubicación de la vivienda: se favorece si se encuentran dentro de la zona de restricción en episodios críticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Características del aparato antiguo • Presencia de población de riesgo (infantes menores a 5 años o tercera edad) • Aislación térmica de la vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> • Características del calefactor (antigüedad, uso) – ya no se usa la antigüedad por las dificultades en la verificación • Presencia de población de riesgo (infantes menores a 5 años o tercera edad) • Aislación térmica de la vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> • Características del calefactor (uso, tipo) • Presencia de población de riesgo (infantes menores a 5 años o tercera edad) • Aislación térmica y año de construcción de la vivienda • Ubicación de la vivienda: se favorece a las perteneciente a la zona urbana (no siempre)
Copago	Pre 2018: CLP\$70.000 independiente de la línea, excepto leña, que hasta el 2017 no tenía copago 2018: CLP\$80.000 cualquier tecnología	Pre 2018: CLP\$50.000 independiente de la línea 2018: CLP\$60.000 independiente de la línea	201:3 no hay copago 2014-2018: CLP\$50.000 línea pellet y CLP\$70.000 línea parafina Se espera gradualmente aumentar el monto a \$100.000 para todos los equipos	2014: CLP\$100.000 línea leña, Línea parafina no tenía copago 2015 – 2018: CLP \$30.000 independiente de la línea
Empresas proveedoras de equipos	El 2017: Nueva Energía, Yunque, Bosca, Toyotomi, 2D, Neoflam (Tabla 4-5) (SICAM, 2018)	El 2017: 2D Electrónica y Comercial e Importadora BBR S.A. (información recibida del MMA)	Entre el 2015 y el 2018 : Abastible, 2D Electrónica, Comercial e Importadora BBR S.A., Lipigas S.A. (Tabla 4-5)	El 2017: BBR, 2D Electrónica, C. de A. Ing. Ltda. y Abastible (información recibida del MMA)
Postulación	15-30 días Presencial y web	30 días, se espera reducirlo a 15-20 días Presencial y web (QSE, 2018)	20-30 días Presencial y web	2018: 20 días hábiles (ver Tabla 4-6) Presencial y web

Campo Comparación	Región de la Araucanía	Región del Maule	Región de O'Higgins	Región de Aysén (Coyhaique)
Verificación	<p>Se valida la información de todos los postulantes preseleccionados. Se descartan aproximadamente un 30% debido a incongruencias con la información de postulación. Entre las razones destaca:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El artefacto a retirar no es el declarado o no se encuentra en uso • No hay aislación térmica • Diferencias entre el grupo familiar (y su composición) declarado y el observado 	<p>Se verifica un porcentaje de los postulantes totales. Muchas postulaciones se invalidan por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El artefacto a retirar no es el declarado o no se encuentra en uso. 	<p>Se rechazan muchas postulaciones que no cumplen con los requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El artefacto a retirar no es el declarado o no se encuentra en uso (verificación visual). • No pertenece a la zona urbana (requisito de algunos periodos de recambio). 	<p>40 días corridos 30 días (sólo el 2018)</p> <p>Se verifica a todos los postulantes preseleccionados</p>
Seguimiento	<p>Encuesta de satisfacción y evaluación del proceso, se realiza después de la instalación, varía según los periodos de instalación. A partir del 2018 se realizarán encuestas a los beneficiarios del año anterior para evitar dejar beneficiarios sin encuestar y para poder incluir un periodo de uso en invierno en la evaluación.</p>	<p>Se realiza una encuesta de seguimiento una semana después de la instalación y luego una encuesta de satisfacción un mes después. A partir del 2016 se evalúan los equipos del año anterior para incluir periodo de uso en invierno.</p>	<p>Luego de la instalación (puede ser inmediatamente o luego de un tiempo) se realiza una encuesta de satisfacción (de la instalación y operación)</p>	<p>2018 Encuesta</p>
Post venta	<p>A cargo de las empresas de instalación. La SEREMI también recibe reclamos directamente que debe luego transmitir a la empresa correspondiente.</p>	<p>A cargo de las empresas de instalación. La SEREMI también recibe reclamos directamente que debe luego transmitir a la empresa correspondiente.</p>	<p>A cargo de las empresas de instalación. La SEREMI también recibe reclamos directamente que debe luego transmitir a la empresa correspondiente.</p>	<p>A cargo de las empresas de instalación. La SEREMI también recibe reclamos directamente que debe luego transmitir a la empresa correspondiente.</p>
Evaluación del programa	<p>Cada año se analizan los resultados de la encuesta de seguimiento para ver el nivel de satisfacción y aprobación del programa.</p>	<p>Evaluación anual, a cargo de la productora de apoyo</p>	<p>No hay</p>	<p>2018</p>

Campo Comparación	Región de la Araucanía	Región del Maule	Región de O'Higgins	Región de Aysén (Coyhaique)
<p>Oportunidades de mejoras identificadas por responsables</p>	<p>Las problemáticas son principalmente de tiempos y trabas administrativas, ya que los procesos de adquisición de equipos, instalación, etc. dependen de licitaciones y toman mucho tiempo.</p>	<p>Constante proceso de detección de problemas e implementación de mejoras. Principalmente mejoras en la plataforma web (exposición de la información y postulación) y en el establecimiento de protocolos para la obtención de fotografías del equipo a leña (durante la validación del domicilio y la información entregada).</p>	<p>Evaluación de pre factibilidad de instalación durante el proceso de verificación de domicilio. Menos rotación del personal encargado.</p>	<p>N/A</p>

Fuente: Elaboración propia

Luego de las reuniones realizadas con los encargados de los programa, se recibe información como respuesta al requerimiento. Adicionalmente se reúnen antecedentes de estudios o recolectados por la contraparte técnica (se encuentra mayor información en el Anexo 9.2). A continuación se resume la información más relevante.

Tabla 4-3 Consultoras de apoyo para cada PRC para el 2017

Región	Consultora	Monto	Responsabilidades
Maule	Productora Markservice Ltda.	\$36,000,000	Diseño e impresión de material de difusión Difusión: plan de medios (radio, web, redes sociales, televisión), charlas Postulación: orientación, postulación presencial
	QSE	\$114,000,000	Planificación e implementación de actividades de difusión Apoyo en implementación del PRC: orientar, revisar y verificar postulaciones, generar bases de datos, oficinas de atención, verificación en terreno, encuesta de consumo, gestionar copago y firmas Apoyar en seguimiento del PRC, post instalación: visita de seguimiento, gestión de reclamos, georreferenciación, informe de seguimiento
O'Higgins	Productora Karen Contreras	\$22,000,000	Diseño e impresión de material de difusión Difusión: talleres, publicaciones, ceremonia de otorgamiento Postulación: orientación, postulación presencial, taller Verificación: verificación en terreno de al menos 350 postulantes, encuesta de uso de leña Coordinación y gestión de copagos y firmas Generación de base de datos de postulantes y beneficiarios
Araucanía	SICAM Ingeniería	\$48,000,000	a) Planificar e implementar actividades de difusión en terreno del programa de recambio de calefactores. b) Apoyar en las actividades asociadas a las distintas etapas de implementación del programa de recambio de calefactores. c) Apoyar en las acciones de seguimiento del programa, post instalación de los calefactores.

Fuente: Elaboración propia a partir de información recibida del MMA

Tabla 4-4 Costos operativos de los PRC Regionales

Región	Item	Costo anual
O'Higgins	Personal (1) - Honorarios	\$15,000,000
	Administrativo	\$540,000
Maule	Personal (3) - Honorarios	\$35,460,000
	Personal (1) - Contrata	\$17,466,864
	Administrativo	\$540,000
Araucanía	Personal (2) - Honorarios	\$30,782,400
	Personal (1) - Contrata	\$29,493,600
	Administrativo	\$540,000

Fuente: Elaboración propia a partir de información recibida del MMA

Tabla 4-5 Costo de equipos, instalación y empresas de instalación para los recambios del 2017

Región	Fondos	Equipo	Empresa instalación	Costo Calefactor	Instalación	Copago	N° de equipos	Costo total	N° de Cuadrillas
O'Higgins	MMA	Rinnai	Lipigas	\$ 625,464	\$ 292,750	\$ -	63	\$ 57,847,482	2
		FV30T	BBR	\$ 545,000	\$ 100,000	\$ 70,000	250	\$ 140,000,000	3
		PS7500	BBR	\$ 1,016,000	\$ 85,000	\$ 50,000	110	\$ 115,610,000	3
		TOTAL						423	\$ 313,457,482
Maule	MMA y FNDR	PS7500	BBR	\$ 1,016,000	\$ 135,000	\$ 50,000	1103	\$ 260,635,000	5
		Pretty	2D Electrónica	\$ 927,010	\$ 135,000	\$ 50,000	1045	\$ 307,599,360	5
		FF 55T + FF V30T	BBR	\$ 1,348,000	\$ 165,000	\$ 50,000	619	\$ 192,505,000	5
		TOTAL						2767	\$ 760,739,360
Araucanía (primera compra)	MMA	Flora 7	Biorlegi	\$ 998,000	\$ 150,000	\$ 70,000	100	\$ 107,800,000	2 ^a
		Alaska	Yunque	\$ 864,999	\$ 178,500	\$ 70,000	89	\$ 86,641,411	4 ^a
		Ecosmart	Bosca	\$ 666,400	\$ 191,780	\$ 70,000	112	\$ 88,276,160	3 ^a
		PS7500	BBR	\$ 1,016,000	\$ 135,000	\$ 70,000	74	\$ 79,994,000	4 ^a
		FR 700F	BBR	\$ 1,029,000	\$ 150,000	\$ 70,000	45	\$ 49,905,000	
		FF55-T	BBR	\$ 820,281	\$ 125,000	\$ 30,000	30	\$ 27,458,430	2
		Keros	KEROS	\$ 579,000	\$ 90,000	\$ -	50	\$ 33,450,000	
		TOTAL						500	\$ 473,525,001
Araucanía (segunda compra)	GORE	Pretty	2D Electrónica	\$ 927,010	\$ 132,375	\$ 70,000	215	\$ 13,410,625	5
		Alaska	Yunque	\$ 864,999	\$ 178,500	\$ 70,000	280	\$ 30,380,000	
		PS7500	BBR	\$ 1,016,000	\$ 135,000	\$ 70,000	267	\$ 17,355,000	
		Rosso 9	BBR	\$ 773,500	\$ 191,780	\$ 70,000	100	\$ 12,178,000	
		FR 700F	BBR	\$ 1,029,000	\$ 150,000	\$ 70,000	173	\$ 13,840,000	
		Eco 380	Bosca	\$ 285,600	\$ 173,753	\$ -	474	\$ 82,358,922	
		Flora 7	Biorlegi	\$ 998,000	\$ 150,000	\$ -	86	\$ 12,900,000	
		TOTAL						1595	\$ 182,422,547
Coyhaique (primera compra)	FNDR	FF55	BBR	\$ 909,000	\$ 155,000	\$ 30,000	200	\$ 206,800,000	
		FF55T	BBR	\$ 819,000	\$ 130,000	\$ 30,000	200	\$ 183,800,000	
		PS7500	BBR	\$ 1,016,000	Paga MMA	\$ 30,000	100	\$ 101,600,000	
		Laser 73	BBR	Adquiridos	\$ 140,000	\$ 30,000	100	\$ 11,000,000	
		Pretty + kit	2D Electrónica	\$ 927,010	Paga MMA	\$ 30,000	350	\$ 324,453,500	
		Italy 6000	C. de A. Ing. Ltda.	\$ 876,990	Paga MMA	-	156	\$ 136,810,440	
	MMA	Italy 6000	C. de A. Ing. Ltda.	\$ 876,990	\$ 195,000	\$ 30,000	111	\$ 115,660,890	
		Italy 6000	C. de A. Ing. Ltda.	Paga FNDR	\$ 195,000	\$ 30,000	156	\$ 25,740,000	
		Rinnai	Abastible			\$ 30,000	28	\$ 21,999,880	
		Pretty + kit	2D Electrónica	Paga FNDR	\$ 134,000	\$ 30,000	350	\$ 36,400,000	
		PS7500	BBR	Paga FNDR	\$ 140,000	\$ 30,000	100	\$ 11,000,000	
		FF55T	BBR	Adquiridos	\$ 125,000	\$ 30,000	100	\$ 9,500,000	
TOTAL						1345	\$ 1,184,764,710		

^aEl n° de cuadrillas es para la instalación de los equipos adquiridos en las dos compras
Fuente: Elaboración propia a partir de información recibida del MMA

Tabla 4-6 Procesos de Postulación PRC Coyhaique

Año	Periodo de postulación	Tipos de calefactores			Criterios de evaluación
		Combustible	Proveedor/Marca	Copago	
2014	15 días corridos	Parafina	BBR S.A.	\$0	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de riesgo • Tipo de artefacto a leña • Aislación térmica^a • Año de construcción de la vivienda • Ubicación de la vivienda
		Leña	C. de A Ingeniería Ltda. (Amesti)	\$100,000	
2016	21 días corridos	Pellet	Toyotomi	\$30,000	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de riesgo • N° de integrantes en la familia • Tipo de artefacto a leña • Aislación térmica^a • Ubicación de la vivienda
		Parafina	Toyotomi	\$30,000	
		Leña	Amesti	\$30,000	
2017	30 días corridos	Parafina	BBR S.A.	\$30,000	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de riesgo • N° de integrantes en la familia • Personas con enfermedades respiratorias o discapacidad • Preseleccionado 2016 (no beneficiario) • Tipo de artefacto a leña • Ubicación de la vivienda • Aislación térmica^a
		Pellet	BBR S.A. Amesti 2D Electrónica	\$30,000	
		Gas		\$30,000	
	(2do llamado) 10 días corridos	Parafina	BBR S.A.	\$30,000	
		Gas	Abastible	\$30,000	
2018	20 días hábiles	Pellet	2D Electrónica Biorlegi Chile SpA.	\$30,000	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de riesgo • N° de integrantes en la familia • Personas con discapacidad • Tipo de artefacto a leña • Aislación térmica^a
		Parafina	BBR S.A.	\$30,000	

Fuente: Elaboración propia a partir de las Bases de Postulación para el PRC (Ministerio del Medio Ambiente, 2017c, 2017b, MMA, 2014, 2016d, 2018)

La elección de los equipos a ofrecer cada año depende de factores económicos (fondos disponibles y proveedores de los fondos) y de capacidad de calefacción (potencia, tipo de tecnología) y recurrentemente se considera el historial de la empresa proveedora de los equipos. Como se puede apreciar de la Tabla 4-2 todos los programas ofrecen las tecnologías de parafina y pellet, hay tres programas que ofrecieron u ofrecen leña y solo dos ofrecen gas. La razón para no ofrecer calefactores a gas es principalmente la poca disponibilidad de este combustible en la zona y el alto costo del combustible. Los programas que entregaron leña, han dejado de hacerlo o esperan quitar leña como posibilidad en el corto plazo, la excepción es Temuco y Padre Las Casas, donde el Gobierno Regional defiende la alternativa argumentando el arraigo cultural de la leña y la protección de las familias más vulnerables frente al alto costo de los otros combustibles.

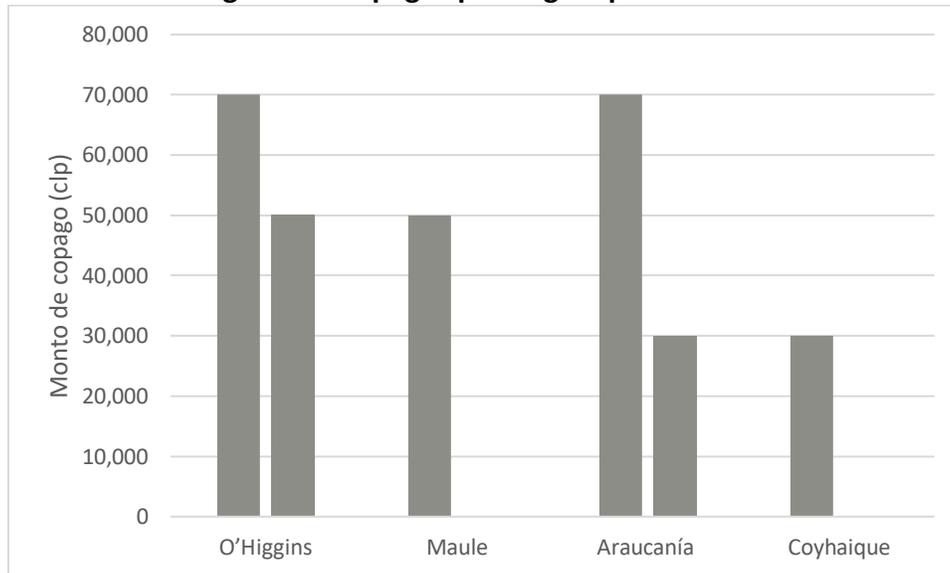
La organización es llevada a cabo por un número muy reducido de personal, apoyado en cada período de postulación por una consultora externa (con diferentes grados de responsabilidades). Los tres programas de recambio analizados funcionan con consultorías de apoyo, con responsabilidades y costos variables (Tabla 4-4). El financiamiento proviene desde el Gobierno Regional, vía FNDR, y desde el MMA, y la ejecución de este se realiza vía los convenios marcos que tiene el MMA con distintos oferentes.

Los mecanismos de difusión son casi los mismos para todos, aunque la sensación general es que no es necesario aumentarlo ya que se reciben muchas más postulaciones que los cupos que existen para los recambios. Sin embargo, se destaca que el alto interés por los programas de recambio, representan una oportunidad de difusión de información y educación ambiental que se complementa con el programa.

Todos los programas cuentan con criterios de selección de beneficiarios según el tipo de artefacto a leña que entregarán, presencia de grupos vulnerables (tercera edad, infantes, discapacitados) y aislación térmica del hogar. Esto se complementa, en la Araucanía y Aysén con la ubicación del hogar (relevancia por zona crítica o urbana).

El copago varía entre CLP\$30.000 y CLP\$100.000, como se muestra en la Figura 4-1 para el 2017, y todos los programas expresan intención de aumento de este copago de manera de aumentar la valoración, por parte del beneficiario, del beneficio (evitar la reventa) y aumentar la capacidad de recambio. Las razones para ello serían por una parte ayudar a la valorización del equipo por parte del beneficiario, así como apoyar económicamente el programa de recambio. Se destaca que aun así, el copago representa una fracción menor del costo de los distintos equipos.

Figura 4-1 Copagos por Región para el 2017



Fuente: Elaboración propia

El costo de los equipos mismos, para el 2017, varían entre los \$285,600 y \$1,348,000 lo cual genera gran variabilidad dentro de los costos totales a invertir, dependiendo de la tecnología y potencia principalmente (como se expone en la Tabla 4-7). Este mismo año, la instalación tiene menor variabilidad de costo, fluctuando entre los \$85,000 y \$292,750 pesos y varía entre 2 y 5 cuadrillas por empresa de instalación. Las empresas de adquisición del equipo en general son las mismas que realizan la instalación y estas fueron, el 2016 Lipigas, BBR S.A., 2D Electrónica, Biorlegi, Yunque, Bosca, Keros, C. de A. Ing. Ltda. Y Abastible.

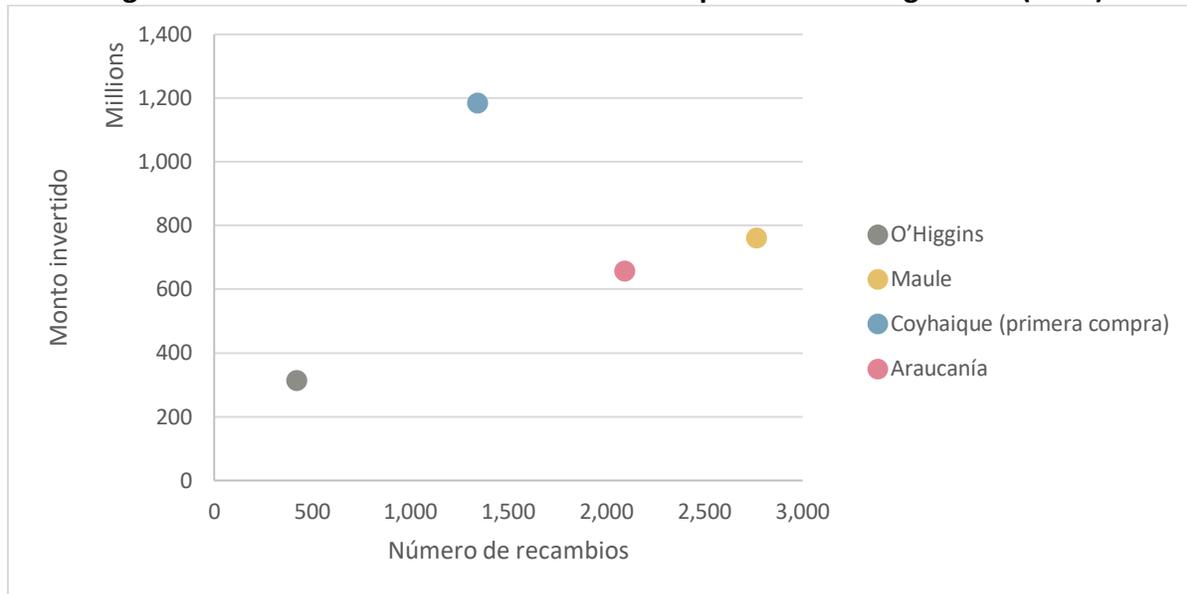
Tabla 4-7 Rango de costo de equipos según tecnología para los PRC Regionales el 2017

Tecnología	Costo (CLP)		
	Mínimo	Máximo	Promedio
Gas			\$ 625,464
Leña			\$ 285,600
Parafina	\$ 545,000	\$ 1,348,000	\$884,785
Pellet	\$ 666,400	\$ 1,016,000	\$923,807

Fuente: Elaboración propia

La inversión total para el programa anual de recambio varía entre regiones y no necesariamente según el número de equipos a recambiar, como se puede ver en la Figura 4-2.

Figura 4-2 Inversión vs número de recambios para los PRC Regionales (2017)



Fuente: Elaboración propia

Todos los programas cuentan con 7 etapas base:

1. Postulación: puede ser presencial o web. Generalmente dura entre 15-30 días
2. Selección (puede ser posterior a la verificación)
3. Verificación (a todos o una muestra de los seleccionados)
4. Copago: siempre previo a la instalación, puede haber rechazo del beneficio en esta etapa
5. Instalación: a cargo de la empresa proveedora
6. Seguimiento: encuesta de satisfacción
7. Postventa: a cargo de la empresa proveedora del equipo

La diferenciación es en una etapa adicional de preselección previa a la verificación, de manera de seleccionar entre postulantes que ya han sido validados. También se diferencian los programas en la etapa de seguimiento, ya que todos cuentan con una encuesta de satisfacción pero sólo la Región de la Araucanía y del Maule cuentan con evaluaciones del programa completo.

La razón principal para anular una postulación es la incoherencia entre lo declarado en la postulación y lo verificado durante la etapa de validación/verificación. Entre las principales incoherencias destaca:

- El artefacto a retirar no es el declarado o no se encuentra en uso
- Hay diferencias en la aislación térmica declarada y observada
- Hay diferencias en el grupo familiar declarado y la presencia de grupos vulnerables.

Al preguntarle a los representantes de los programas acerca de las oportunidades de mejora que ven dentro de sus procesos se menciona recurrentemente el tema de los tiempos, ya que estos están fuera de su control en algunas etapas (como las licitaciones para obtención de los equipos)

y en la postulación aún no se afinan los tiempos (en general se considera muy grande el periodo). También se mencionan las mejoras en la plataforma web, los sistemas de verificación de información, la posibilidad de evaluación de prefactibilidad y la necesidad de contar con personal que tenga experiencia en el programa.

Las postulaciones realizadas en los PRCs de Coyhaique (Tabla 4-6) han demostrado gran variabilidad en cuanto a su duración, y tecnologías a incluir en los calefactores. También se puede apreciar que los criterios de evaluación para seleccionar a los beneficiarios han variado, manteniendo siempre como factor los grupos de riesgo (tercera edad, infantes y embarazadas) tipo de artefacto y la aislación térmica de la vivienda. Luego del 2014 se incorpora el número de integrantes de la familia y el 2017 se agrega la presencia de personas con algún tipo de discapacidad o enfermedad respiratoria. Otros criterios tienen que ver con la ubicación de la vivienda (sectores con mayor contaminación), preseleccionados del año anterior que no recibieron el beneficio o el año de construcción (tiene que ver con la normativa de aislación térmica en la construcción).

4.2 Recomendaciones y propuestas de mejoras

En base a los resultados del análisis comparativo se recogen las mejores prácticas de los programas de recambio para generar una propuesta coherente que permita mejorar el programa en su eficiencia y eficacia en el logro los objetivos del programa.

Inicialmente se identifica la importancia del apoyo brindado por la consultoría de apoyo (presente en todas las regiones analizadas, como muestra la Tabla 4-3), la cual se podría aprovechar al máximo al determinar las responsabilidades, en particular las Regiones del Maule y de la Araucanía cuentan con una constante evaluación del programa completo, a cargo de la consultora de apoyo. Al externalizar la responsabilidad de la etapa de evaluación permite la estandarización de un proceso muy relevante para la mejora del programa. Esto permite la constante revisión de proceso para la detección temprana de problemas y generación de soluciones. Adicionalmente, el uso de una consultora externa genera el beneficio de una visión objetiva y experta, con una metodología creada en conjunto por el equipo consultor y los encargados del programa. En el caso de determinar la necesidad de apoyo por parte de una consultoría, se recomienda la revisión y determinación de las responsabilidades de manera de lograr un presupuesto directamente relacionado con las actividades a realizar (como se puede ver de la Tabla 4-3 el costo varía mucho).

Como recomendación se considera relevante la evaluación de los tiempos de postulación, ya que actualmente varían mucho sin tener condicionantes específicas para aumentar o disminuir estos tiempos (ver Tabla 4-6). Si se evalúa el desarrollo del proceso de postulación a lo largo de los diferentes programas se podrían identificar los factores relevantes que afectan la duración. De manera preliminar se identifica que tiempos excesivos para un número pequeño de recambios generan mayor carga en las etapas de selección y verificación, mientras que tiempos reducidos

para grandes números de recambios puede dejar fuera a potenciales beneficiarios. La determinación de un período justo para la etapa de postulación puede hacer más eficiente el uso de recursos para el programa. Actualmente, en la mayoría de las regiones, se cuenta con la posibilidad de un segundo llamado a postulación, sujeto a que en el primer llamado no se cumpla con la cuota de equipos a entregar en dicho programa. Esto puede ser una herramienta para justificar la reducción del periodo de postulación, sin dejar fuera a potenciales beneficiarios, aunque el número de recambios aún es limitado, por lo cual puede no ser necesario el segundo llamado.

Uno de los incumplimientos recurrentes encontrados al momento de verificar la información entregada en la postulación es la declaración errónea del tipo de artefacto a leña a entregar. Con el fin de minimizar esta problemática (y no malgastar recursos al verificar y descartar postulaciones), se propone la generación de una guía para la correcta identificación de los tipos de artefactos a leña y hacer disponible dicha guía en el formulario web de postulación. Esto permitiría evitar errores genuinos al momento de declarar el tipo de calefactor y disuadir la falsa información al notar, además la descalificación si es que esta información no es verídica. Actualmente los programas regionales cuentan con una guía de identificación de artefactos a leña pero en otros documentos, por ejemplo en las guías de calefacción sustentable o en las charlas informativas. El hacer la guía disponible de manera inmediata durante la postulación podrá aumentar la probabilidad de que los postulantes accedan a ella y disminuir los rechazos por errores de esta naturaleza.

Es importante para el programa de recambio en Coyhaique evaluar la necesidad de una evaluación de prefactibilidad de instalaciones de los equipos de calefacción. Al momento de postular los potenciales beneficiarios saben los equipos a recibir, pero no sus requerimientos específicos (de espacio, temperatura, posición, etc.), por lo cual no se sabe si su vivienda será compatible con el equipo a instalar. Se debiera identificar de manera previa a la postulación cualquier requerimiento que deba cumplir la vivienda de manera de poder instalar exitosamente el equipo y que funcione de la mejor manera posible, ya sea esto espacio, ductos de aire, materialidad de las paredes, entre otros. De esta manera, al momento de realizar la verificación de la información declarada en la postulación se puede evaluar la factibilidad e incluso recomendar una ubicación para la instalación (desde un punto de vista técnico).

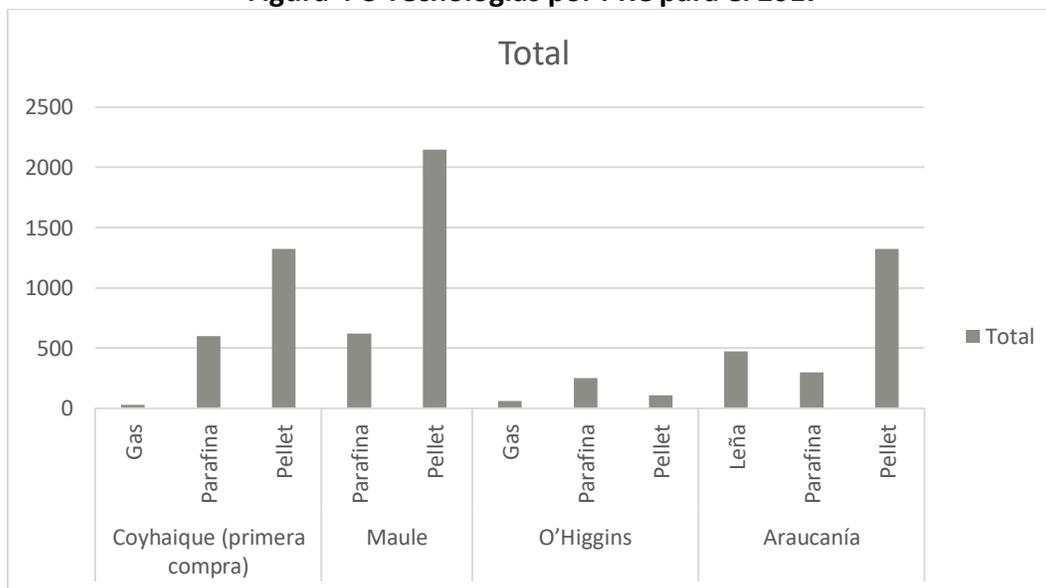
Como expresan todos los representantes de los programas de recambio, se recomienda el aumento del monto de copago, de manera de aumentar la valoración por el beneficio y evitar la reventa del equipo entregado (problema que ya ha ocurrido en Coyhaique). El monto de copago en Coyhaique es mucho menor que el de las otras regiones (como se aprecia en la Figura 4-1), y aun así la otras regiones buscan aumentar el monto para así también aumentar el número de recambios a realizar. Se recomienda el aumento gradual del copago, con un máximo de los montos de las otras regiones y evaluar, tras cada proceso, la aceptación de este aumento y el efecto en general que tenga este aumento sobre las postulaciones. Se destaca el hecho de que las regiones que ya han aumentados sus copagos no han recibido rechazo de parte de los postulantes, ya que se comprende que el monto del copago es muchísimo más bajo que el precio

total del equipo y su instalación. Adicionalmente tendría un efecto en la valorización del equipo, incentivando su uso efectivo y disuadiendo la reventa de los mismos.

Adicionalmente se considera que el copago es una herramienta muy fuerte para el incentivo y desincentivo de ciertas tecnologías. Esto quiere decir que se diferencia el copago por línea de combustible de los calefactores, de manera que el combustible con menores emisiones (parafina y gas) tienen copagos menores y los con mayores emisiones (pellet y leña) tienen copagos mayores. De esta manera se busca que los postulantes prefieran los calefactores con menor copago y así se facilitaría la eliminación de la leña como opción de calefactor, en las regiones que aún se utilice. También se recomienda, para Coyhaique la introducción paulatina de calefactores eléctricos, como están planificando las regiones de O’Higgins y la Araucanía, ya que este calefactor no solo no tiene emisiones de material particulado (lo que motiva su regulación en los PDA), sino que tampoco genera emisiones locales nocivas para los habitantes de la vivienda.

En cuanto a la inversión, como se mencionó anteriormente, esta no necesariamente tiene relación directa con el número de equipos recambiados. La Figura 4-3 muestra que las dos Regiones que presentan mayor inversión (Figura 4-2), Coyhaique y Maule, son aquellas que generan mayores recambios por equipos a pellet, los cuales tienen el mayor valor promedio por equipo (Tabla 4-7). Se debe tener en consideración que la decisión de la tecnología y potencia de los equipos a ofrecer en el recambio serán factores determinantes al momento de definir el monto y número de recambios a realizar.

Figura 4-3 Tecnologías por PRC para el 2017



Fuente: Elaboración propia

Es relevante mencionar que el programa de recambio de calefactores, en todas las regiones, nace como una medida de reducción de emisiones en un contexto de Planes de Descontaminación Ambiental. La Estrategia de Planes de Descontaminación 2014-2018 (Ministerio del Medio Ambiente, 2014) plantea que los PDA son instrumento de gestión de la calidad del aire que tienen por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona saturada por uno o más contaminantes.

En particular, para las zonas del sur del país, dado que la principal fuente emisora es el uso de leña para calefacción, la Estrategia está enfocada en promover una calefacción sustentable. En cada uno de los planes se incluyen medidas que tienen por objetivo diversificar la matriz energética de la calefacción domiciliaria, comercial y pública.

La segunda medida estructural para los PDAs del sur es “la sustitución de sistemas de calefacción contaminantes por sistemas eficientes y con menos emisiones, el cual tiene por objetivo reducir las emisiones a la atmósfera pero también las de tipo intradomiciliarias” (Ministerio del Medio Ambiente, 2014; MMA, 2016b). Estableciendo claramente la finalidad principal del programa de recambio la disminución de las emisiones tanto atmosféricas como intradomiciliarias. Esto actúa como un argumento a favor de la generación de incentivos económicos al uso de tecnologías más limpias por medio de copagos diferenciados, planteado anteriormente. Pero, además, esto actúa como un argumento en contra de la consideración de la aislación térmica del hogar como criterio para la selección de beneficiarios.

Se debe analizar la consistencia de las medidas y criterios con el objetivo del programa completo. Ya que se puede inferir que aquellos hogares que cuenten con menor aislación térmica serán aquellos con mayor uso de calefacción a leña, por lo cual obtendrán mayores beneficios al cambiar su calefactor principal. Si bien se comprende que la exigencia de aislación térmica busca la eficiencia en la calefacción (la cual se presenta como un objetivo más bien secundario del programa) se debe analizar la efectividad del programa al momento de alcanzar a aquellos potenciales beneficiarios más vulnerables y que obtendrán mayores beneficios en el recambio de su calefactor.

La búsqueda de eficiencia energética en la calefacción domiciliaria es objetivo de las medidas estructurales 1 y 4, mejoramiento de eficiencia térmica en viviendas y educación y difusión a la comunidad, respectivamente (MMA, 2016b). El PDA debe tener medidas con objetivos integrales, pero debe buscar lograr objetivos transversales sin comprometer los objetivos específicos de cada medida y así maximizar los beneficios a obtener a partir de la implementación de todas ellas de manera independiente y en conjunto.

Se propone realizar un análisis de los criterios a considerar, para la selección de beneficiarios. En particular, el criterio de aislación térmica de la vivienda, con el objetivo de generar estrategias para identificar, apoyar y proteger a aquellos postulantes que cuenten con todos los criterios excepto el de aislación térmica. Manteniendo siempre en consideración que esta estrategia no se vuelva un incentivo para que las personas no inviertan en aislación térmica para sus viviendas.

5. Encuesta a beneficiarios

Con la finalidad de caracterizar al usuario beneficiario del recambio, se busca elaborar una encuesta representativa a los beneficiarios del programa de recambio de calefactores a leña.

Las secciones a continuación presentan el diseño de la encuesta, como un proceso iterativo entre el equipo consultor, el equipo de GFK Adimark y la contraparte técnica (con el rol de validar y comentar a cada paso del diseño de la encuesta). Este diseño culmina con una versión preliminar de la encuesta que se somete a testeo

5.1 Diseño de encuesta

En esta sección se lleva a cabo el diseño de una encuesta a aplicar a los beneficiarios del programa de recambio de calefactores a leña. El contenido de la encuesta a diseñar deberá responder a los siguientes objetivos:

- Caracterizar el grado de satisfacción con el programa de recambio de calefactores
- Entregar insumos para la estimación de la disposición de copago por el recambio de calefactores
- Entregar insumos que mejoren los supuestos de operación asociados a la cuantificación del impacto de los programas de recambio

Siguiendo los objetivos planteados, de manera inicial se realiza una revisión de la información entregada por la contraparte técnica y se encuentran encuestas o resultados de encuestas en temáticas de calefactores tanto en Coyhaique como en otras zonas. Se revisan los contenidos, preguntas y estructura de cada una de estas encuestas y se recopilan para la generación del primer borrador de la encuesta.

Los documentos revisados y utilizados como insumo para el diseño de la encuesta son:

- Análisis de Emisiones Atmosféricas En Coyhaique (EnviroModeling Ltda, 2009)
- Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera (CDT, 2015a)
- Caracterización de artefactos de calefacción residencial: Coyhaique (MORI, 2015a)
- Encuesta de Satisfacción Post Instalación, Programa de Recambio de Calefactores 2017, Región del Maule (Ministerio del Medio Ambiente, 2017a)
- Elaboración de evaluación ex-post de Plan de Descontaminación Atmosférica Temuco (Universidad de Concepción & Instituto de Investigaciones Tecnológicas, 2017)
- Encuesta de Satisfacción, Programa de Recambio de Calefactores en las comunas Temuco y Padre las Casas año 2017 (SICAM, 2018)

Para la generación de insumos que permitan estimar la disposición de copago por el recambio, se espera que el diseño recoja las mejores prácticas para generar insumos relevantes. Cabe destacar las complejidades de realizar este análisis con encuestados que ya realizaron un copago

y que ya implementaron el recambio, así como las limitaciones que pudieran haber al extrapolar este resultado a grupos familiares que no hayan realizado el recambio.

El borrador inicial de la encuesta se revisa con Adimark de manera de utilizar su experiencia para lograr los objetivos planteados, la fluidez de la encuesta y la facilidad de entendimiento tanto para el encuestado como para el encuestador.

La encuesta preliminar a testear con el pretest, presentada en el Anexo 9.1, considera los siguientes contenidos:

- Identificación del beneficiario
- Caracterización de la vivienda
 - Personas que viven en la vivienda y su rango de edad
 - Año de construcción
 - Aislación térmica
- Desempeño del calefactor antes del recambio
 - Que combustibles utilizaba para calefaccionar su vivienda
 - Con respecto a cada combustible que declare utilizar: cuanto combustible consumía (mes más frío y mes promedio), cuanto gastaba en combustible (mes más frío y mes promedio), horas al día de uso del calefactor
- Desempeño del calefactor después del recambio
 - Que combustibles usa actualmente para calefaccionar su vivienda (incluyendo el aparato recambiado)c
 - Con respecto a cada combustible que declare utilizar: cuanto combustible consume (mes más frío y mes promedio), cuánto gasta en combustible (mes más frío y mes promedio)
- Operación del calefactor
 - Razón de elección de la nueva tecnología
 - Horas de uso diario (mes más frío y mes promedio)
 - Problemas con el calefactor
- Beneficios del recambio
 - Comparación con la situación antes y después del recambio: temperatura durante el día, temperatura durante la noche, gasto en electricidad.
 - Facilidad de uso, facilidad de conseguir combustible, uniformidad de la temperatura
 - Beneficios adicionales
 - Beneficios en salud, por rango de edad
- Proceso de recambio
 - Nota para cada tema/etapa: postulación, instalación, verificación, general, nuevo calefactor
 - Motivo de nota para calefactor
 - Problemas en etapa de instalación
- Disposición a pagar
 - ¿Si el copago hubiera sido el doble, habría participado en el programa?

- Pregunta de seguimiento en caso de que si/no, aumentando/disminuyendo el monto
- Recomendación del programa
- Perfil sociodemográfico
 - Respondió solo o acompañado y relación del acompañante con el beneficiario

5.2 Protocolos de selección de muestra y de aplicación

Para la correcta implementación de la encuesta diseñada y para el logro de los objetivos planteados se debe asegurar una muestra representativa de la población de interés. Con este fin se genera un protocolo de selección de muestra y de aplicación, para también asegurar la correcta implementación de la encuesta a lo largo del trabajo en terreno.

Para el caso del protocolo de selección de la muestra, este describe la estrategia de muestreo la cual incluye el diseño muestral, el cálculo del error muestral y la selección de la muestra, incluyendo las variables de estratificación que se definan. Respecto al protocolo de aplicación de la encuesta, este contiene la descripción del modo en que se seleccionan las viviendas/beneficiarios que serán encuestados junto con todas las indicaciones generales que se deberán entregar a los encuestadores al momento de la capacitación.

5.2.1 Protocolo de selección de muestra

El universo o población objetivo en el caso estudiado corresponde a todos los beneficiarios del Programa Voluntario de Recambio de Calefactores a Leña de la Región de Aysén, el cual para el periodo de 2015-2017 cuenta con un total de 3126 beneficiarios.

En cuanto al diseño muestral, debido a que el universo es finito (3126 beneficiarios), se realiza un diseño probabilístico de una etapa en base al total de beneficiarios, es decir, se sortea aleatoriamente (muestreo aleatorio simple) a los beneficiarios a encuestar en base a los datos contenidos en las bases de datos de beneficiarios junto a un muestreo estratificado aporportional⁸. Los estratos de la muestra se definen en conjunto con la contraparte técnica, y corresponden a los combustibles de los equipos recambiados:

- Leña
- Parafina
- Pellet
- Gas

⁸ La estratificación aporportional que asegura tener muestras mínimas y representativas de cada segmento identificado.

Tabla 5-1 Número de recambios en la Base de Datos por año y combustible

AÑO	LEÑA	PARAFINA	PELLET	GAS
2015	182	122	0	0
2016	500	940	35 ^a	0
2017		602	717	28
Total	682	1664	752	28
	21.8%	53.2%	24.1%	0.9%

^aNo se incluyen los 60 equipos recambiados en la Municipalidad de Coyhaique

Fuente: Elaboración propia

Para conseguir una muestra representativa considerando un error muestral de un 5%, se considera un tamaño de muestra de 350 encuestas a beneficiarios (342 para ser exactos), siguiendo la siguiente ecuación de cálculo de tamaño de muestra de universo finito.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde;

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población (total de beneficiarios)

σ = desviación estandar de la población (beneficiarios). Se considera 0.5

Z = 1.96 considerando un 95% de intervalo de confianza

e = error muestral, en este caso 5%

En cuanto a la selección del encuestado dentro de la vivienda se considera al beneficiario inscrito en la base de datos, el cual puede ser apoyado por un familiar para responder las preguntas de la encuesta (se identificará en la encuesta si contestó más de una persona y la relación que esta tiene con el beneficiario). Esto se decide ya que se requiere conocimiento en la participación del programa de recambio y conocimiento en cuanto al comportamiento de uso de calefacción del hogar.

Se unifica y consolida la información de los beneficiarios del programa para los años 2015, 2016 y 2017 para generar una Base de Datos única, con la identificación del beneficiario, sus datos de contacto y el combustible del calefactor recambiado. A partir de esta base de datos se identifican los beneficiarios a encuestar, esta selección estará condicionada por la contactabilidad de la persona y la veracidad de los datos de contacto.

Para la elección del encuestado el primer paso es dividir la base de datos en 4 bases, de acuerdo a las cuotas que tenemos para cada uno de los tipos de combustibles, estos números se ajustan para tener cantidades más fáciles de dividir entre encuestadores y se aumenta levemente para gas debido a lo pequeño de la muestra total (como se muestra en la Tabla 5-2). Luego se aleatorizó la base, y se entregó la cantidad necesaria de registros para que el jefe de terreno de la región pueda proceder con dos alternativas:

- a. Contactar directamente a la persona en la dirección que aparece en la base de datos y aplicar la encuesta.
- b. Contactar telefónicamente a la persona beneficiaria, concertar una cita, y asistir en terreno a aplicar presencialmente la encuesta.

Como se mencionó anteriormente, el número de encuestas totales a realizar se calcula sobre la base de un error muestral de un 5%. Al momento de estratificar la muestra en categorías, se busca obtener un porcentaje representativo para cada categoría, en este caso la estratificación es por combustible. De total de 350 encuestas se dividen entre cada combustible de manera tal que abarquen un porcentaje igual sobre cada uno. Como muestra la Tabla 5-2 esto queda en un 11% para cada combustible, excepto gas que tiene una muestra muy pequeña. Los errores muestrales por segmento son el resultado de la búsqueda de representatividad a nivel de la muestra completa, y de la búsqueda de una representatividad igual para cada segmento. En el caso de los segmentos, con la excepción del gas, es posible obtener análisis, aunque estos tendrán un menor nivel de confianza, ya que sus muestras son muy pequeñas y entregan un margen de error alto.

Tabla 5-2 Encuestas a realizar por tipo de combustible y su error muestral asociado

	Gas	Leña	Parafina	Pellet	TOTAL
Encuestas a realizar	10	75	185	80	350
	36%	11%	11%	11%	11%
Universo	28	682	1664	752	3126
Error Muestral	2.53%*	10.69%	6.80%	10.37%	4.94%

*La encuesta a realizar para los calefactores a gas no es representativa ya que el universo es muy pequeño, no se logra representatividad estadística

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Protocolo de aplicación de la encuesta

La selección de las viviendas/beneficiarios a aplicar la encuesta para obtener el tamaño muestral determinado, como se mencionó anteriormente responderá a un muestreo aleatorio simple considerando la variable de estratificación del combustible del calefactor recambiado.

En caso de existir rechazo, este beneficiario será reemplazado. Las posibles razones de rechazo corresponden a: 1) en la vivienda no hay nadie, 2) rechazo inicial a responder la encuesta, 3) en la vivienda no se encuentra la persona que cuenta con las características necesarias para responder la encuesta (persona inscrita en el programa). En el caso 2 se identificará un nuevo beneficiario aleatoriamente para responder la encuesta, mientras que en los casos 1 y 3 se intentará por una segunda vez, en otro horario de encontrar a la persona que puede ser encuestado y en caso contrario, se realizará lo descrito en el caso 2.

Como se mencionó anteriormente, la persona a encuestar debe ser el beneficiario inscrito en el programa de recambio, por lo cual se buscará la opción de agendar una visita para la aplicación de la encuesta.

Las características de la encuesta a aplicar son:

- Encuesta presencial de carácter anónima
- Cuestionario de 25 minutos de duración, aplicado con el uso de un Tablet
- Posibilidad de aplicar la encuesta a más de integrante del hogar cuando sea necesario para completar UN caso si es que el conocimiento respecto de lo consultado se encuentra distribuido en distintas fuentes (integrantes del hogar).
- Pretest de 20 casos, los que formarán parte de la muestra final.
- Capacitación vía Skype con el jefe de terreno y los encuestadores de la zona, de duración estimada en dos horas.
- Mínimo de 4 semanas de terreno y máximo de 6 semanas para la recolección de campo.
- Encuestas aplicadas en zonas urbanas de la ciudad de Coyhaique.
- Supervisión telefónica del 15% de la muestra.

La encuesta será aplicada en Tablet, soporte clasificado dentro del sistema de recolección CAPI (Computer Assisted Personal Interviewing). El uso de Tablet permite obtener las siguientes ganancias en el trabajo de campo:

1. Sistema de validación de información incorporado por programación de la encuesta que disminuye los errores por ingreso y evita las preguntas no aplicadas por el encuestador.
2. Optimización del tiempo del encuestador en terreno y menor carga de material.
3. Eliminación de dos unidades de la cadena de producción: el equipo de revisadores y el equipo de digitación, con el consiguiente ahorro de tiempo y disminución de fuentes de errores no muestrales.

El Sistema para encuestas que usan los Tablets de GfK Adimark corresponde a SurveytoGo, el que es una aplicación de captura de datos vía CAPI para dispositivos Android con autonomía offline posterior a la descarga de los cuestionarios. El envío de datos es de forma silenciosa, es decir, pues al momento de detectar una red wifi, comienza el envío de datos. Este último punto es relevante, dado que permite envío de datos independiente de la voluntad o recuerdo del encuestador.

Se supervisa el 15% del total de las encuestas, es decir, de las 350 encuestas, al menos 53 son recontactadas para supervisión. Las encuestas supervisadas se reparten entre el trabajo realizado por cada encuestador, implicando esto que no quedará ningún encuestador sin supervisar en el estudio.

La modalidad de supervisión es telefónica con contactación desde el equipo de supervisión localizado la RM, quienes reaplican algunas preguntas para control de la correcta aplicación de selección muestral y del instrumento de recolección de datos.

El equipo de supervisores, liderados por el Jefe de Calidad y Supervisión, opera como control de calidad de nuestra empresa y tiene máxima centralidad en la entrega de información a las diversas gerencias sobre cómo se está desarrollando el trabajo de campo. GfK cuenta un equipo de supervisores contratados que realizan supervisión telefónica y presencial de ser necesario.

Las encuestas podrán ser anuladas por dos motivos, los cuales se exponen a continuación:

- **Negación del encuestado sobre su participación en el estudio o no concordancia entre las respuestas de la encuesta y la supervisión:** El primer paso es contactar al encuestador para plantear las dudas e inquietudes. Si las explicaciones del encuestador no son satisfactorias, además de la anulación de la encuesta se evalúa su permanencia en equipo de encuestadores para este estudio y en GfK Adimark.
- **Detección de falseo:** El falseo de una encuesta corresponde a cualquier intervención voluntaria sobre la información consignada en el formulario. Cuando se detecte la acción de falseo por parte de un encuestador, en primer lugar se elimina a este encuestador del estudio (y por cierto de la nómina de encuestadores de GfK Adimark). Además, se supervisa el 100% de las encuestas que fueron entregadas por el encuestador para detectar todas las irregularidades de su trabajo. Si alguna encuesta no puede ser supervisada por algún motivo, quedará anulada de inmediato. Todas las encuestas con irregularidades son eliminadas de la muestra final.

Una vez implementada la supervisión y cuando se alcanza el número requerido de encuestas validadas, se limpia la base de datos (validación por sistema automático de ingreso de datos y revisión/unificación de las preguntas abiertas) y se entra la base de datos final.

5.3 Desarrollo de pretest

La finalidad del pretest es testear el diseño de la encuesta en una muestra reducida de manera de detectar tempranamente cualquier error o confusión de parte de los encuestados.

Se realizaron 20 encuestas como parte del pretest, aplicando la encuesta en su versión preliminar (disponible en el Anexo 9.2).

De manera general se validó la duración de la encuesta, con una duración promedio de 17 minutos un mínimo de 11 y máximo de 25. Esta variabilidad se debe principalmente a la diversidad de combustibles utilizados para la calefacción del hogar (mientras más combustibles utilizan sus aparatos de calefacción, más preguntas debe responder).

Un 50% de los encuestados respondió la encuesta solo, 45% acompañado por la pareja y un 5% acompañado por un hijo/a. En general no hubo problemas de comprensión de la encuesta, esta se desarrolló sin problemas, sin embargo, se detectaron ciertos problemas no previstos que requirieron acciones para abordarlos. La Tabla 5-3 expone las problemáticas encontradas y las acciones tomadas para abordarlas (los números de preguntas se refieren a la versión preliminar de la encuesta, disponible en el Anexo 9.2).

Tabla 5-3 Resultados pretest

Problema	Acción a tomar
Los encuestadores anotan montos en pesos y en miles de pesos	Se solicitará que se anote el monto completo, con un filtro que no permita valores menores a 1000 (a menos que la respuesta sea 0)
Se encontró un error en la base de datos, una persona que salía como beneficiaria con un artefacto de parafina declara haber recibido un aparato a leña	Se agregan dos preguntas iniciales, si es beneficiario del programa de recambio (si declara no serlo se termina la encuesta) y qué combustible utiliza el nuevo equipo (se continuará la encuesta según la respuesta declarada)
En la pregunta 50, ocurre que 8 casos entregan respuestas que el encuestador no pudo clasificar dentro de las opciones entregadas (es una pregunta de respuesta semi-abierta)	El no poder clasificarlas se debe principalmente a que las opciones están escritas de manera positiva. Se decide neutralizar las opciones y entregar ejemplos entre paréntesis de manera de guiar al encuestador para que clasifique correctamente las respuestas. Se agrega la opción de salud, que antes no estaba contemplada
Se encuentra que algunos encuestados declaran no tener el nuevo calefactor porque no lo utilizan	Se cambia la pregunta para incluir la opción de que aunque no lo usen se declare la tenencia. Se le aclara al encuestador que la respuesta de no uso (0 horas de uso y gasto 0 en combustible) se debe recoger. Se incluirán instrucciones específicas acerca de este tema en la capacitación

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se validan las unidades de medidas propuestas para los diferentes combustibles y la comprensión de las preguntas 6 y 24 que referencian un subsidio de leña entregado a las personas (los encuestados conocen el subsidio, aunque ninguno resultó ser beneficiario de este).

Se levanta la posibilidad de, al final de la encuesta, solicitar autorización para sacar una foto del equipo nuevo. De esta manera se podría verificar el estado del equipo.

A partir de este ejercicio se obtiene el diseño final de la encuesta a aplicar, este se encuentra disponible en el Anexo 9.5. El análisis del ejercicio de pretest, desarrollado por Adimark, se encuentra en el Anexo 9.4.

6. Aplicación de encuesta

En el presente capítulo se presenta los resultados de la aplicación de la encuesta. En los anexos que acompañan el presente informe se encuentra el detalle de las respuestas de cada uno de los participantes de la encuesta, así como otros campos de información procesada que permiten replicar todos los análisis presentados en el presente capítulo, así como realizar otros análisis que sean de interés del usuario de la base de datos.

6.1 Validación datos y caracterización de los encuestados

La Tabla 6-1 presenta el combustible del calefactor nuevo, de los beneficiarios encuestados, por año de recambio. La columna de la izquierda de cada año corresponde a la información de la base de datos (teórico) y la columna de la derecha (real) datos declarados por los encuestados.

Existen 4 casos con discrepancia, es decir, hay diferencias entre el dato registrado por la base de datos y el declarado por el beneficiario. El año 2016 existen dos casos, donde en vez de pellets, los calefactores utilizan kerosene y el año 2017 hay dos casos donde en lugar de leña el calefactor utiliza en un caso kerosene y en el otro pellet. Los casos con discrepancia representan el 1.1% por lo que no representa una diferencia considerable entre ambas fuentes.

Tabla 6-1 Número de recambios de calefactor según combustible y año

Combustible	2015		2016		2017		Total	
	Teórico	Real	Teórico	Real	Teórico	Real	Teórico	Real
Gas					10	10	10	10
Leña	17	17	58	58	2	0	77	75
Kerosene	10	10	110	112	64	65	184	187
Pellets	1	1	3	1	76	77	80	79
Total	28	28	171	171	152	152	351	351

Fuente: Elaboración propia

La caracterización de los encuestados según grupo etario y sexo se muestra en la Tabla 6-2: el 70.4% de los encuestados es mujer y el 48.1% de la muestra pertenece al grupo etario de 40 a 49 años, seguido por 21.1% que pertenece al grupo entre 30 y 39 años.

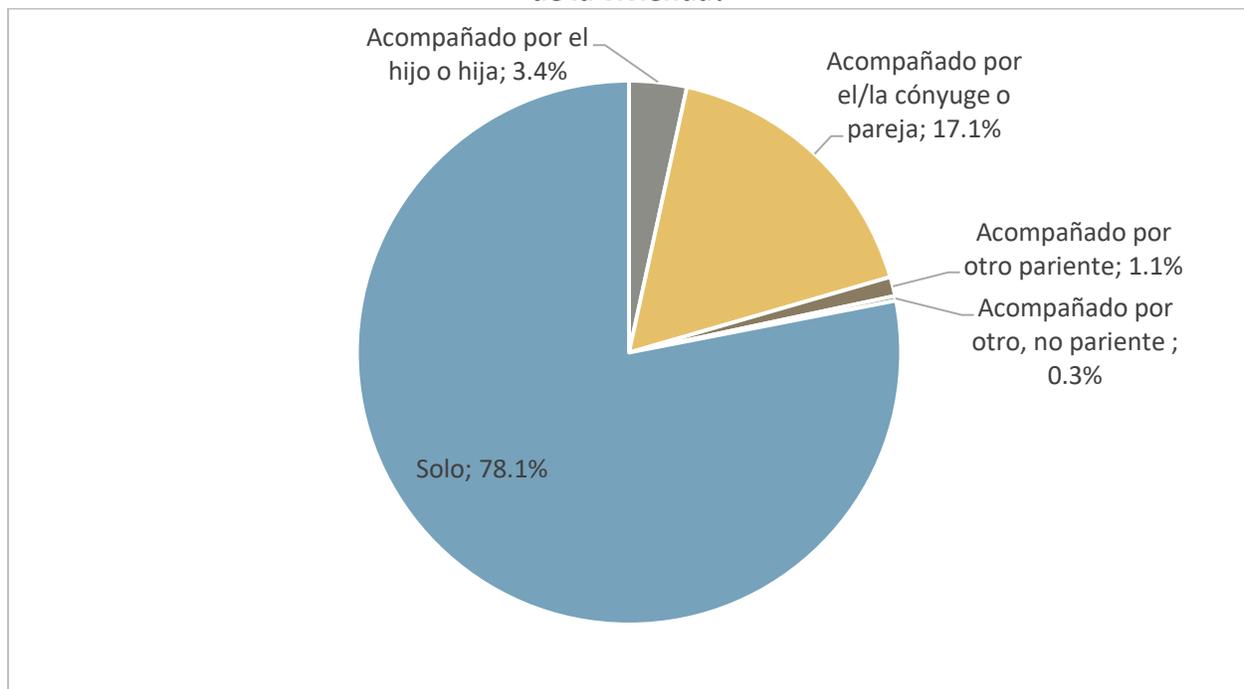
Tabla 6-2 Número de encuestados según grupo etario y sexo

Grupo Etario	Hombre	Mujer	Total
20-29	2	18	20
30-39	19	55	74
40-49	49	120	169
60-69	17	28	45
70-80	10	17	27
80+	7	9	16
Total	104	247	351

Fuente: Elaboración propia

La encuesta permitió la asistencia en las respuestas por otro miembro familiar, al respecto en la Figura 6-1 se presenta la distribución de la asistencia durante la aplicación de la encuesta. Solamente el 21.9% de la muestra respondió acompañado de alguien más, y de estos la mayor parte (el 77.9%) lo hizo acompañado de el/la conyugue o pareja.

Figura 6-1 ¿El encuestado respondió solo la encuesta o requirió asistencia de otro miembro de la vivienda?

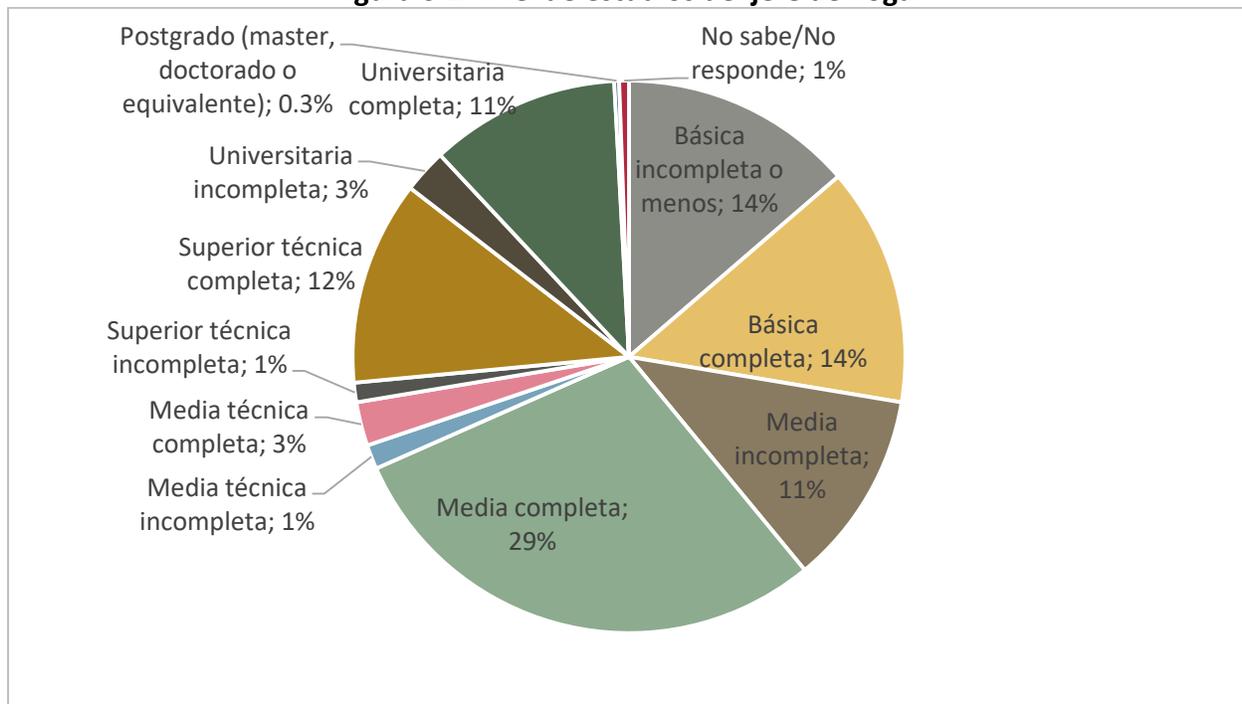


Fuente: Elaboración propia

El 76.4% de los encuestados respondió que era el jefe de hogar o el principal sostenedor de la vivienda. Luego se le preguntó por el nivel de estudios del jefe de hogar y los resultados se

muestran en la Figura 6-2. El 26.5% de la muestra no completó la enseñanza media o media técnica⁹ y solo el 23.4% completó estudios terciarios¹⁰.

Figura 6-2 Nivel de estudios del jefe de hogar



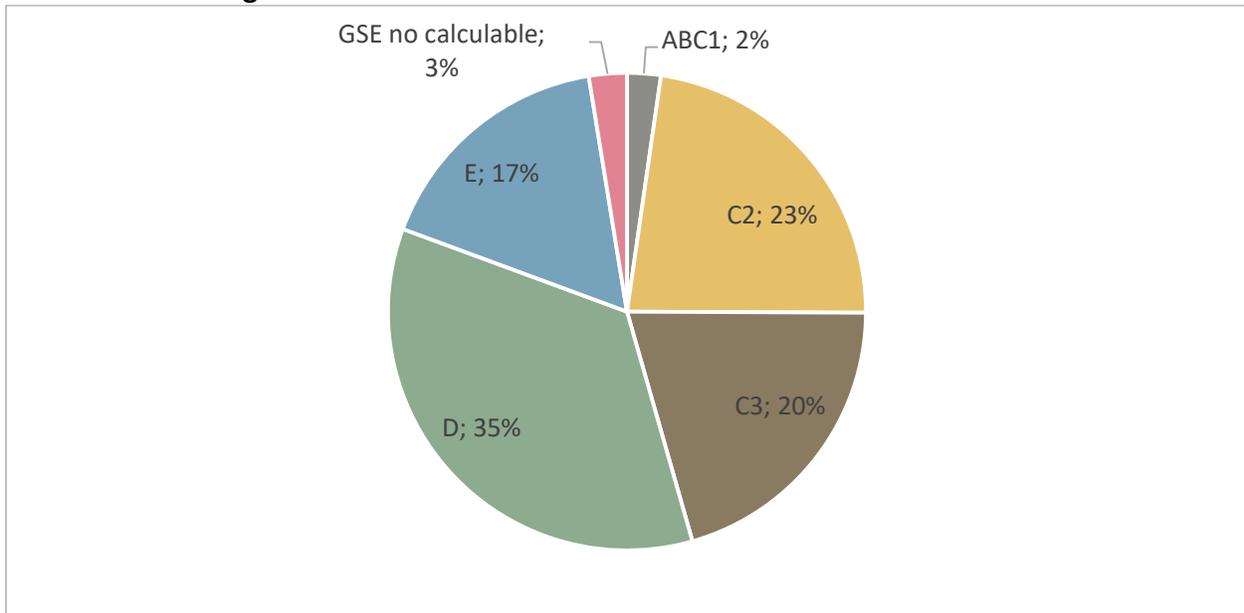
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6-3 se muestra la caracterización socioeconómica de la muestra, el 51.9% de los encuestados pertenece al grupo D y E y solo el 2.3% pertenece al grupo ABC1. El GSE no calculable, se debe a que no se conoce el nivel educacional u ocupación del jefe de hogar.

⁹ Considera “Básica incompleta”, “Media incompleta” y “Media técnica incompleta”

¹⁰ Considera “Superior técnica completa”, “Universitaria completa” y “Postgrado”.

Figura 6-3 Nivel socioeconómico de las viviendas encuestadas

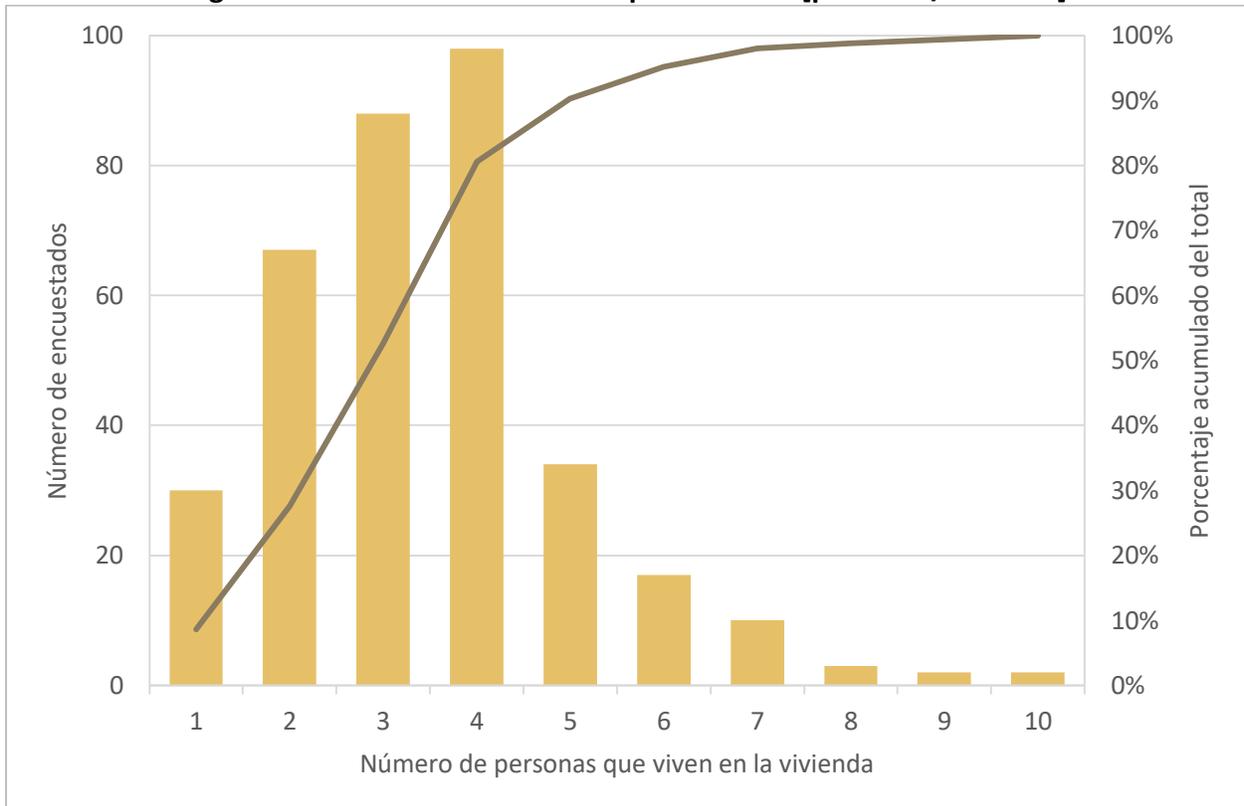


Fuente: Elaboración propia

6.2 Caracterización de habitantes y vivienda

En la Figura 6-4 se puede observar que aproximadamente un 80% de los hogares, está constituido por uno a cuatro integrantes, con un promedio de 3.5 personas y una desviación estándar de 1.6 personas.

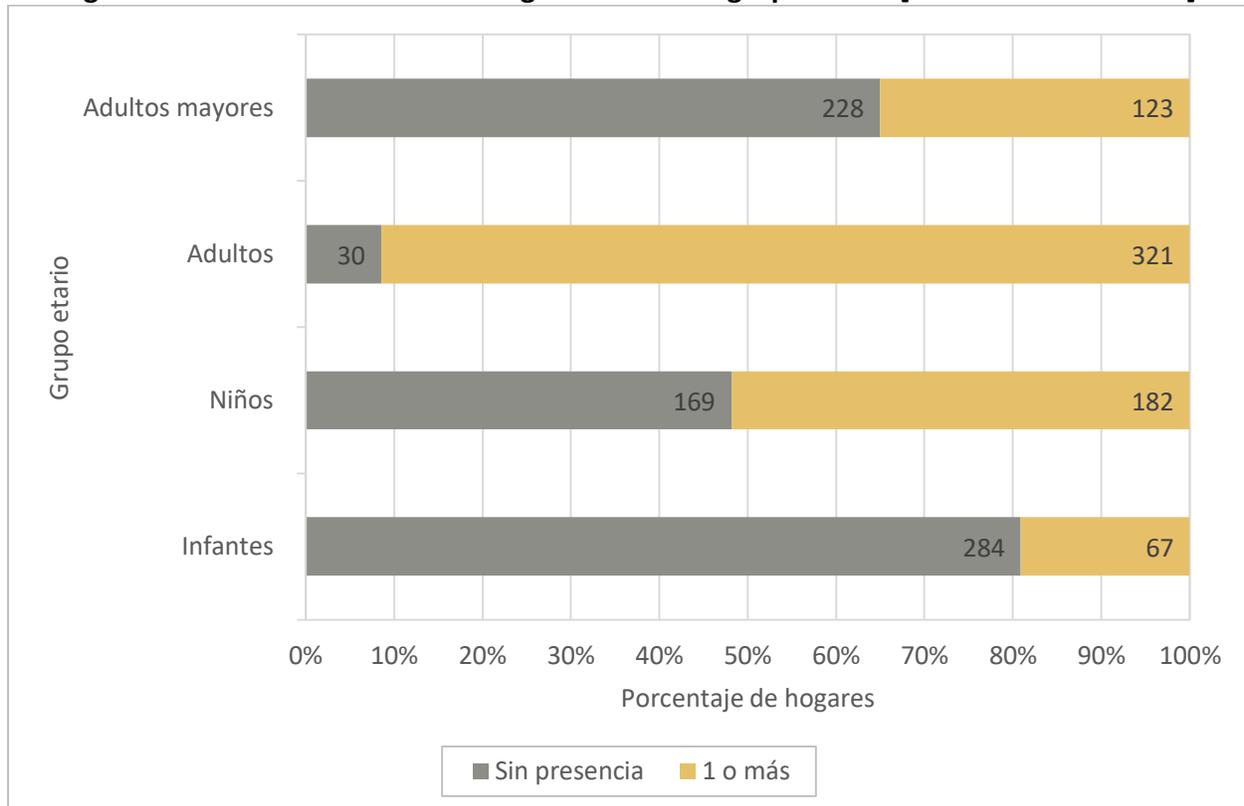
Figura 6-4 Número de habitantes por vivienda [personas/vivienda]



Fuente: Elaboración propia

Con el fin de analizar los grupos más vulnerables, se preguntó por la cantidad de infantes (menos de 5 años), niños (5 a 17 años) y adultos mayores (60 años o más) que viven en la vivienda, como se muestra en la Figura 6-5. En un 19% de los hogares hay presencia de infantes, de los cuales un 86.6% vive con solo un infante. Los niños están presentes en un 51.9% de los hogares y de estos el 59.3% vive con un solo niño, seguido del 33% de los hogares con dos niños. Finalmente, los adultos mayores están presentes en el 35% de los hogares, de los cuales un 66.7% vive con un adulto mayor y un 31.7% con dos adultos mayores. Cabe destacar que en el 54% de las viviendas habita por lo menos un integrante del grupo de riesgo (infantes y adultos mayores).

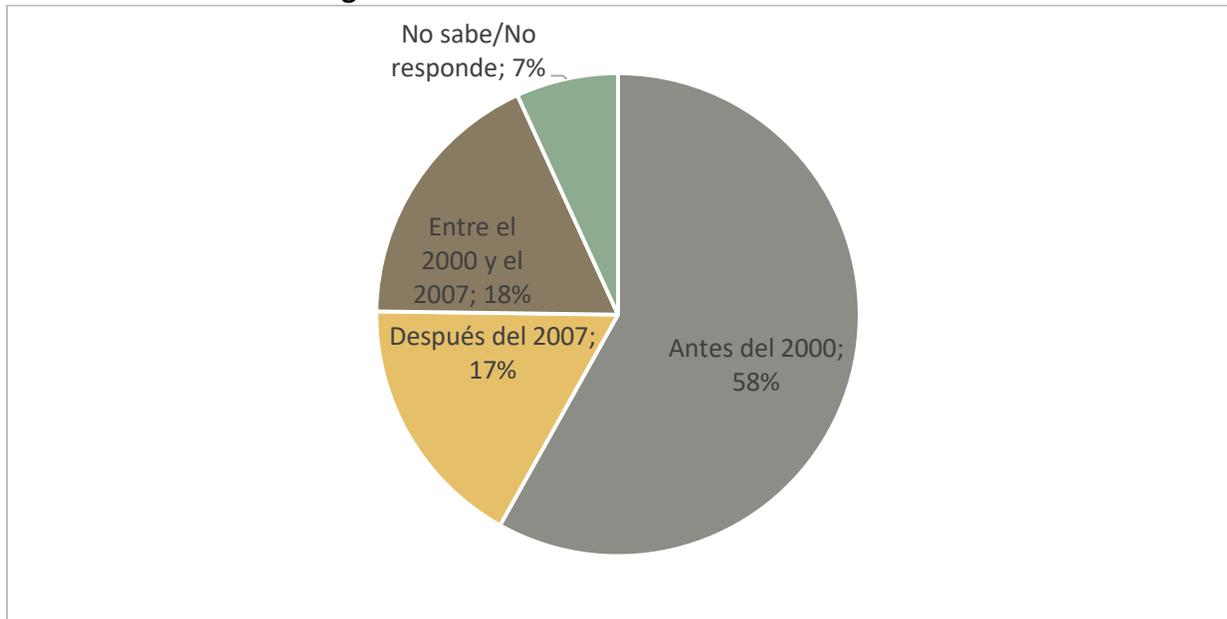
Figura 6-5 Viviendas clasificadas según cantidades grupo etario [número de viviendas]



Fuente: Elaboración propia

Para una mejor caracterización de la vivienda en cuanto a la aislación térmica, se preguntó por el año de construcción de las viviendas, en la Figura 6-6 muestran los resultados. La mayoría de las viviendas (58%) fue construida antes del 2000, cuando aún no entraba en vigencia la Reglamentación Térmica (RT). La primera etapa de la RT, entró en vigencia el año 2000 con requisitos de aislación térmica para la techumbre. Luego en el año 2007, con la segunda etapa, se amplió a los muros exteriores, los pisos ventilados y las ventanas.

Figura 6-6 Año de construcción de la vivienda



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la encuesta, el 40.2% de las viviendas ha realizado algún tipo de mejoras térmicas en la construcción. En la Tabla 6-3 se muestra el tipo de mejora (muros, ventanas, techo) realizada, de acuerdo al año de construcción de la vivienda.

Se puede observar que las viviendas construidas antes del 2000 son las que han realizado mayor cantidad de mejoras en los tres casos y se observa una clara disminución de mejoras en las viviendas construidas después de que entró en vigencia la RT, no así entre las viviendas construidas entre el 2000 y el 2007 y después del 2007, donde no se observan mayores diferencias. Se destaca que 31% de las viviendas encuestadas son previas al año 2000 y no cuentan con ninguna mejora.

Tabla 6-3 Mejoras térmicas en las viviendas [viviendas]

Año de construcción de la vivienda	Muros	Ventanas	Techo	NS/NR	Sin mejoras	Total
Antes del 2000	74	68	31	2	109	204
Entre el 2000 y el 2007	17	18	10	1	42	60
Después del 2007	13	13	9	2	42	63
No sabe/No responde	2	2	1	4	17	24
Total	106	101	51	9	210	351

Es posible que una misma vivienda haya realizado más de un tipo de mejora, por lo tanto la suma de los distintos componentes mejorables no es igual a al total de viviendas.

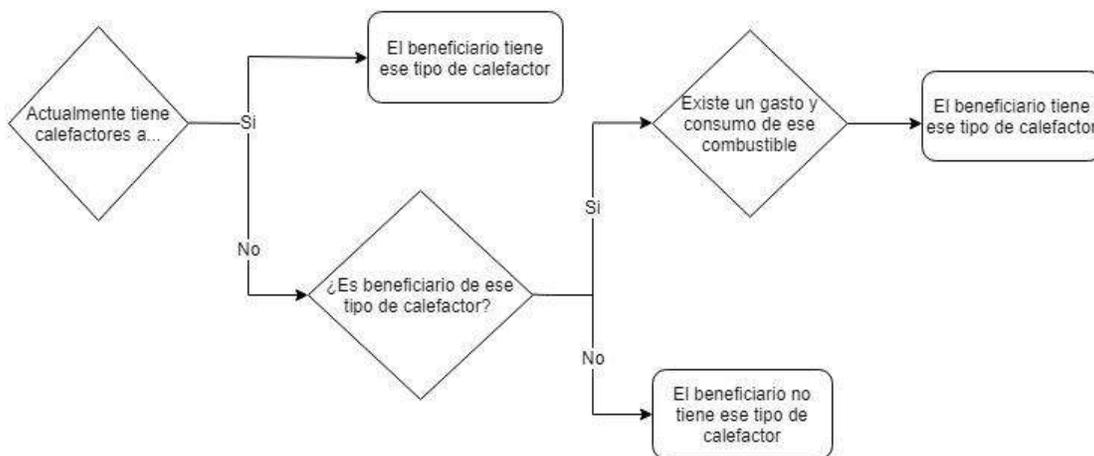
Fuente: Elaboración propia

6.3 Forma de calefacción antes y después del recambio

Se preguntó por los calefactores adicionales al de leña utilizados por los beneficiarios antes del recambio y se obtuvo que el un 32.5% de las viviendas utiliza algún calefactor adicional, y de estos el 85.1% utiliza un solo tipo de tecnología adicional. El tipo de combustible utilizado por los calefactores de las viviendas, antes y después del recambio se muestra en la Figura 6-8.

Es importante acotar que, se preguntó a los encuestados si actualmente en sus viviendas tienen calefactores que utilicen los distintos combustibles, sin embargo, esta variable se corrigió, como se muestra en la Figura 6-7.

Figura 6-7 Proceso de corrección de la variable

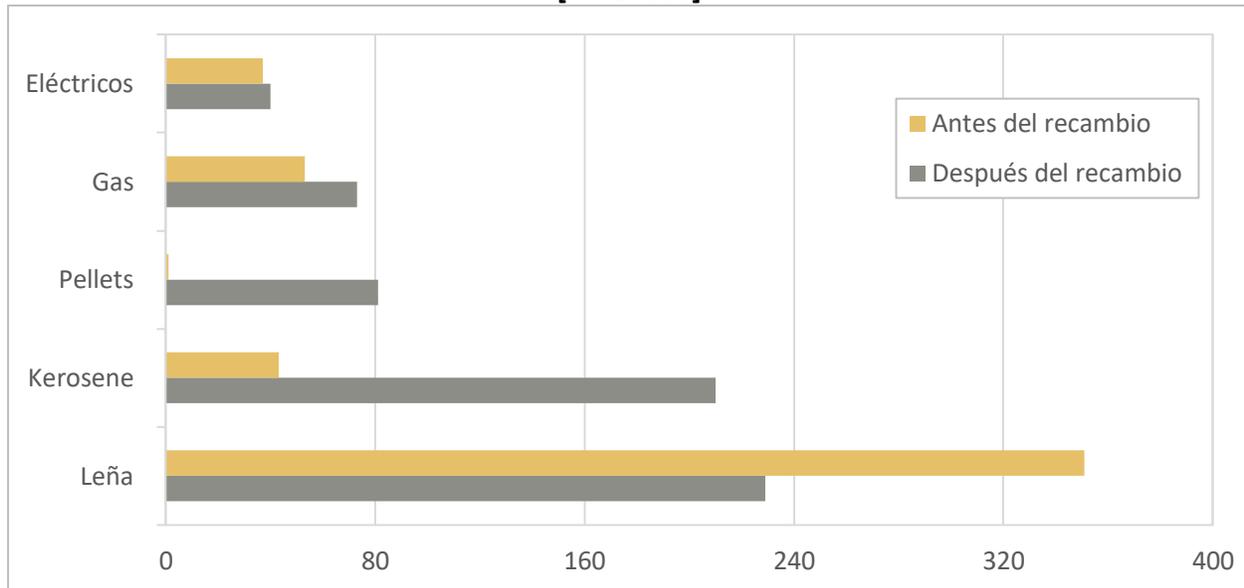


Fuente: Elaboración propia

Esta corrección se realizó solo para pellets y kerosene, donde encontraron casos que no concordaban. Existen tres casos donde el beneficiario adquirió un equipo a kerosene, pero después asegura no tener equipos que utilicen este combustible y tampoco gasta dinero en la compra de este.

Luego del recambio, se observa una disminución del 34.8% de viviendas, que dejaron de utilizar leña en sus calefactores. Por otro lado, el kerosene, fue el combustible más demandado luego del recambio, con un aumento del 47.6% de presencia en las viviendas encuestadas.

Figura 6-8 Caracterización por combustible de los calefactores antes y después del recambio [viviendas]



Fuente: Elaboración propia

La frecuencia y formato de leña que compran los hogares encuestados se muestra en la Tabla 6-4. Antes del recambio, el 49% de los hogares compra la leña mensualmente, seguido por un 37% que compra leña de manera anual. Respecto al formato de compra, gran parte (79%) lo hace por metros cúbicos y la siguiente preferencia es por medio de camionetas, correspondiendo solo el 13%. Se puede observar que de las personas que compran leña en formato de sacos, lo hacen semanalmente. Las personas que compran por camionetas, la mayoría (65.2%), lo hace anualmente, mientras que el formato de metros cúbicos tiene dos preferencias, anual y mensualmente con un 40.4% y 46.6% respectivamente.

Después del recambio, el 35.3% de las viviendas dejó de comprar leña. El formato de compra preferido aún es en metros cúbicos (81.1% de las viviendas). Además de las viviendas que compran en metros cúbicos, el 35.7% prefiere comprar anualmente y 30.4% lo hace mes a mes.

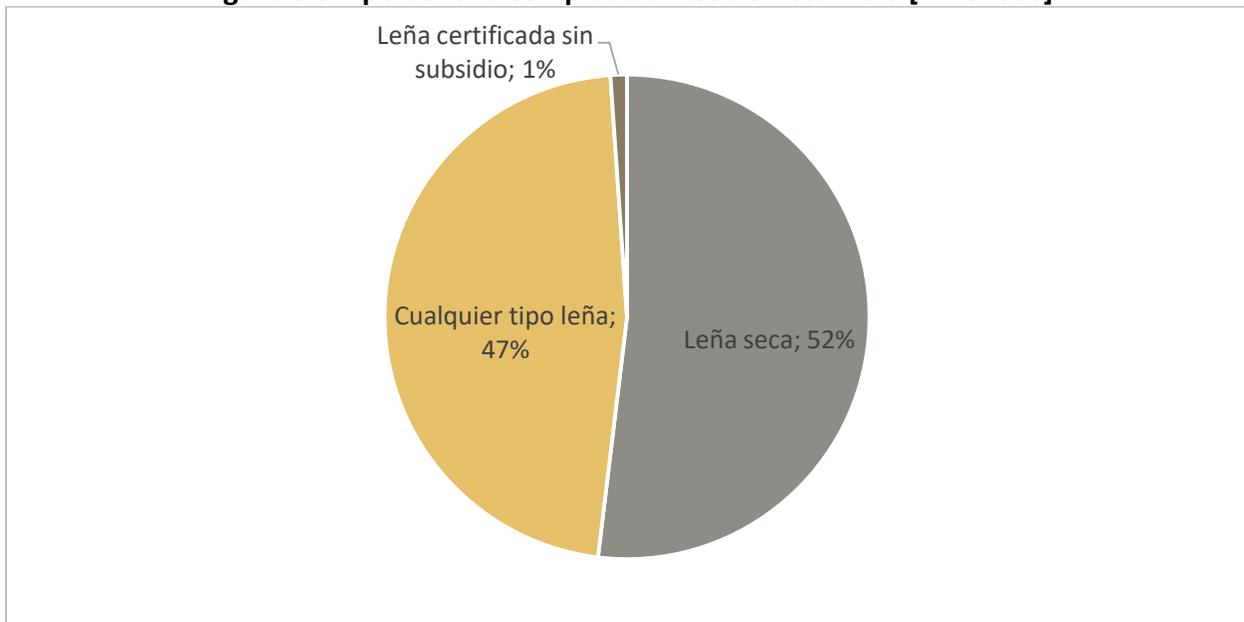
Tabla 6-4 Caracterización del proceso de compra antes y después del recambio [viviendas]

Formato	Antes del recambio				Después del recambio			
	Anual	Mensual	Semanal	Otra	Anual	Mensual	Semanal	Otra
Camionetas	10	30	0	6	8	14	0	4
Metros Cúbicos	112	129	8	28	81	69	5	29
Sacos	0	0	4	0	1	2	2	0
Kilos	0	0	0	0	0	0	0	1
No sabe/No responde	7	14	0	3	1	4	1	5
Total	129	173	12	37	91	89	8	39

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Figura 6-9 que antes del recambio en el 52% de los hogares se compra leña seca, mientras que en el 47% compra cualquier tipo de leña, esto es relevante ya que el porcentaje de la leña tiene un efecto directo en el factor de emisión asociado al calefactor (mientras más húmeda más emisión, ver Sección 3.3.1.2).

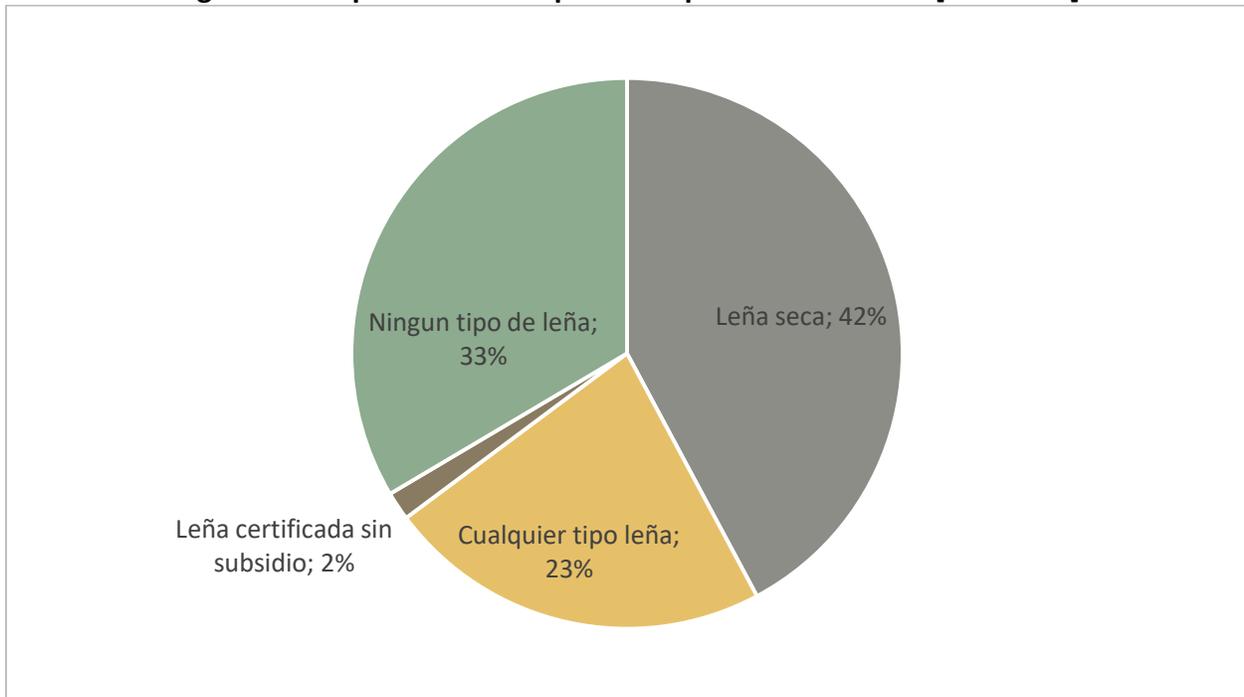
Figura 6-9 Tipo de leña comprada antes del recambio [viviendas]



Fuente: Elaboración propia

Al realizar esta pregunta después del recambio se obtuvo que en un 33% de los hogares no se compra leña, y si se consideran solo las viviendas que compran leña, el porcentaje de viviendas que compra leña seca aumentó a 63%, como se muestra en la Figura 6-10.

Figura 6-10 Tipo de leña comprada después del recambio [viviendas]



Fuente: Elaboración propia

6.4 Desempeño antes y después del recambio

La caracterización del tiempo de uso del calefactor se muestra en la Tabla 6-5 para el mes promedio y en la Tabla 6-6 para el mes más frío. Es posible observar que hubo una disminución de las horas de uso del calefactor en el mes más frío, con un aumento en el rango más bajo de uso y una disminución considerable en el rango de mayor uso. Además, se destaca que todos declaraban usar el calefactor antiguo, mientras en el caso del equipo recambiado hay un 8.5% de los casos en que no utilizarían el nuevo calefactor en el mes promedio, y en los meses frío llega a 1.4%.

Se realizó una corrección para el caso donde los encuestados contestaron más horas de uso en el mes promedio que en el mes frío. En estos casos, se consideró el valor más alto para el mes frío y el más bajo para el mes promedio.

Tabla 6-5 Horas diarias de uso en un mes promedio [horas/día]

Horas diarias de uso	Antes del recambio	Después del recambio
1 a 5 hrs	20.5%	30.8%
6 a 11 hrs	36.6%	39.6%
12 a 17 hrs	31.0%	16.2%
18 a 24 hrs	11.9%	4.8%
No usa el calefactor	-	8.5%

Fuente: Elaboración propia

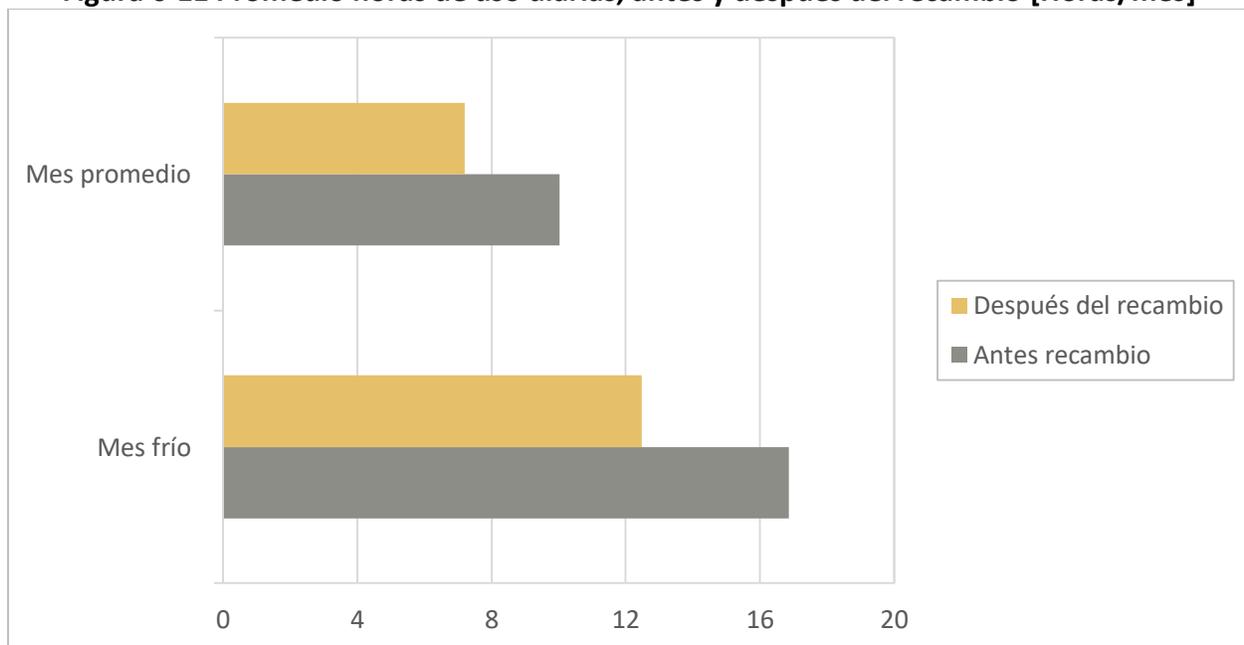
Tabla 6-6 Horas diarias de uso en el mes más frío [horas/día]

Horas diarias de uso	Antes del recambio	Después del recambio
1 a 5 hrs	4.8%	12.5%
6 a 11 hrs	18.8%	32.5%
12 a 17 hrs	24.4%	27.4%
18 a 24 hrs	52.0%	26.2%
No usa el calefactor	-	1.4%

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6-11 se muestra el promedio de horas diarias de uso del calefactor, en el mes más frío y el mes promedio. Se consideró la situación antes del recambio y después del recambio, con el fin de compararlas. Se puede observar que existe una disminución en el promedio de horas de uso, el cambio más significativo ocurre en el mes más frío, con una variación de 5 horas aproximadamente.

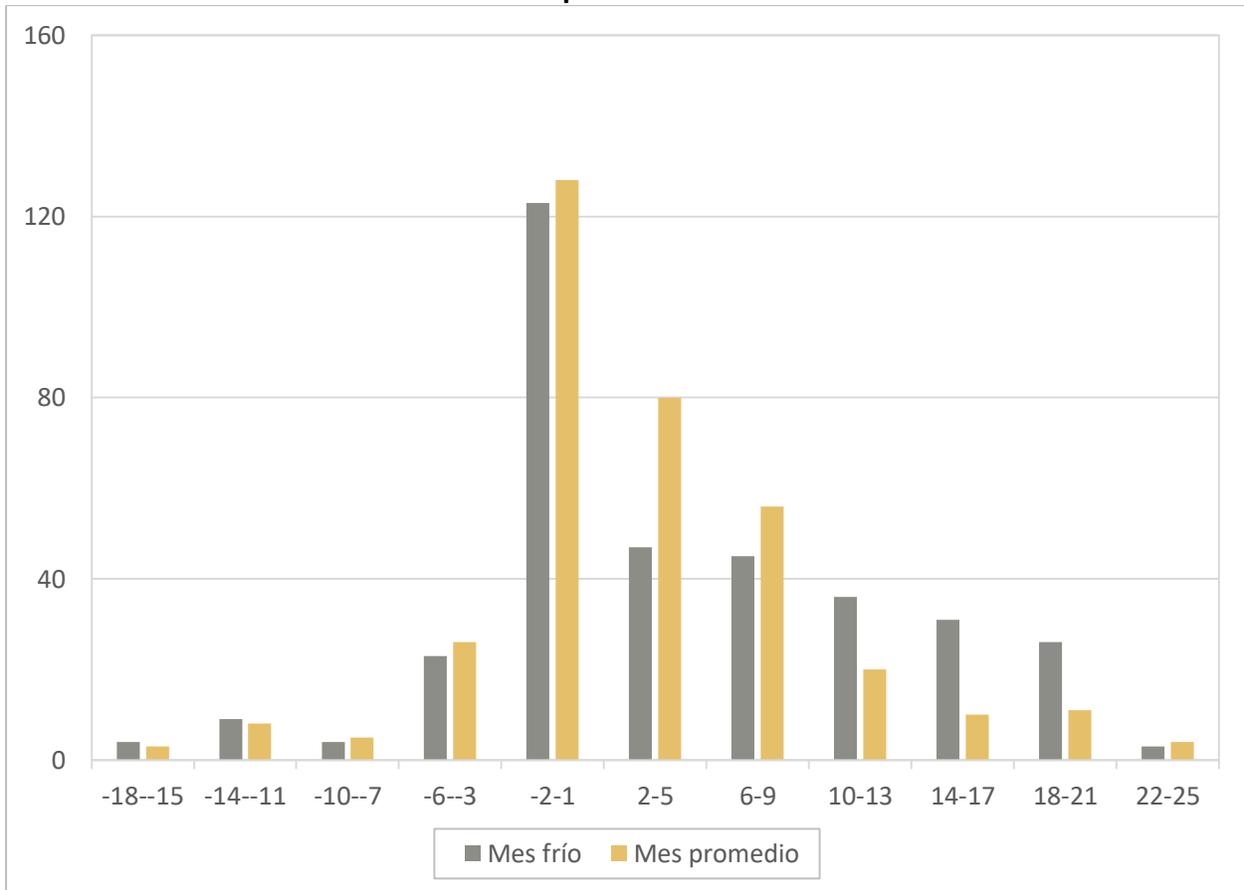
Figura 6-11 Promedio horas de uso diarias, antes y después del recambio [Horas/mes]



Fuente: Elaboración propia

Con el fin de obtener la variación caso a caso, se graficó la distribución del cambio de horas de uso, antes y después del recambio. Se consideraron las horas de uso para el mes frío y el mes promedio, como se muestra en la Figura 6-12. Las variaciones negativas indican que el encuestado utiliza más el calefactor después del recambio, el 16.2% y el 21.1% de los encuestados tiene una variación negativa para el mes frío y mes promedio respectivamente.

Figura 6-12 Cambios horas de uso antes y después del recambio, para el mes más frío y el mes promedio



Fuente: Elaboración propia

Los

Figura 6-13 Cambios horas de uso antes y después del recambio, para el mes más frío y el mes promedio en los encuestados con calefactor a leña.

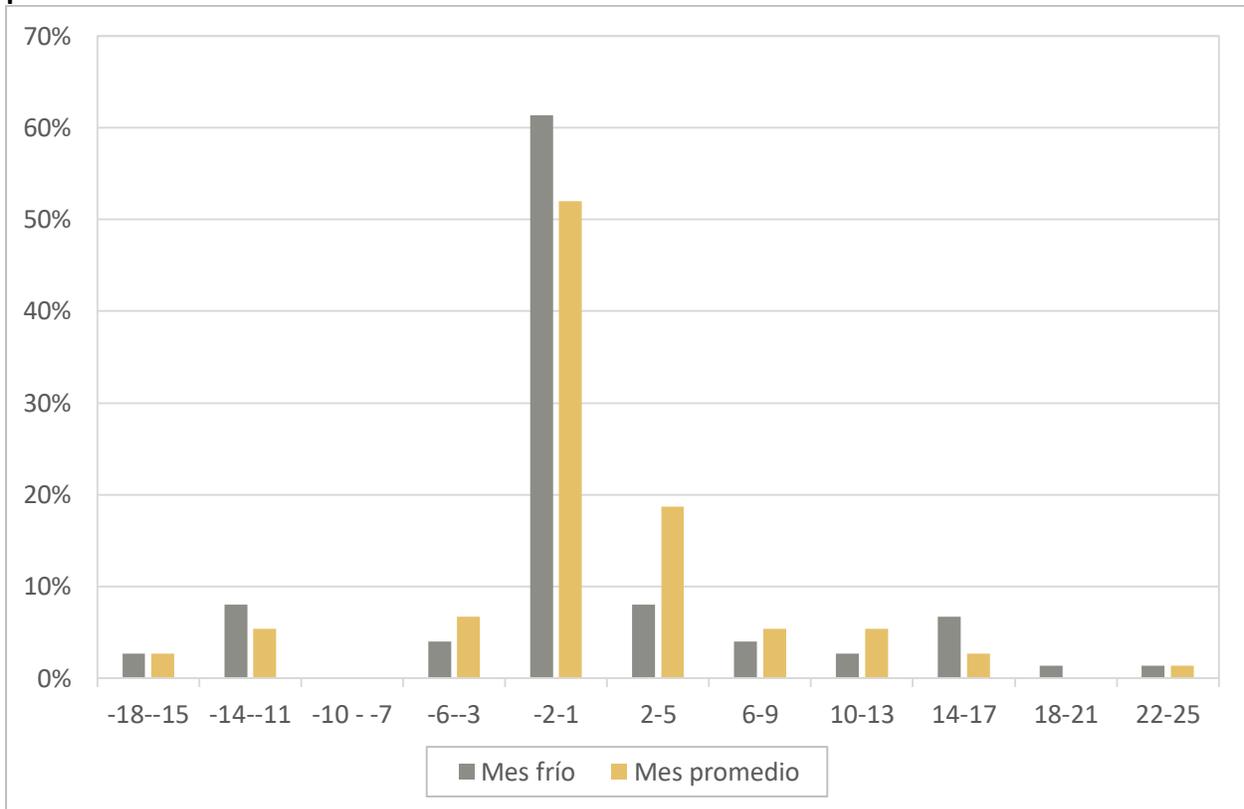


Figura 6-14 Cambios horas de uso antes y después del recambio, para el mes más frío y el mes promedio en los encuestados con calefactor a gas.

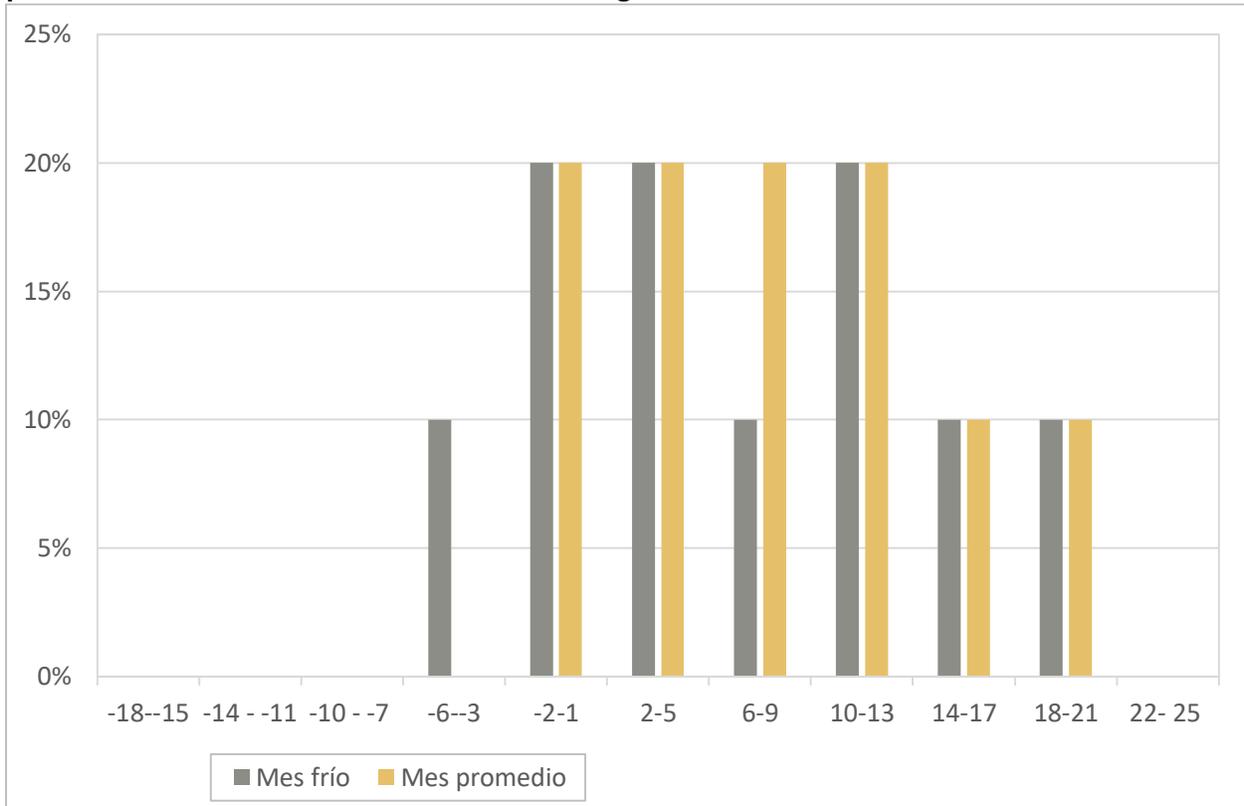


Figura 6-15 Cambios horas de uso antes y después del recambio, para el mes más frío y el mes promedio en los encuestados con calefactor a kerosene.

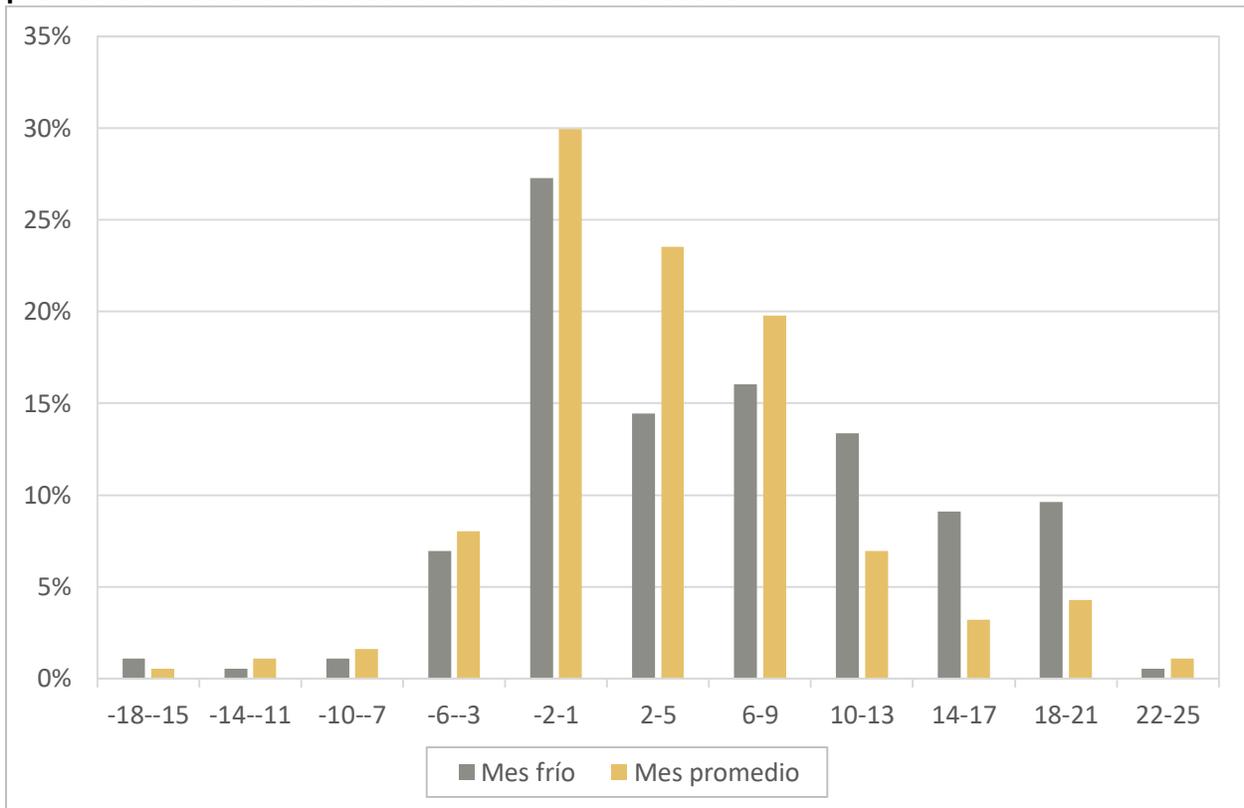
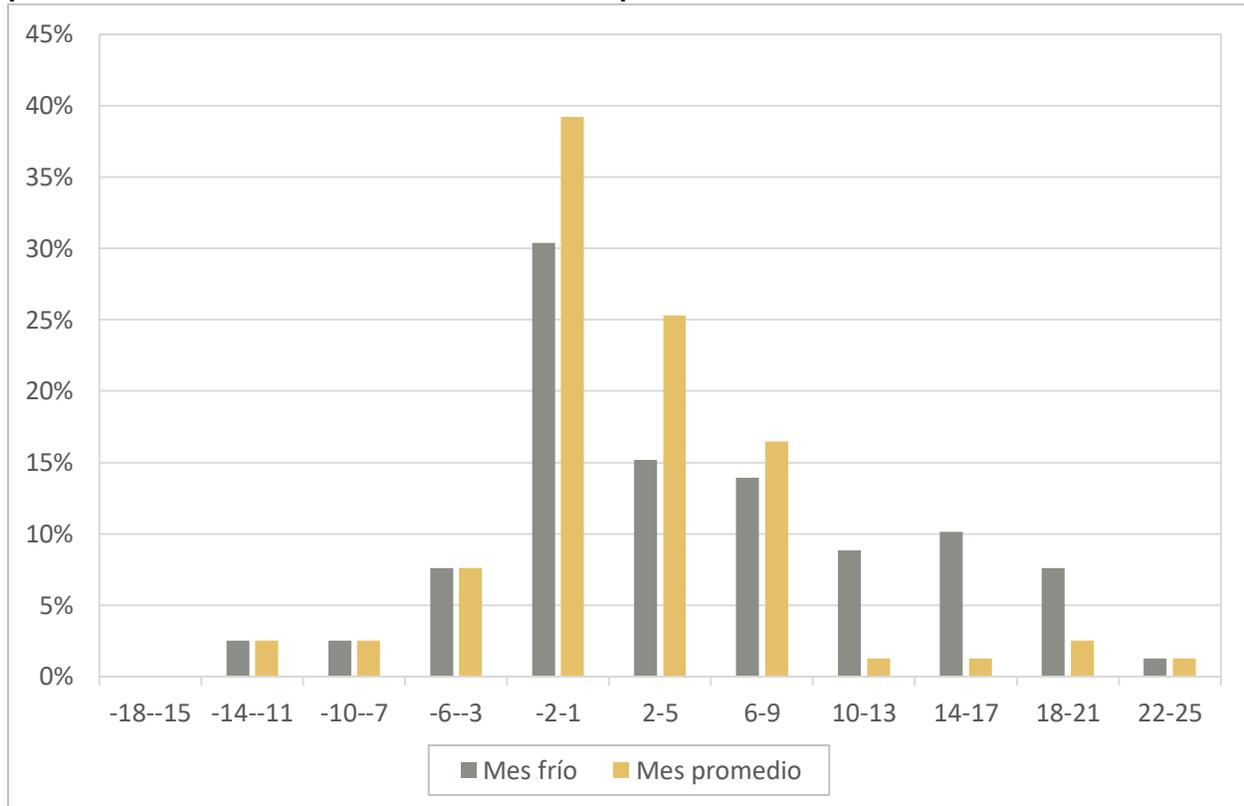


Figura 6-16 Cambios horas de uso antes y después del recambio, para el mes más frío y el mes promedio en los encuestados con calefactor a pellets.



El monto gastado en leña antes y después del recambio, se puede ver en la Tabla 6-7. Para la situación después del recambio se consideraron todas las viviendas que dejaron de consumir leña por lo tanto el promedio bajó un 42.2%, la desviación estándar no tuvo variaciones significativas.

Tabla 6-7 Monto pagado por leña antes y después del recambio [CLP/año]

Leña	Promedio	Desviación estándar
Año anterior al recambio	\$ 464,190	\$ 278,832
Después del recambio	\$ 268,052	\$ 281,533

Fuente: Elaboración propia

Los encuestados que dejaron de consumir leña, gastaron en otros combustibles, por lo tanto en la Tabla 6-8 se muestra el gasto promedio por vivienda según combustible antes y después del recambio, reportado por los encuestados. Para el caso de los combustibles distintos a leña, donde se preguntó por el gasto mensual, se multiplicó el gasto en un mes promedio por doce para obtener el gasto anual. El gasto total por combustibles aumentó en un 67.5%, el gasto promedio más significativo después del recambio, es el kerosene y pellets.

Tabla 6-8 Gasto promedio por vivienda según combustible antes y después del recambio [CLP/vivienda]

Combustible	Antes	Después
Leña	\$464,190	\$268,052
Gas	\$37,390	\$77,325
Kerosene	\$29,463	\$331,354
Pellet	\$684	\$194,570
Total	\$531,727	\$871,302

Fuente: Elaboración propia

Si bien la Tabla 6-8 presenta el impacto del programa de recambio en la percepción del gasto de los hogares en los distintos combustibles, resulta interesante realizar un análisis por tipo de tecnología de recambio. Los resultados de estos se pueden apreciar en la comparación entre la Tabla 6-9 y Tabla 6-10, donde se observa que la composición del gasto entre las distintos combustibles varía fuertemente dependiendo del combustible de recambio. Se observa que los tres combustibles fósiles tienen un resultado similar en términos de que reducen el consumo de leña hasta alcanzar un nivel en torno a 220 mil CLP. Por su parte, se observa que el recambio por leña no produce un nivel relevante en término del consumo de leña. Se observa que existen efectos cruzados con los otros combustibles, aunque son cambios menores que no implican cambios relevantes.

Tabla 6-9 Gasto promedio por combustible antes del recambio [CLP/vivienda]

Combustibles consumidos	Combustible de recambio				
	Leña	Gas	Kerosene	Pellets	Promedio
Leña	\$420,823	\$618,889	\$455,258	\$502,958	\$464,190
Gas	\$14,080	\$30,000	\$42,202	\$49,063	\$37,390
Kerosene	\$14,240	\$45,600	\$18,398	\$68,066	\$29,463
Pellet	\$0	\$0	\$0	\$3,038	\$684
Total	\$449,143	\$694,489	\$515,858	\$623,125	\$531,727

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-10 Gasto promedio por combustible después del recambio [CLP/vivienda]

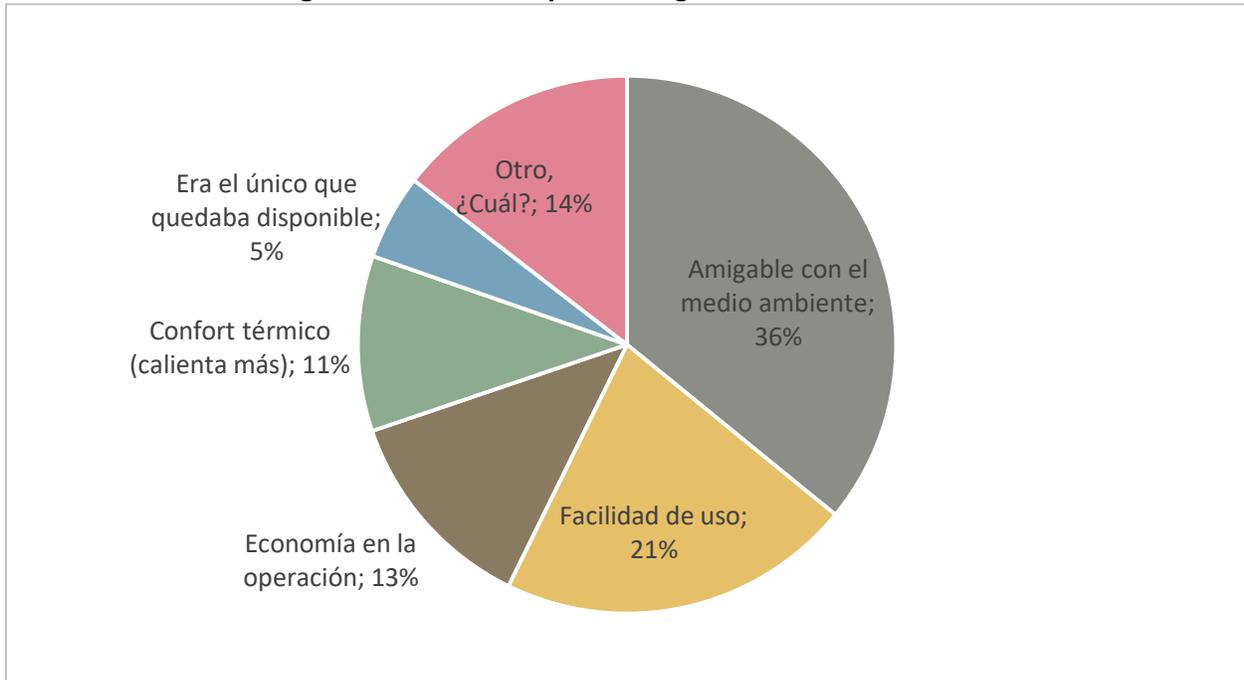
Combustibles consumidos	Combustible de recambio				
	Leña	Gas	Kerosene	Pellets	Promedio
Leña	\$445,551	\$236,500	\$221,812	\$212,990	\$268,052
Gas	\$82,208	\$804,000	\$48,132	\$49,808	\$77,325
Kerosene	\$41,274	\$32,964	\$570,056	\$79,490	\$331,354
Pellet	\$0	\$0	\$21,497	\$813,596	\$194,570
Total	\$569,032	\$1,073,464	\$861,498	\$1,155,884	\$871,302

Fuente: Elaboración propia

6.5 Operación del calefactor

Con respecto a la operación del nuevo calefactor, se les preguntó en primer lugar a los encuestados, la principal razón por la que escogieron el nuevo calefactor, y las dos más valoradas son el impacto ambiental y la facilidad de uso (Figura 6-17)

Figura 6-17 Razones para escoger el nuevo calefactor



Fuente: Elaboración propia

Ahora, si filtramos las razones por el combustible del calefactor de recambio, como se muestra en la Tabla 6-11, se observa que el kerosene es más valorado por su impacto en el medio ambiente y la facilidad de uso. Por otro lado, la leña sigue siendo la más valorada por el confort térmico.

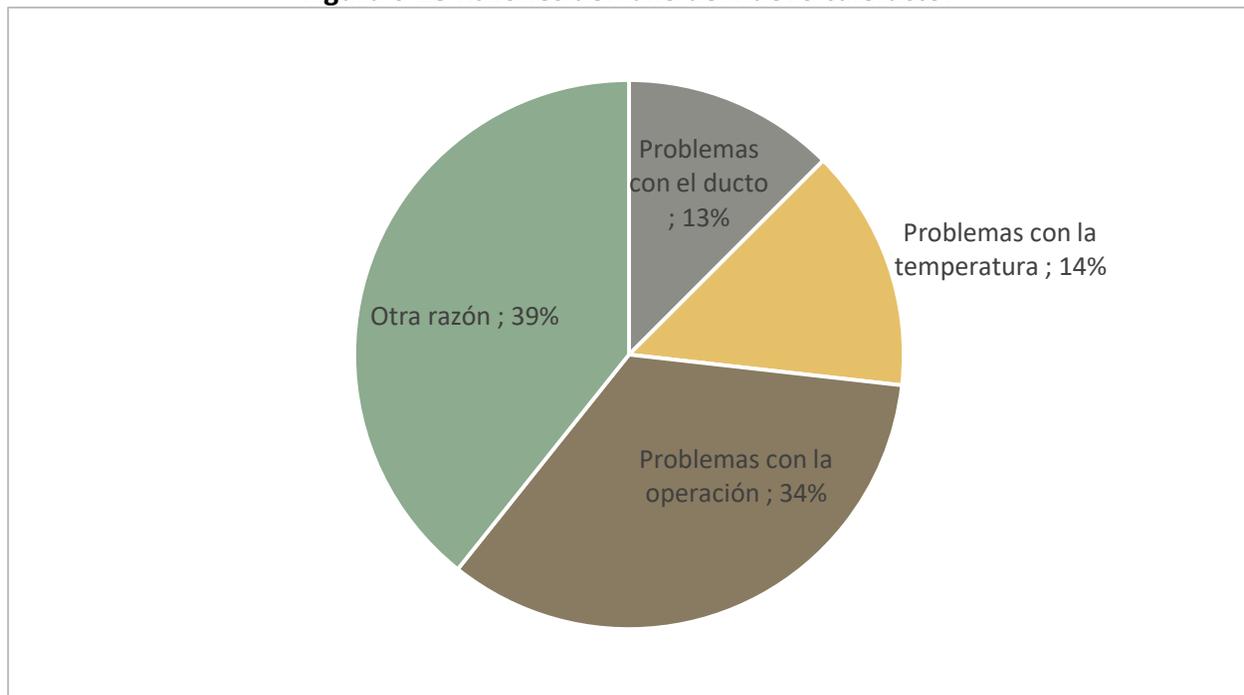
Tabla 6-11 Razón para escoger el nuevo calefactor

Razón para escoger nuevo calefactor	Gas	Leña	Kerosene	Pellets
Amigable con el medio ambiente	2	19	70	35
Confort térmico (calienta más)	0	21	9	7
Economía en la operación	2	13	23	6
Facilidad de uso	4	4	50	17
Era el único que quedaba disponible	1	3	12	2
Otro	1	15	23	12
Total	10	75	187	79

Fuente: Elaboración propia

Durante lo que ha durado el programa de recambio de calefactores, un 15.1% de las viviendas presentó algún tipo de problema. Las razones del fallo se muestran en la Figura 6-18, donde un 39% contestó otra razón, las cuales se debían a problemas de programación del artefacto y falta de capacitación para su uso.

Figura 6-18 Razones del fallo del nuevo calefactor

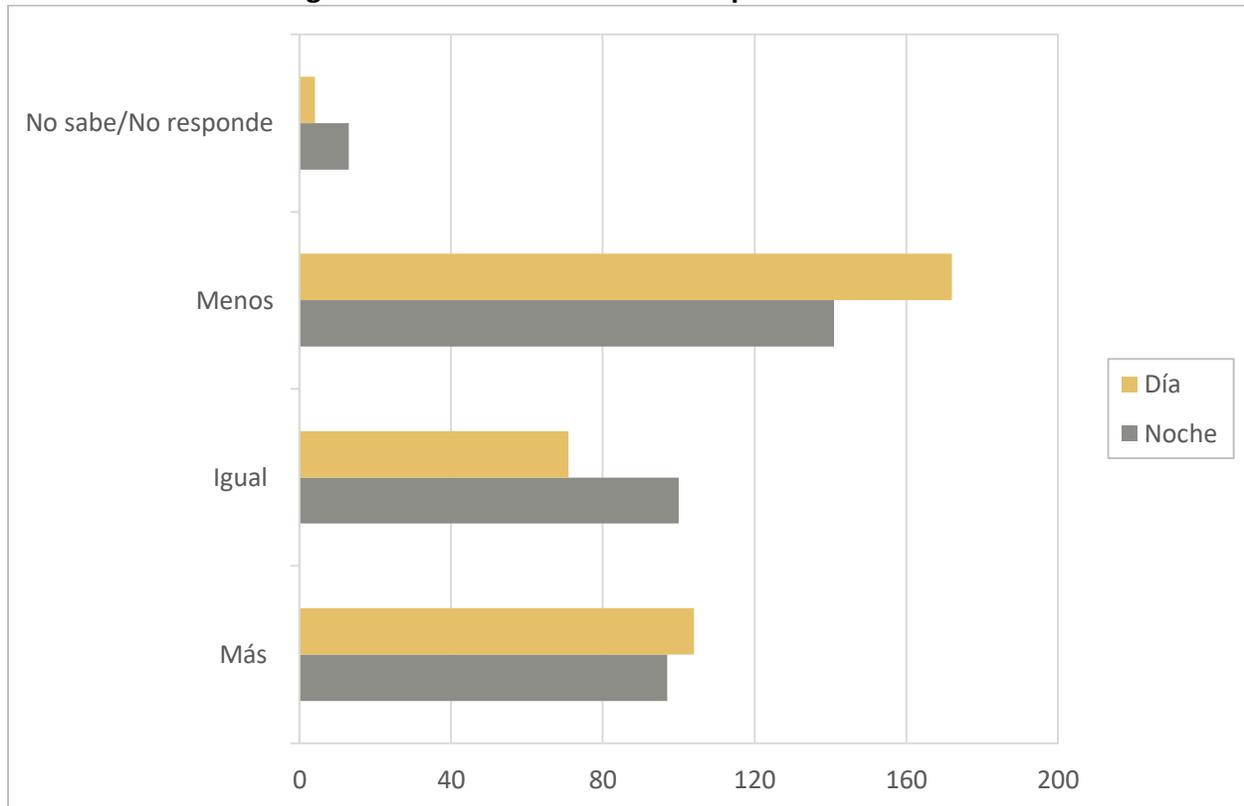


Fuente: Elaboración propia

6.6 Beneficios del recambio

En este capítulo se muestran los cambios que han observado los beneficiarios en términos de desempeño del calefactor y en la salud de los miembros del hogar. En primer lugar, se les preguntó por el confort térmico, si pasaban más, igual o menos frío, en el día y en la noche. Las respuestas se observan en la Figura 6-19, un 40.2% de los hogares asegura pasar menos frío durante la noche y un 49% durante el día. En la noche, un 29.6% de los hogares afirma pasar más frío, para el día el porcentaje disminuye ligeramente a 27.6%. En el resto de los casos la sensación térmica es igual que antes del recambio.

Figura 6-19 Sensación térmica después del recambio



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6-12, se relaciona el confort térmico con el combustible utilizado por el calefactor de recambio. Los valores se muestran como porcentaje del total de viviendas a las que se les entregó ese tipo de calefactor. El mayor porcentaje de viviendas que respondió, pasaban más frío durante el día y la noche, cuentan con calefactores a kerosene, sin embargo, un porcentaje similar afirma pasar menos frío con esta misma tecnología. Los combustibles con una mejor percepción de confort térmico son la leña y los pellets.

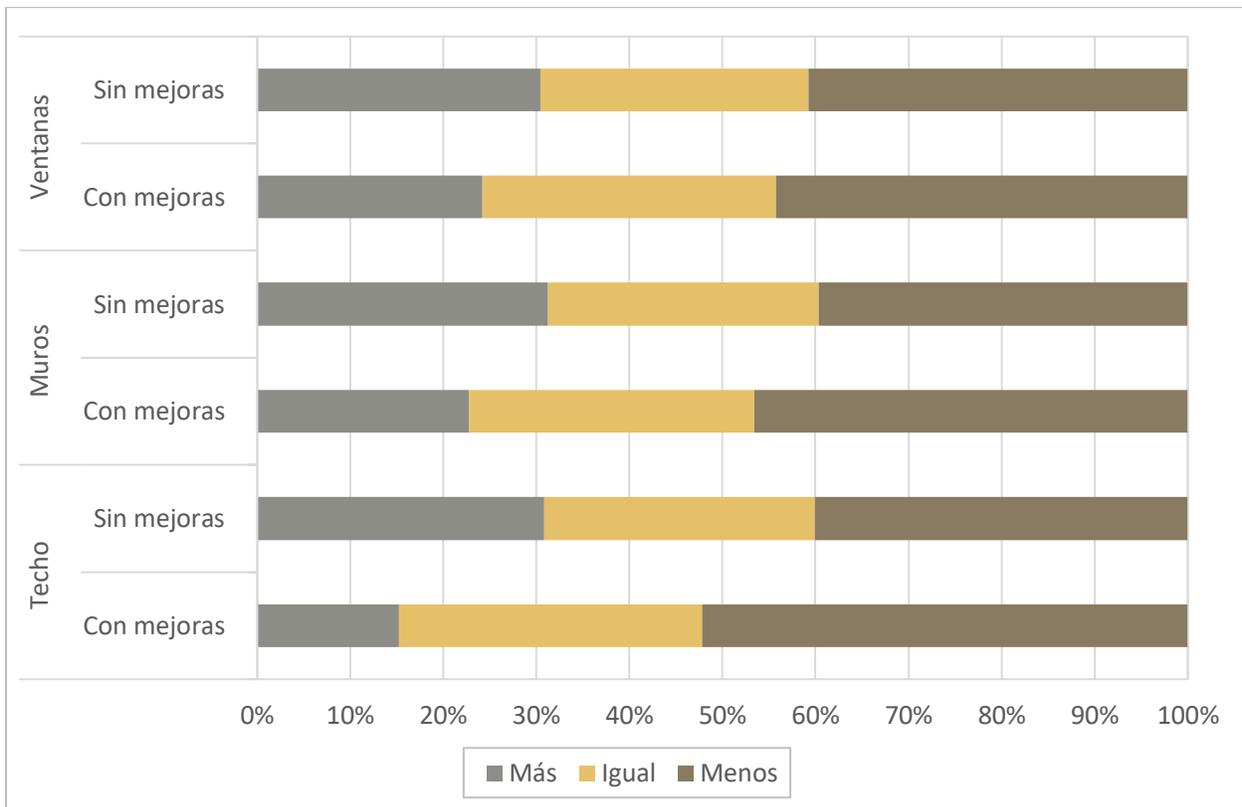
Tabla 6-12 Confort térmico percibido, según combustible

¿Pasa más o menos frío?	Durante el día				Durante la noche			
	Gas	Leña	Kerosene	Pellets	Gas	Leña	Kerosene	Pellets
Más	30%	23%	35%	24%	30%	17%	33%	24%
Igual	40%	17%	20%	20%	40%	29%	28%	27%
Menos	30%	59%	43%	56%	20%	51%	34%	47%
No sabe/No responde	0%	1%	2%	0%	10%	3%	4%	3%
Total	10	75	187	79	10	75	187	79

Fuente: Elaboración propia

La sensación térmica del nuevo calefactor, de acuerdo a las mejoras térmicas realizadas en las viviendas, se puede observar en la Figura 6-20 para la noche y en la Figura 6-21 para el día. Es posible observar, que los casos con mejoras térmicas siempre tienen una mejor precepción. La aislación en techo, genera una mayor diferencia en ambos casos, para la gente que pasa más frío y menos frío. La aislación en ventanas, genera una diferencia menos significativa.

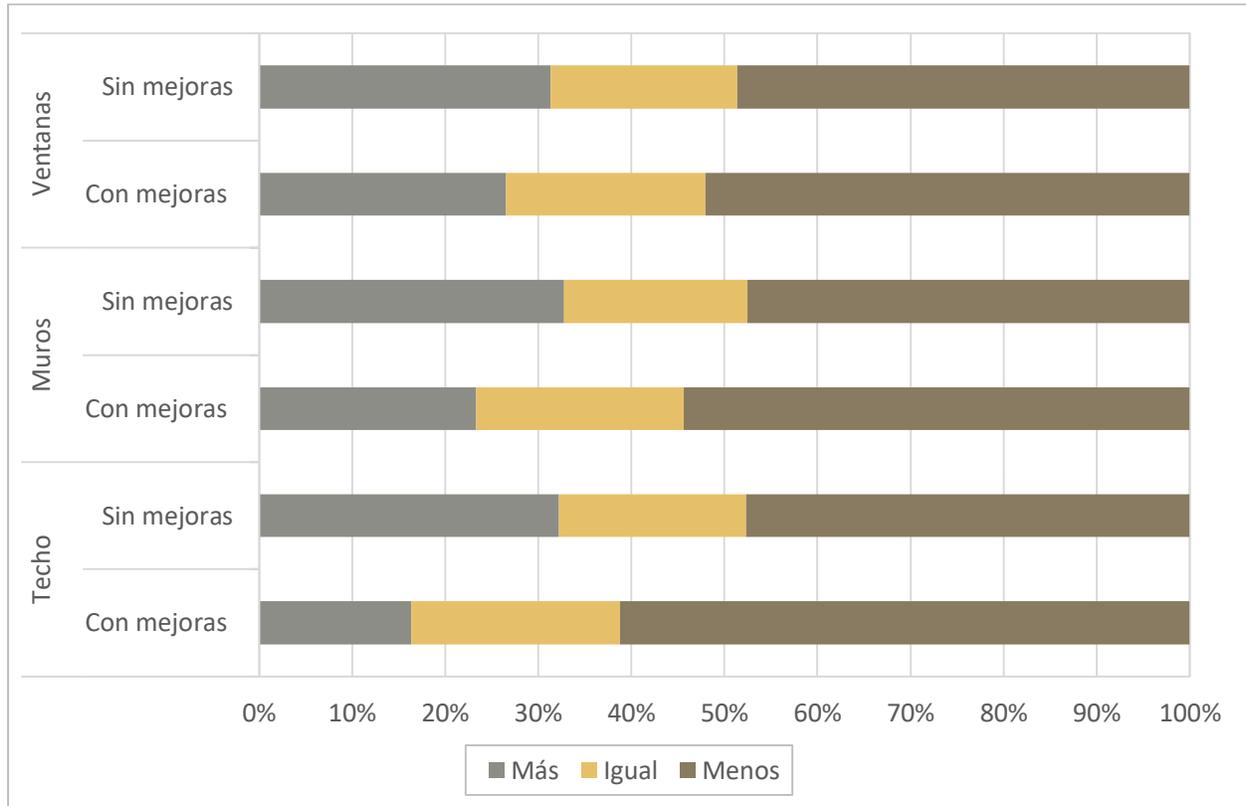
Figura 6-20 Sensación térmica durante la noche, de acuerdo a las mejoras térmicas realizadas en la vivienda



Nota: Las viviendas con mejoras en el techo, considera a las viviendas construidas después del 2000 y las viviendas que realizaron mejoras térmicas en el techo. Las viviendas con mejoras en los muros, son las construidas después del 2007 y las que realizaron mejoras térmicas en los muros adicionalmente. Las mejoras en ventanas, solo considera las viviendas que realizaron este tipo de mejoras.

Fuente: Elaboración propia

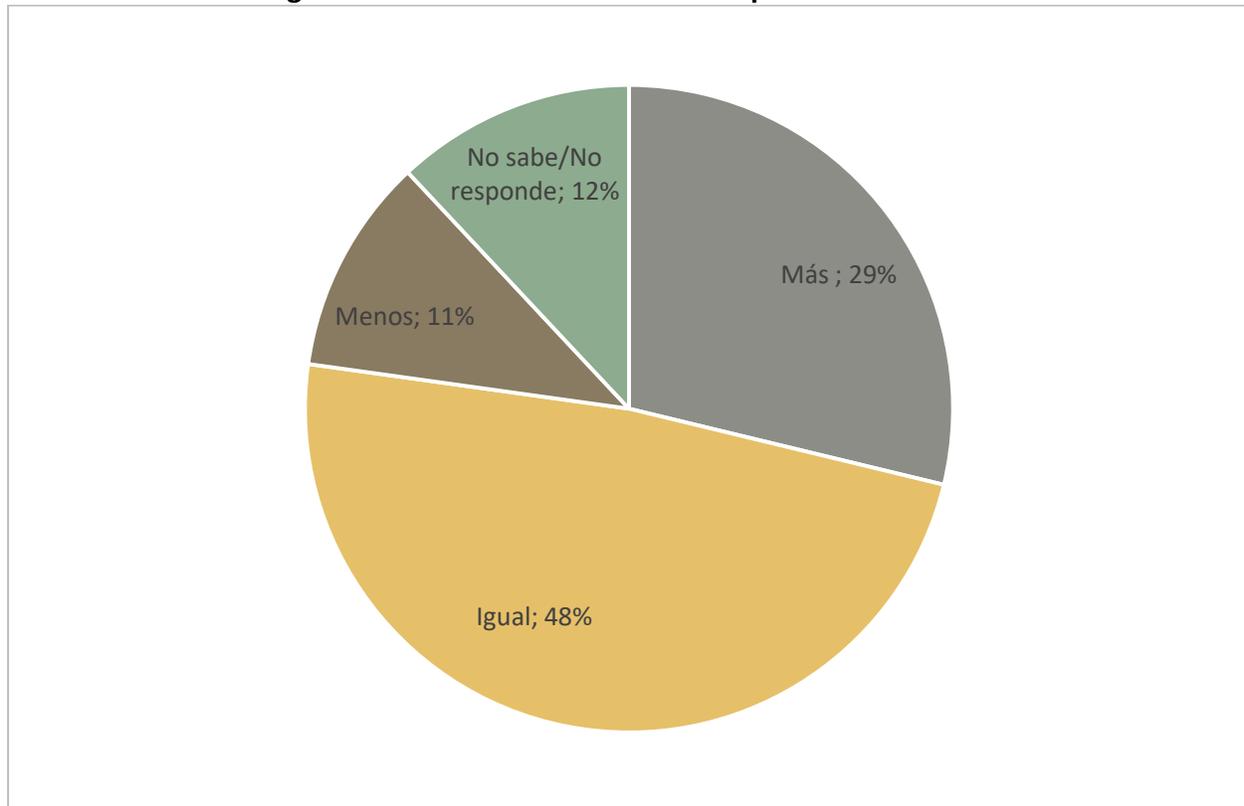
Figura 6-21 Sensación térmica durante el día, de acuerdo a las mejoras térmicas realizadas en la vivienda



Fuente: Elaboración propia

El gasto percibido en electricidad se puede observar en la Figura 6-22. El 48.4% de los encuestados no ha percibido ningún cambio en el gasto de electricidad, y el 28.8% afirma que ha gastado más en electricidad, versus solo un 10.8% que ha gastado menos.

Figura 6-22 Gasto en electricidad después del recambio



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6-13, se muestran las valoraciones de los encuestados con respecto a las condiciones de uso del nuevo calefactor. Los aspectos a evaluar fueron la facilidad de uso, fácil obtención del combustible y mejora en la mantención de la temperatura. La aceptación (Muy de acuerdo y de acuerdo) fue de 85.5%, 65.2% y 51.9% respectivamente, en cuanto a la desaprobación el atributo peor valorado fue el último, donde el 33.9% se encuentra en desacuerdo o muy en desacuerdo.

Tabla 6-13 Valoración del nuevo calefactor

	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	NS/NR
Con respecto al antiguo, este calefactor es más fácil de usar.	188	112	31	9	10	1
Ahora es más fácil que antes conseguir combustible.	146	83	62	39	19	2
Comparando con el antiguo aparato, este calefactor mantiene mejor la temperatura en toda la casa.	119	63	49	70	49	1

Fuente: Elaboración propia

La valoración de facilidad de uso, según el combustible de recambio se indica en la Tabla 6-14. Los datos se muestran como porcentaje del total de viviendas con aparatos que utilizan ese combustible. Los pellets y kerosene son los mejores evaluados con un 94% y 92% respectivamente de aprobación. El gas, tiene un 90% de aprobación y la leña presenta el porcentaje más bajo de aprobación (54%).

Tabla 6-14 “Con respecto al antiguo, este calefactor es más fácil de usar”

Combustible	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	NS-NR
Gas	70%	20%	0%	0%	10%	0%
Leña	23%	36%	29%	7%	5%	0%
Kerosene	60%	32%	4%	2%	1%	1%
Pellets	65%	29%	1%	1%	4%	0%

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la afirmación, ahora es más fácil que antes conseguir combustible (Tabla 6-15), la mayor aceptación se logra para el gas y pellets con un 80% y 82% respectivamente. El peor valorado es la leña con un 27% de rechazo. Los valores se muestran como porcentaje del total de viviendas que cambiaron por el combustible.

Tabla 6-15 “Ahora es más fácil que antes conseguir combustible”

Combustible	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	NS-NR
Gas	50%	30%	10%	0%	10%	0%
Leña	17%	12%	43%	20%	7%	1%
Kerosene	44%	27%	12%	9%	7%	1%
Pellets	57%	25%	9%	9%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

La leña y pellets son los combustibles con mayor aceptación en la siguiente afirmación: “Comparando con el antiguo aparato, este calefactor mantiene mejor la temperatura en toda la casa”, con un 60% y 63% de aceptación. El gas y kerosene, obtienen un porcentaje alto de desaprobación, un 50% y 42% respectivamente.

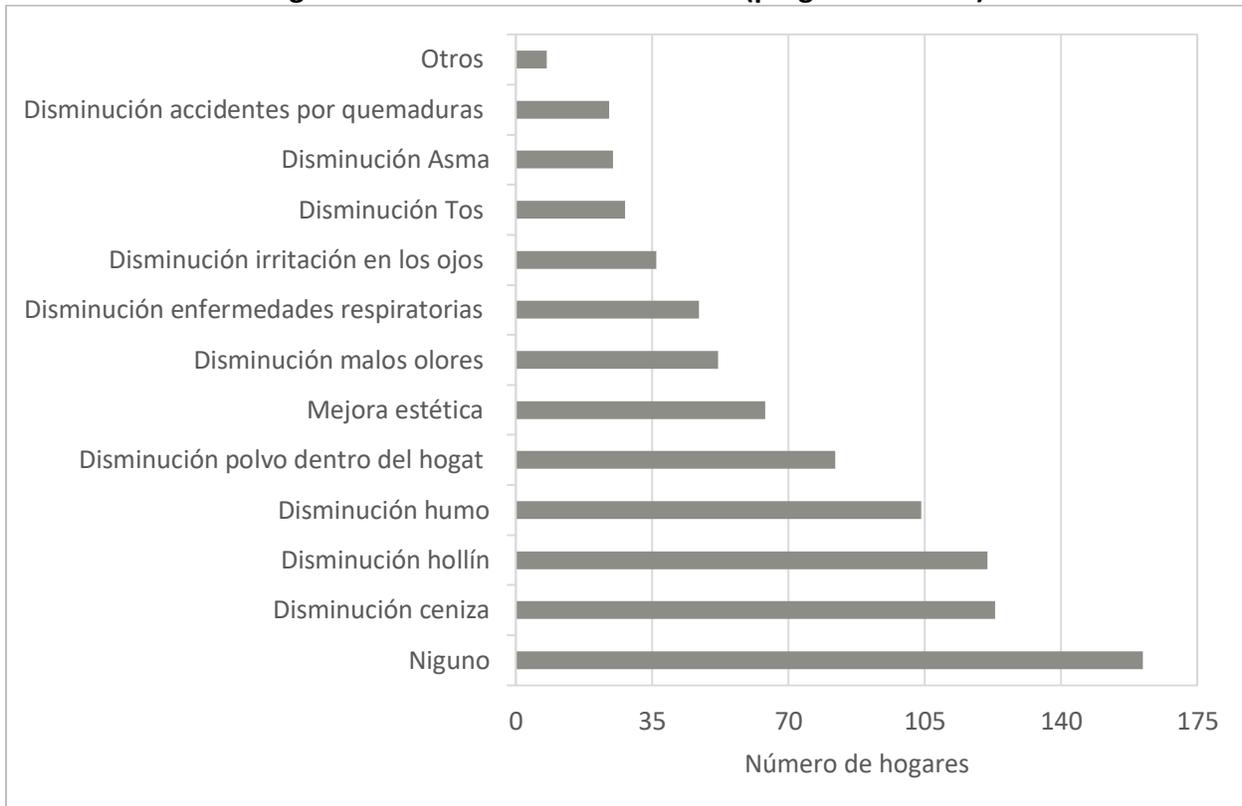
Tabla 6-16 Comparando con el antiguo aparato, este calefactor mantiene mejor la temperatura en toda la casa

Combustible	Muy de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	NS-NR
Gas	30%	10%	10%	30%	20%	0%
Leña	32%	28%	17%	12%	9%	1%
Kerosene	29%	15%	14%	24%	18%	0%
Pellets	47%	16%	11%	18%	8%	0%

Fuente: Elaboración propia

Se les consultó espontáneamente a los encuestados por los beneficios que ha generado el recambio y luego se clasificaron las respuestas en las categorías mostradas en la Figura 6-23 (los encuestados podían dar más de una respuesta). El 45.9% de los encuestados no declaró ningún beneficio adicional después del recambio. De los que especificaron algún beneficio, el 64.7%, 63.7% y 54.7% reportó una disminución de ceniza, hollín y humo respectivamente. En cuanto a beneficios a la salud, solo el 18.9%, 14.7% y 13.2% expresó una disminución en la irritación de los ojos, tos y asma respectivamente.

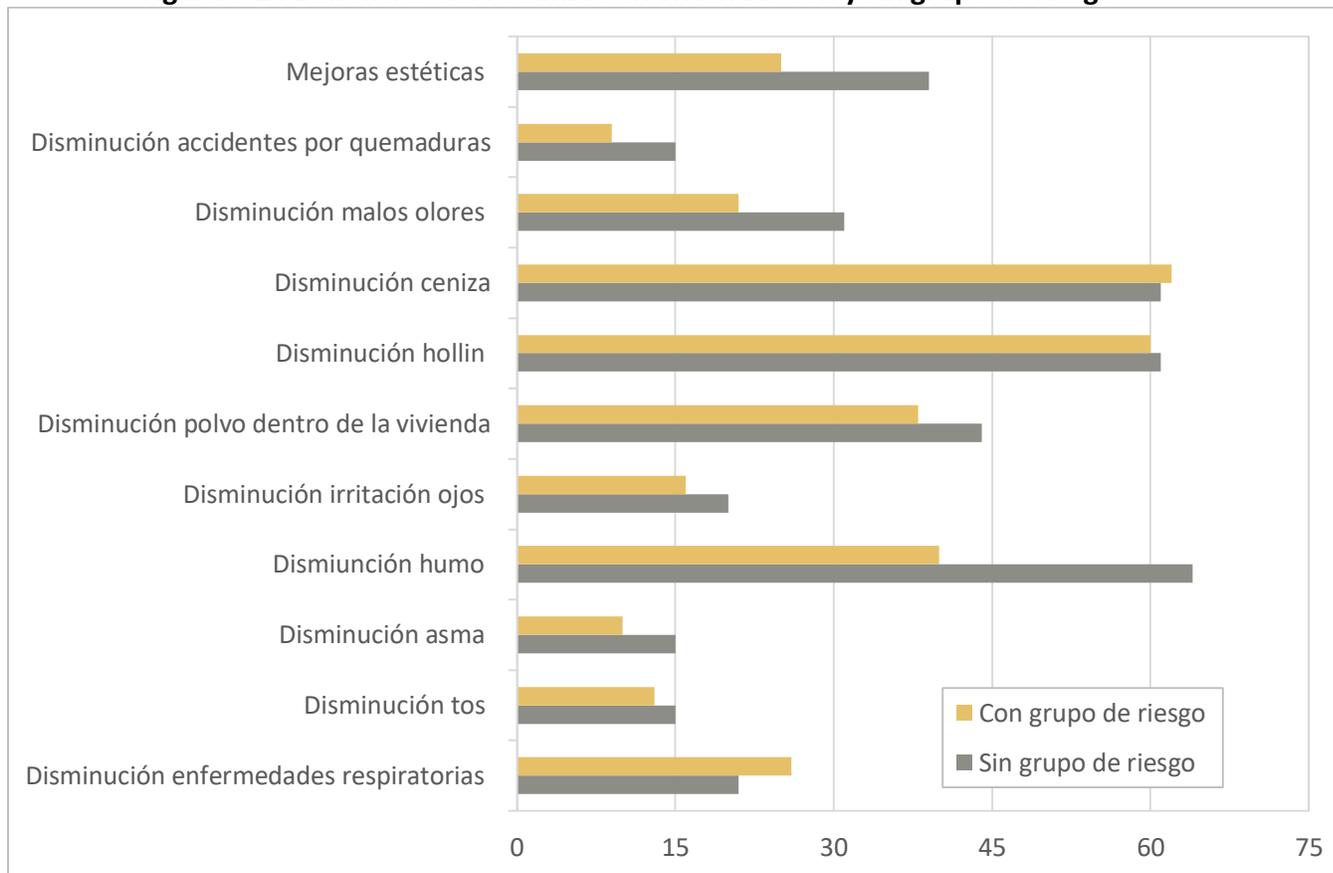
Figura 6-23 Beneficios del recambio (pregunta abierta)



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6-24, se observan los beneficios percibidos separados por los hogares con grupo de riesgo y sin grupo de riesgo, considerando que el grupo de riesgo incluye a los infantes (0- 5 años) y adultos mayores (60 años o más). No existe una clara diferencia entre ambos casos, por lo tanto, no se puede asegurar que hay una mayor percepción de beneficios en hogares con grupos de riesgo. Por otro lado, los beneficios más observados son las reducciones de emisiones producto de la combustión dentro de la casa, como ceniza, hollín y humo.

Figura 6-24 Beneficios del recambio en viviendas con y sin grupo de riesgo



Nota: Las viviendas con grupo de riesgo, considera a las familias con presencia de niños y adultos mayores.

Fuente: Elaboración propia

Para analizar los beneficios en la salud producto del recambio, se preguntó a los encuestados, si han observado una disminución en alguno de los síntomas que se presentan en la Tabla 6-17. Además, se preguntó a qué grupo etario pertenecen las personas que disminuyeron sus síntomas. Se observaron 42 casos de disminución de síntomas, y la gripe fue el síntoma con más observaciones. El 17.9% de los infantes presentó disminución de alguno de los síntomas, mientras que en los adultos mayores, solo uno (0.6%) Otro síntoma preguntado fue la neumonía, sin embargo no tuvo observaciones.

Tabla 6-17 Disminución síntomas por grupo etario

Grupo Etario	Gripe	Irritación ojos	Tos	Asma	Bronquitis
Infantes	6	1	3	1	1
Niños/as	9	0	1	2	4
Adultos	4	4	2	2	1
Adultos mayores	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia

6.7 Evaluación del proceso del recambio

Se solicitó a los encuestados calificar en una escala del 1 al 7 distintos aspectos relacionados con el programa de recambio, los resultados de este ejercicio se presentan en la Tabla 6-18, donde se observa que todos los aspectos evaluados tienen una calificación promedio superior al 6.0. Misma observación se puede realizar para el caso en que se analiza cada combustible por separado (ver Tabla 6-19), sin observarse diferencias significativas entre los distintos artefactos.

Tabla 6-18 Respuestas de evaluación diferentes aspectos [número encuestados]

Aspecto	1	2	3	4	5	6	7	NS/NR	Nota promedio
El proceso de postulación	2	1	5	11	45	92	189	6	6.3
Verificación en terreno	8	6	8	16	29	78	200	6	6.1
La instalación del nuevo calefactor	6	6	5	16	34	67	211	6	6.2
El programa de recambio en general	3	2	4	17	44	77	199	5	6.2
El nuevo calefactor	4	3	8	21	45	55	212	3	6.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-19 Evaluación promedio por tipo de combustible

Aspecto	Leña	Kerosene	Pellets	Gas
El proceso de postulación	6.2	6.3	6.4	6.3
Verificación en terreno	6.2	6.1	6.3	6.3
La instalación del nuevo calefactor	6.4	6.2	6.1	6.0
El programa de recambio en general	6.3	6.3	6.2	6.1
El nuevo calefactor	6.1	6.2	6.4	6.2

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la nota específica del calefactor se hizo hincapié en la principal razón para justificar su nota, en las siguientes tablas se presentan los resultados agrupando las respuestas según calificaciones malas (del 1 al 3), medias (4 al 5) y altas (6 al 7). En la Tabla 6-20 se observa que la razón más citada para una mala evaluación es la percepción de que entrega menos calor que el artefacto antiguo, esto se observa en la leña y kerosene, pero no en los pellets. La segunda razón más referenciada es alto costo del combustible. Respecto a los otros motivos mencionados para una calificación mala de equipos de kerosene se menciona: “alto consumo de combustible y poco calor” y “fallas técnicas”. Cabe destacar que sólo el 4.3% de los encuestados calificaron mal al equipo nuevo.

Tabla 6-20 Principal motivo para calificación mala (1 al 3) por combustible

Motivo	Leña	Kerosene	Pellets	Total
Calienta menos	4	3		7
Comodidad			1	1
Costo	1	3	1	5
Otro, ¿Cuál?		2		2
Total	5	8	2	15

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6-21 se presentan los motivos referenciados para una calificación media, con una evaluación promedio del equipo de 4 o 5. Se observa que, nuevamente los principales motivos citados son las diferencias del calor entregado así como los costos. Se destaca que el 18.8% de los encuestados califico con una nota media los nuevos calefactores.

Tabla 6-21 Principal motivo para calificación media (4 al 5) por combustible

Motivo	Leña	Kerosene	Pellets	Gas	Total
Calor entregado	6	14	2	2	24
Comodidad		5			5
Costo	2	3	6	1	12
Contamina menos	1	5	2		8
Salud		1			1
Otro	4	9	3		16
Total	13	37	13	3	66

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6-22 se presentan los motivos referenciados para una calificación alta, con una evaluación promedio del equipo de 6 o 7. Se observa que, el motivo más destacado (37%) para una calificación más alta es la comodidad, mientras que en segundo lugar se destaca la menor contaminación (21%). Sólo en tercer y cuarto lugar se menciona el calor y el costo de operación, motivos más comunes citados para una calificación mala o media. Cabe destacar que por comodidad, de acuerdo a lo explicitado en la encuesta se considera la facilidad de uso, la mantención y la obtención de combustible.

Tabla 6-22 Principal motivo para calificación alta (6 al 7) por combustible

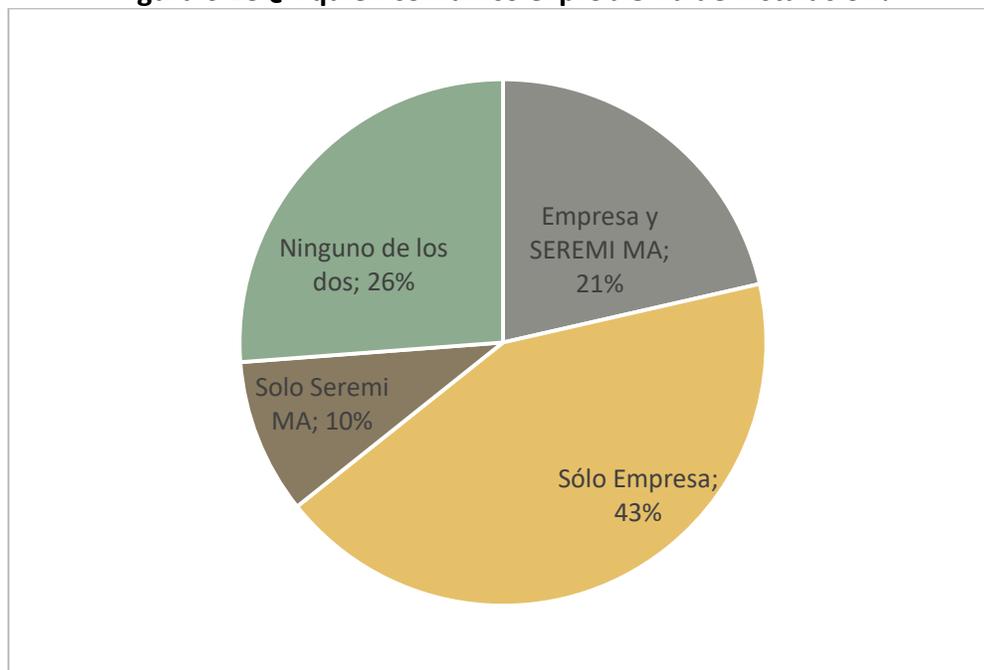
Motivo	Leña	Kerosene	Pellets	Gas	Total
Calor entregado	21	13	9		43
Comodidad	7	59	27	6	99
Costo	7	16	3		26
Contamina menos	10	28	19	1	58
Salud	3	11			14
Otro	9	15	6		30
Total	57	142	64	7	270

Fuente: Elaboración propia

En promedio un 12.0% de los encuestados declaro haber tenido un problema con la instalación, sin embargo, este número varía según el combustible del artefacto. De esta forma mientras el 2.7% de los encuestados con equipo de leña respondieron haber tenido problemas con la instalación, el 30.0% de los encuestados con equipo a gas declararon haber tenido complicaciones. Por su parte, el 19.0% de los encuestados con equipos a pellets y el 11.8% de los encuestados con equipos a kerosene también habrían presentado problemas con la instalación.

En la Figura 6-25 se presenta a quien comunicó el problema de la instalación. Destacándose que de acuerdo a las declaraciones de los encuestados, sólo el 31% de los problemas fueron comunicados a la Seremi del Medio Ambiente, y en un 26% de los casos no fue comunicado a ninguno de los dos.

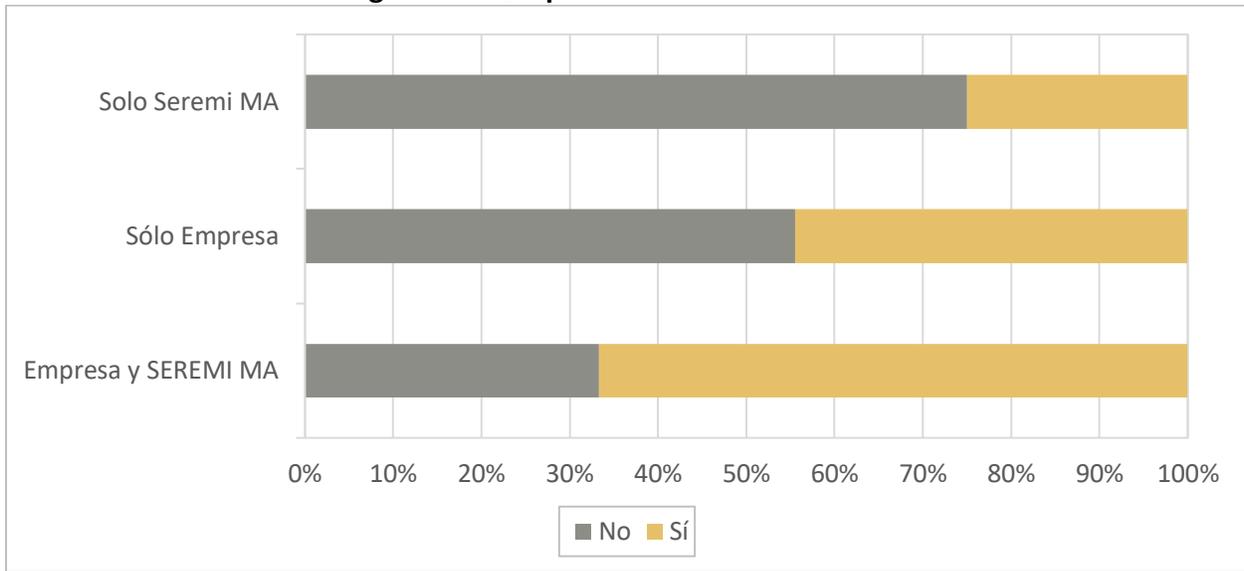
Figura 6-25 ¿A quién comunicó el problema de instalación?



Fuente: Elaboración propia

La percepción frente a la solución del problema en aquellos casos en que fue comunicado también varía. Mientras el 25% de quienes sólo comunicaron a la SEREMI consideran que el problema fue solucionado, el 67% de quienes comunicaron a la empresa y a la SEREMI considera que el problema de instalación fue solucionado.

Figura 6-26 ¿El problema fue solucionado?



Fuente: Elaboración propia

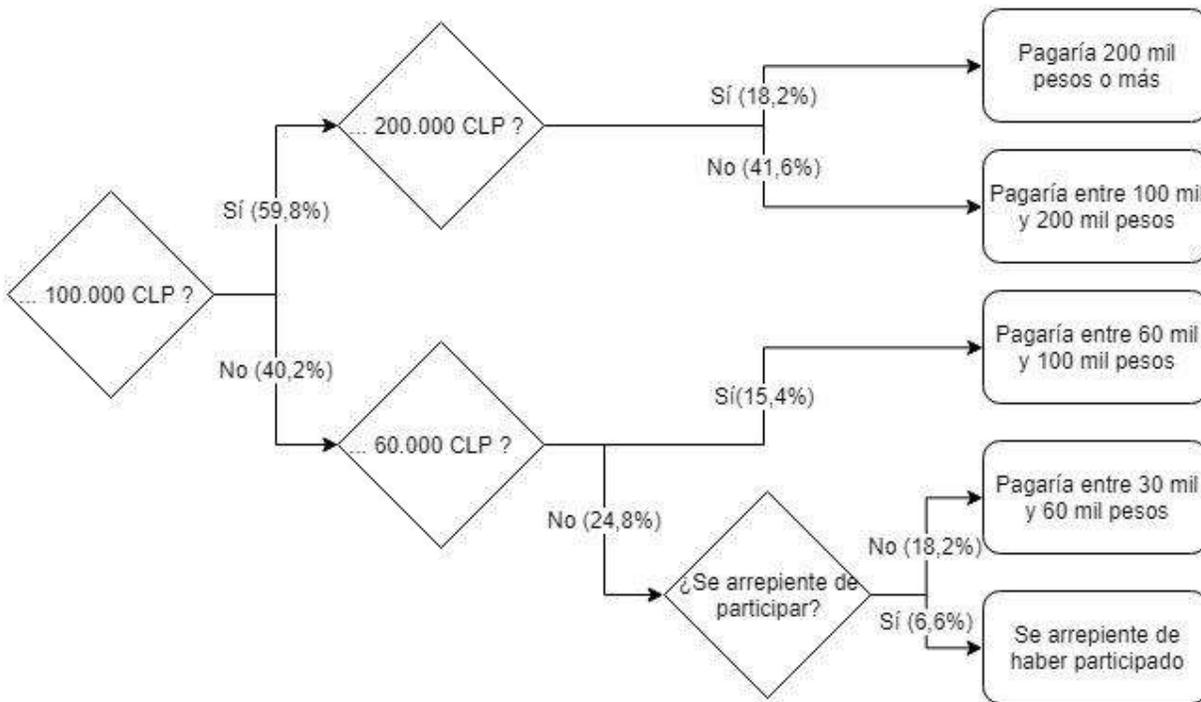
Como un reflejo de esta percepción de baja tasa de solución de los problemas comunicados a la SEREMI o a la empresa, la evaluación de la solución del problema es de un 4.1, donde cerca de un 42% de los encuestados puso una calificación mala (entre 1 y 3) y un 35% puso una calificación alta (entre 6 y 7).

6.8 Disposición a copago

La estimación de disposición a copago se realiza por medio de preguntas consecutivas condicionadas a la respuesta anterior. Se comienza de un único valor *pivot* igual a 100 mil pesos, en caso de que el encuestado aceptara el monto propuesto se proponía un nuevo monto de 200 mil pesos, mientras que en caso contrario se presentaba una nueva propuesta de 60 mil pesos. En caso de que hubiera una nueva respuesta negativa se pregunta si es que está arrepentido respecto a haber participado en el programa, así como una pregunta de profundización respecto a los motivos de arrepentimiento.

En la Figura 6-27 se presenta la distribución de las respuestas, la combinación de ellas resulta en cinco estados posibles. Cabe destacar que cerca del 75% de los encuestados declara que estaría dispuesto a participar del programa con un copago de 60 mil pesos, es decir, el doble de lo que se está pagando actualmente. Asimismo, en torno al 60% hubiera estaría a participar con un pago de 100 mil pesos, y cercad de 18% participaría si el copago estuviera en torno a 200 mil pesos. Cabe destacar que estos resultados deben considerarse con cautela, pues se trata de una muestra que ya participó del programa de recambio con un pago de 30 mil pesos y luego, existe un sesgo de la muestra.

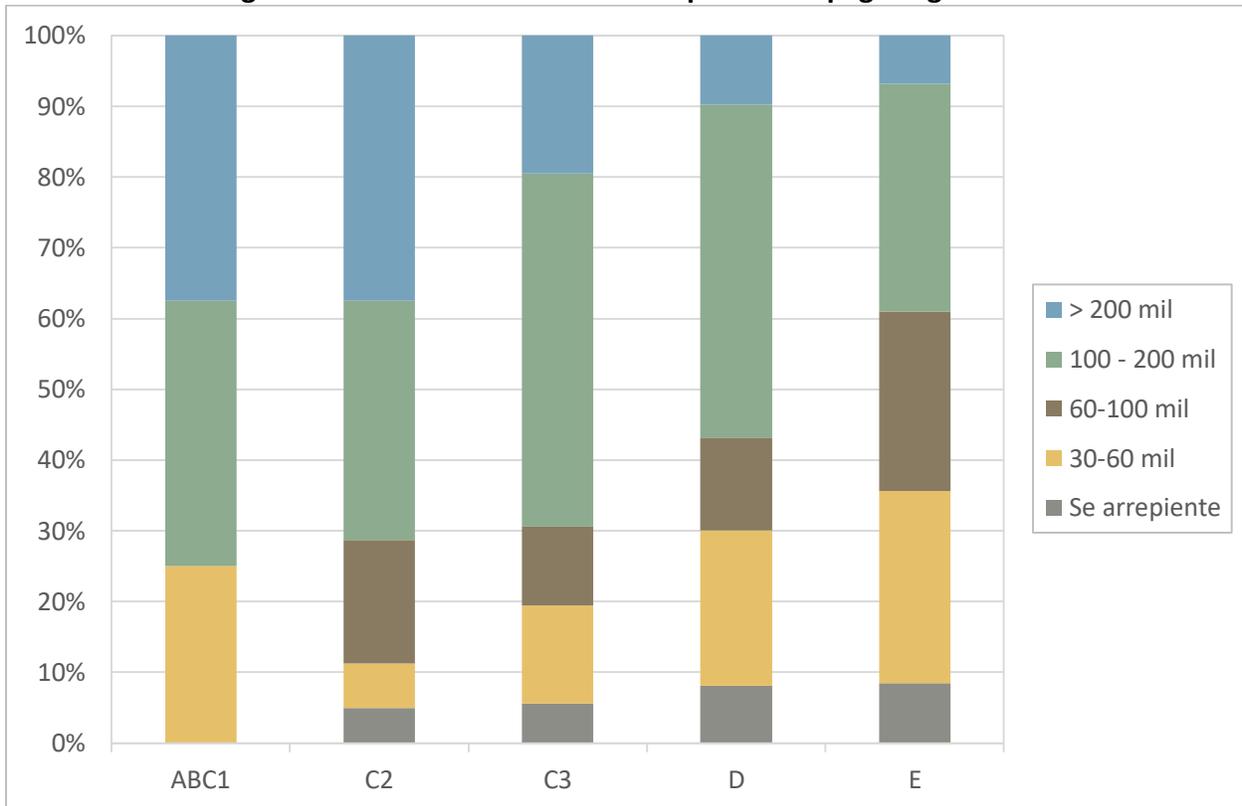
Figura 6-27 Distribución de resultados de “¿Habría participado en el programa si el copago hubiera sido de ...”



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6-28 se presenta distribución de las respuestas de los encuestados según GSE. Se observa que existiría un efecto según GSE: los GSE más altos (ABC1 + C2) son los que están más dispuestos a realizar un copago mayor: un 38% de este grupo estaría dispuesto a pagar sobre 200 mil pesos, en comparación con el GSE E donde sólo un 7% estaría dispuesto a pagar dicha suma. Por otra parte, los GSE menores son los que declaran un mayor grado de arrepentimiento de participar en el programa.

Figura 6-28 Curva acumulada de disposición a pago según GSE



Fuente: Elaboración propia

Respecto a quienes declaran arrepentirse de haber participado, en la Tabla 6-23 se presenta los motivos de arrepentimiento, los cuales fueron de respuesta espontánea y catalogados por el encuestador. Para cada encuestado se permitió más de un motivo en caso de ser el caso. Es destacable que el 8.0% de quienes tuvieron un recambio por equipos a kerosene se declara arrepentido, principalmente por complicaciones respecto al calor entregado por el equipo y en menor medida por el costo de la nueva opción. Por su parte, el 5.3% y 3.8% de quienes recibieron equipos a leña y pellets, también se declaran arrepentidos de haber participado en el programa de recambio. Es destacable que mientras todos quienes se arrepienten en el caso de la leña acusan como motivo “El equipo no calienta mucho”, todos los que se arrepienten en el caso de pellet declaran que “no recibieron información adecuada”. Respecto a otras razones de arrepentimiento, ambos en el caso del kerosene, se menciona la “Mala calidad del producto” y “No mantiene calor después de apagado”.

Tabla 6-23 Razones de arrepentimiento por tipo de combustible

Motivo de arrepentimiento	Leña	Kerosene	Pellet	Gas	Total
Nueva opción es muy cara	-	8	1	1	10
El equipo no calienta mucho	4	11	1	1	17
El tipo de calor que produce no me gusta	3	6	2	1	12
Es complicado conseguir el combustible	2	3	-	-	5
No recibió información adecuada	2	4	3	-	9
Otro	-	2	-	-	2
Total (1)	4	15	3	1	23

(1) Cada encuestado puede declarar más de un motivo.

Fuente: Elaboración propia

7. Conclusiones

Para la evaluación del impacto del Programa de Recambio de Calefactores en Coyhaique, se busca estimar una métrica que permitiera cuantificar el cumplimiento del objetivo principal, la reducción de emisiones. Con este fin se lleva a cabo una revisión bibliográfica para recopilar información de inventarios de emisiones locales, estudios de emisiones y consumo de leña, así como estudios específicos de leña en la zona de Coyhaique. Se observa una importante variación de los inventarios y estimaciones entre los distintos estudios, lo que responderían a la disponibilidad y calidad de la información en el momento de realizar los inventarios. En base a esta revisión se determinaron los mejores supuestos para lograr el mejor resultado posible.

El nivel de consumo de leña varía según las condiciones climáticas, características de la población, así como factores económicos. Por estos motivos, los resultados de estudios que caracterizan el consumo de leña de una zona, no son necesariamente extrapolables a otra zona. Por esta razón es necesario utilizar estudios locales, o nacionales con detalle local. En este contexto de forma adicional a la información terciaria de otros estudios, se implementó una encuesta que permitió levantar información primaria.

En el presente estudio se deciden utilizar los factores de emisión recomendados por SICAM (2015a) y las recomendaciones generales del manual de inventarios del MMA (2017), para la estimación. Esta decisión se basa en el uso de la mejor información disponible y un factor de emisión anual promedio que considera tanto las condiciones de operación promedio como la humedad de la leña, con información local.

La Tabla 7-1 presenta una comparación de las reducciones de emisiones estimadas debido al recambio, primero (“Preliminar”) para las estimaciones generales, centradas en el aparato recambiado y segundo (“Revisado”) se basa en el resultado de la encuesta, considerando todos los aparatos utilizados para la calefacción del hogar.

Tabla 7-1 Comparación de la estimación de reducción de emisiones por artefactos recambiados por año [kg/año]

Año	Reducción MP10	
	Preliminar	Revisado ^a
2015	29,379	38,319
2016	353,229	256,581
2017	628,169	509,619
2015 a 2017	1,010,777	804,519

^a Las estimaciones revisadas son calculadas según los supuestos generados en base a los resultados de la encuesta y considerando todos los combustibles utilizados para calefaccionar la vivienda

Fuente: Elaboración propia

Se destaca la importancia del uso de los resultados de la encuesta y de la consideración del comportamiento de consumo de todos los combustibles utilizados para la calefacción de la

vivienda ya que se espera que el calefactor recambiado tendrá un efecto sobre toda la vivienda, e impactará sobre los comportamientos de consumo asociado a cualquier otro calefactor del hogar. Las reducciones que se obtendrán debido al programa de recambio corresponderán a la variación en el comportamiento general de la vivienda en cuanto a calefacción, reflejado en la estimación “revisada” de la Tabla 7-1.

Si bien no se pueden identificar las fuentes exactas para estas diferencias en la estimación de reducción de emisiones, se puede concluir que el efecto total del programa de recambio logra su principal objetivo de reducción de emisiones asociadas a la calefacción de viviendas.

En cuanto al impacto en la concentración atmosférica del programa de recambio, se utiliza un modelo que busca relacionar estadísticamente variables climáticas que presumiblemente tienen impacto en la concentración, con la concentración de los contaminantes de interés.

La comparación entre la simulación a partir de los modelos estadísticos y los datos observados apuntan a que efectivamente habría un impacto positivo en la reducción de la concentración de MP10, a partir del año 2015. Los modelos consistentemente tienden a mostrar que la concentración observada es menor a la proyectada en base a las variables climáticas consideradas. Esta variación tiende a crecer con el tiempo coincidiendo con el aumento de la reducción de emisiones estimadas en la Sección 3.3.1 y con el aumento del número de recambios efectuados. Si bien los presentes resultados son sólo una estimación estadística simplificada, que no considera múltiples otros factores que pueden tener influencia, los resultados apuntan a que el recambio tendría un impacto en la concentración atmosférica.

En base a los resultados del análisis comparativo de los programas de recambio de diferentes regiones se generan las siguientes recomendaciones para implementar en Coyhaique:

- Externalización de responsabilidades a la consultoría de apoyo: aprovechar el apoyo de la consultoría para delegar tareas tales como el proceso de postulación, la verificación de la información de postulación y el posterior seguimiento, finalizando con una evaluación del programa completo.
- Evaluación de los tiempos de postulación: buscar un período que logre alcanzar la mayor cantidad de beneficiarios y permita hacer más eficiente el uso de recursos de la SEREMI. Establecer requisitos de número de recambios, postulaciones y postulaciones validadas para determinar la necesidad de un segundo período de postulación.
- Generación de una guía para la correcta identificación de los tipos de artefactos a leña y hacer disponible dicha guía en el formulario web de postulación.
- Analizar la necesidad de una evaluación de prefactibilidad de instalaciones de los equipos de calefacción. Si es necesario, al momento de realizar la verificación de la información declarada en la postulación, realizar una evaluación de factibilidad e incluso recomendar una ubicación para la instalación (desde un punto de vista técnico).
- Aumentar el monto de copago, de manera de aumentar la valoración por el beneficio y evitar la reventa del equipo entregado. Se recomienda el aumento gradual del copago,

con un máximo de los montos de las otras regiones y evaluar, tras cada proceso, la aceptación de este aumento y el efecto en general que tenga este aumento sobre las postulaciones.

- Diferencia el copago por línea de combustible de los calefactores, de manera que el combustible con menores emisiones (parafina y gas) tengan copagos menores y los con mayores emisiones (pellet y leña) copagos mayores.
- Se recomienda la introducción paulatina de calefactores eléctricos.

Se considera relevante mencionar que en Coyhaique, en el contexto del PDA, se cuenta con 10 medidas para la disminución de la contaminación (MMA, 2016b). Una de estas medidas es el recambio de 10.000 calefactores a leña, pero dos de ellas corresponden a subsidios de entrega de leña a familias. Al analizar estas medidas, pareciera que se contraponen en los objetivos, ya que el programa de recambio busca desincentivar el uso de leña como combustible (a partir del segundo semestre del 2016, ya no se ofrece la leña como alternativa para el nuevo calefactor), mientras que los subsidios de entrega de leña son un incentivo para la mantención de dicho combustible.

Adicionalmente, una persona que recibe leña todos los años, como beneficiario de los subsidios de la zona, al momento de querer participar del programa de recambio de calefactores, debe enfrentarse no solo a la decisión de dejar su calefactor conocido y funcional, sino que también debe renunciar al subsidio parcial de su combustible anual.

Se propone la revisión de los incentivos, para alinearlos hacia el mismo objetivo, considerando también que el PDA considera la prohibición de calefactores a leña que no cumplan con la norma. Se debe analizar la opción de generar una transición del incentivo de leña a otro combustible (utilizando los mismos fondos), de manera de que este incentivo no se vuelva un argumento en contra del recambio de calefactores a leña por otros combustibles que disminuyan las emisiones tanto atmosféricas como intradomiciliarias.

La encuesta a los beneficiarios se realizó a lo largo del mes de julio del 2018. Se entrevistó a un total de 351 viviendas, buscando obtener un porcentaje igual sobre cada combustible de recambio, como muestra la Tabla 5-2 esto queda en un 11% para cada combustible, excepto gas que tiene una muestra muy pequeña. A partir de esta encuesta se obtienen los siguientes resultados:

Luego del recambio, se observa una disminución en el uso de leña para sus calefactores en el 34.8% de viviendas. El kerosene, fue el combustible más demandado luego del recambio, con un aumento del 47.6% de presencia en las viviendas encuestadas (ya sea porque el calefactor nueva tenía ese combustible o porque adquirieron nuevos calefactores con dicho combustible).

Al comparar la situación antes y después del recambio existe una disminución en el promedio de horas de uso, el cambio más significativo ocurre en el mes más frío, con una disminución de 5

horas aproximadamente. Después del recambio, el 16.2% y el 21.1% de los encuestados tiene una variación negativa (utiliza más el calefactor) para el mes frío y mes promedio respectivamente.

Los motivos para preferencia del combustible del calefactor de recambio exponen que, para el kerosene es más valorado por su impacto en el medio ambiente y la facilidad de uso. Por otro lado, la leña sigue siendo la más valorada por el confort térmico.

Durante lo que ha durado el programa de recambio de calefactores, un 15.1% de las viviendas presentó algún tipo de problema con su calefactor.

En cuanto a satisfacción con el nuevo calefactor, se realizaron 3 preguntas (aseveraciones):

- (1) “Con respecto al antiguo, este calefactor es más fácil de usar” (Tabla 6-14)
- (2) “Ahora es más fácil que antes conseguir combustible” (Tabla 6-15)
- (3) Comparando con el antiguo aparato, este calefactor mantiene mejor la temperatura en toda la casa (Tabla 6-16)

Para la primera aseveración, en general hubo cerca de un 90% de los encuestados que estuvieron de acuerdo con la facilidad de uso del nuevo calefactor, excepto para el calefactor a leña, con un 59% de acuerdo. En cuanto a la facilidad para conseguir combustible, presentó el mismo comportamiento, para gas, kerosene y pellet sobre un 70% estuvo de acuerdo, con sólo un 59% de acuerdo para leña. Finalmente al momento de calificar si el calefactor mantiene mejor la temperatura de toda la vivienda existe menor acuerdo entre los encuestados. Pellet cuenta con mayor acuerdo con un 60 % y la leña con un 60%, el gas y kerosene en cambio rondan el 40% de acuerdo.

Al observar los beneficios percibidos separados por los hogares con grupo de riesgo y sin grupo de riesgo, no existe una clara diferencia entre ambos casos, por lo tanto, no se puede asegurar que hay una mayor percepción de beneficios en hogares con grupos de riesgo. Por otro lado, los beneficios más observados son las reducciones de emisiones producto de la combustión dentro de la casa, como ceniza, hollín y humo. Se observaron 42 casos de disminución de síntomas específicos, y la gripe fue el síntoma con más observaciones. El 17.9% de los infantes presentó disminución de alguno de los síntomas, mientras que en los adultos mayores, solo uno (0.6%) Otro síntoma preguntado fue la neumonía, sin embargo no tuvo observaciones.

La Tabla 7-2 presenta la evaluación general del proceso completo del programa de recambio. Como se puede apreciar la valoración es muy buena, con un promedio general de 6,2 (en una escala de 1 a 7, 7 siendo la mejor valoración).

Tabla 7-2 Respuestas de evaluación diferentes aspectos [número encuestados]

Aspecto	Nota promedio
El proceso de postulación	6.3
Verificación en terreno	6.1
La instalación del nuevo calefactor	6.2
El programa de recambio en general	6.2
El nuevo calefactor	6.2

Fuente: Elaboración propia

El motivo más destacado para una calificación más alta es la comodidad (37%), mientras que en segundo lugar se destaca la menor contaminación (21%). Por su parte, el alto costo es la principal razón para una mala evaluación.

En cuanto a la disposición a copago, se observa que existiría un efecto según GSE: los GSE más altos (ABC1 + C2) son los que están más dispuestos a realizar un copago mayor: un 38% de este grupo estaría dispuesto a pagar sobre 200 mil pesos, en comparación con el GSE E donde sólo un 7% estaría dispuesto a pagar dicha suma. Por otra parte, los GSE menores son los que declaran un mayor grado de arrepentimiento de participar en el programa.

Para cada encuestado se permitió más de un motivo en caso de presentar arrepentimiento. Es destacable que el 8.0% de quienes tuvieron un recambio por equipos a kerosene se declara arrepentido, principalmente por complicaciones respecto al calor entregado por el equipo y en menor medida por el costo de la nueva opción. Por su parte, el 5.3% y 3.8% de quienes recibieron equipos a leña y pellets, también se declaran arrepentidos de haber participado en el programa de recambio. Es relevante que mientras todos quienes se arrepienten en el caso de la leña acusan como motivo “El equipo no calienta mucho”, todos los que se arrepienten en el caso de pellet declaran que “no recibieron información adecuada”. Respecto a otras razones de arrepentimiento, ambos en el caso del kerosene, se menciona la “Mala calidad del producto” y “No mantiene calor después de apagado”.

Los resultados del análisis de disposición a copago deben ser evaluados de manera criteriosa ya que la disposición a copago se está preguntando una vez que ya se realizó el copago (en algunos casos han pasado hasta 3 años). Por este motivo esta disposición puede estar sesgada por el cambio en la situación del beneficiario, la vivienda o la zona.

Si bien el programa tiene una buena evaluación y los resultados generales de la encuesta son buenos en la medida que se observa una reducción en el consumo de leña, que respaldan los resultados de las estimaciones preliminares y revisadas, destaca el cambio en la percepción del costo por vivienda en los diferentes energéticos. Para cada tecnología de recambio se observó un aumento significativo en la percepción del gasto por vivienda en energéticos, pues si bien se consume menos leña, aumentó el consumo de combustibles bastante más costosos. Si bien el objetivo del subsidio es disminuir las emisiones y, por lo tanto, mejorar la salud del total de la población, este instrumento podría ser considerado regresivo en la medida que funciona como

un subsidio para aquellos con recursos suficientes para realizar el copago y cubrir los costos operacionales. Este aspecto debiera ser considerado en las futuras modificaciones del programa, buscando la forma de apoyar a familias de menores ingresos para que puedan acceder a los múltiples beneficios percibidos, tales como la reducción de contaminación intradomiciliaria, aumento de la comodidad, entre otros.

8. Bibliografía

- Ambiente Consultores. (2007). *Análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa.*
- Ambiosis. (2009). *Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Definición de Área de Influencia de las Emisiones que Causan el Efecto de Saturación por PM10 en la Ciudad de TALCA.*
- Ambiosis. (2011). *Estudio diagnóstico plan de gestión atmosférica Región de Valparaíso, construcción de un inventario de emisiones regional, 604.*
- Asesorías en Ingeniería Ambiental Pedro Alex Sanhueza Herrera E.I.R.L. (2006). *Análisis de Medidas para Incorporar al Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas.*
- CDT. (2010). *Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial.* (E. encargado por el P. P. de E. Energética, Ed.).
- CDT. (2015a). *Medición del Consumo Nacional de Leña y Otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera.*
- CDT. (2015b). *Medición del Consumo Nacional e Leña y Otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera.*
- CENMA. (2000). *Mejoramiento del Inventario de Emisiones de la Región Metropolitana.*
- CENMA. (2010). *Actualización de inventario de emisiones y encuesta residencial de leña, Temuco y Padre las Casas.*
- Centro Nacional del Medio Ambiente. (2010). *Actualización del Inventario de Emisiones de Temuco y Padre Las Casas.* Santiago: CENMA.
- Centro Nacional del Medio Ambiente. (2011). *Diagnóstico de Calidad de Aire y Medidas de Descontaminación - Andacollo, 0, 198.*
- Centro Nacional del Medio Ambiente. (2012). *Inventario de Emisiones y Modelo de Dispersión.*
- CONAMA. (1997). *Inventario de Emisiones Región Metropolitana (1997).*
- CREARA. (2013). *Análisis Energético de Viviendas para Ciudades del Centro y Sur de Chile y Sistematización de información asociada a leña.*
- DICTUC. (2006). *Análisis de la Calidad del Aire para MP-10 en Tocopilla, 0–217.*
- DICTUC. (2007). *Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana - Escenario 2005.* Santiago, Chile: Informe preparado para CONAMA RM.
- DICTUC. (2008a). *Actualización del inventario de emisiones atmosféricas en las comunas de Temuco y Padre Las Casas .*
- DICTUC. (2008b). *Análisis de la Calidad del Aire para MP10 en Calama, 1–453.*
- DICTUC. (2008c). *Estudio Diagnóstico Plan de Gestión Calidad del Aire VI Región, 1–505.*
- DICTUC. (2008d). *Inventario de emisiones de la zona de Ventanas y estimación de su impacto en la calidad del aire., 1–339.* <https://doi.org/10.1590/S1135-57272008000500001>
- DICTUC. (2015). *Informe final “Antecedentes para Elaborar el Plan de Prevención de la Localidad de Huasco.”*

- EnviroModeling. (2009a). Análisis de emisiones atmosféricas en Coyhaique, 1–172.
- EnviroModeling. (2009b). Análisis de Emisiones Atmosféricas En Coyhaique, 1–172.
- EnviroModeling Ltda. (2009). *Análisis de Emisiones Atmosféricas En Coyhaique*.
- GEOAIRE Ambiental. (2015). Evaluación de medidas costo efectivas para revisar y reformular el plan de ventanas.
- GreenLabUC. (2016). Elaboración de Manual para Desarrollo de Inventarios. Estudio realizado para la Subsecretaria de Medio Ambiente.
- GreenLabUC, & UTFSM. (2017). *Apoyo a la iniciativa para el plan de mitigación de los contaminantes climáticos de vida corta en Chile*.
- Ministerio de Desarrollo Social. (n.d.). ¿Qué es la Encuesta Casen? La Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen).
- Ministerio de Medio Ambiente - Departamento de economía ambiental. (2014). Análisis general del impacto económico y social del anteproyecto de plan de descontaminación de Osorno, 1–45.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2013). Primer Reporte del Estado del Medio Ambiente. *Marzo 2014*. Retrieved from <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-55917.html>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). Planes de Descontaminación Atmosférica. Estrategia 2014-2018.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017a). Encuesta de Satisfacción Post Instalación Programa de Recambio de Calefactores 2017, Región del Maule.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017b). RE 1325: Bases de postulación Programa de Recambio de Artefactos a Leña en la Zona Saturada Coyhaique de la Región de Aysén.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017c). RE N°388: Bases y anexos para postulación a programa de recambio de artefactos a leña en la zona saturada Coyhaique de la Región de Aysén 2017.
- MMA. (2012). Decreto 33 - Declara Zona Saturada por Material Particulado Respirable MP10, como concentración diaria y anual, a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante, en conformidad al polígono que se indica.
- MMA. (2014). RE N° 923 Bases de postulación PRC Coyhaique.
- MMA. (2016a). Decreto 15 - Declara zona saturada por material particulado fino respirable MP2.5, como concentración de 24 horas, a la ciudad de coyhaique y su zona circundante, en conformidad al polígono que se indica.
- MMA. (2016b). Decreto 46 - Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para la Ciudad de Coyhaique y su zona Circundante.
- MMA. (2016c). Plan de Descontaminación Atmosférica para la Ciudad de Coyhaique y su Zona Circundante.
- MMA. (2016d). RE N° 82 Bases de postulación PRC Coyhaique.
- MMA. (2017). Manual para el Desarrollo de Inventarios de Emisiones Atmosféricas.
- MMA. (2018). RE N° 356 Bases de postulación PRC Coyhaique, *120(1957)*, 1957–1958.
- MORI. (2015a). Caracterización de artefactos de calefacción residencial: Coyhaique.
- MORI. (2015b). Caracterización De Artefactos De Calefacción Residencial.
- QSE. (2018). *Apoyo recambio multiopción de calefactores para las comunas de Talca, Maule, Linares y Valle Central de la Provincia de Curicó, Región del Maule (etapa 2017)*. Talca.
- SICAM. (2015a). Actualización del Inventario de Emisiones Atmósferica de Temuco y PLC. Fuentes

de Área : Combustión Residencial de CAPITULO I.

- SICAM. (2015b). Actualización del inventario de emisiones atmosféricas de Concepción Metropolitano, año base 2013.
- SICAM. (2015c). Desarrollo del Inventario de Emisiones para la comuna de Temuco y Padre las Casas. Estudio elaborado para la SEREMI de Medio Ambiente de la Región de la Araucanía.
- SICAM. (2015d). Inventario de emisiones atmosféricas y modelación de contaminantes de la comuna de Valdivia, año base 2013.
- SICAM. (2018). *Apoyo al recambio de calefactores de Temuco*. Temuco, Chile.
- SISTAM Ingeniería. (2016). Inventario de emisiones atmosféricas y modelación de los contaminantes de las comunas de Curicó, Teno, Romeral, Rauco, Sagrada Familia y Molina. Año base 2014.
- Universidad Católica de Temuco. (2009a). Actualización del Inventario de emisiones atmosféricas para Concepción Metropolitano.
- Universidad Católica de Temuco. (2009b). *Inventario de Emisiones Atmosféricas para la Ciudades de Chillán y Los Angeles*.
- Universidad de Concepción. (2010). AGIES del Plan de Descontaminación Atmosférica del Valle Central de la Región de O´Higgins (inc. Actualización inventario).
- Universidad de Concepción. (2014). Diagnóstico de la calidad del aire y medidas de descontaminación en Talca y Maule, 1–249.
- Universidad de Concepción, & Instituto de Investigaciones Tecnológicas. (2017). *Elaboración de evaluación ex-post de Plan de Descontaminación Atmosférica Temuco*.
- Universidad de Santiago. (2014). Actualización y sistematización del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en la Región Metropolitana.

9. Anexos

9.1 Minutas de reuniones con programas de recambio regionales

9.1.1 Programa de Recambio de Calefactores Región de O'Higgins



MINUTA REUNIÓN: "Evaluación de los programas de recambio realizados en la zona saturada de Coyhaique, comparación con programas de otras regiones"

Lugar de Realización	de Skype	
Fecha	18 de Junio 2018	
Presentes	Cinthia Arellano	Encargadas programa de recambio Región de O'Higgins
	Djanira Padilla	
	José Miguel Valdés	GreenLab
	María Teresa Alarcón	GreenLab

TEMAS TRATADOS

- I. Presentación del estudio y del objetivo de la entrevista
- II. Información general del programa de recambio en la región de O'Higgins
- III. Recomendaciones de mejora
- IV. Solicitud de información

DESARROLLO DE LA AGENDA

I. Presentación del estudio y del objetivo de la entrevista

Se informa que el estudio a realizar es la evaluación del sistema de recambio de calefactores en Coyhaique. El objetivo de la entrevista es contar con información para realizar un análisis comparativo del programa de recambio en otras regiones.

Se les preguntará acerca de aspectos administrativos, gestión, diseño, implementación y seguimiento del programa con la finalidad de recoger buenas prácticas para así generar recomendaciones para el programa de recambio en Coyhaique.

II. Información general del programa de recambio en la región de O'Higgins

Historia

Los recambios comienzan el año 2013 con 504 recambios de aparatos a leña por nuevos calefactores a leña, financiado por el Ministerio del Medio Ambiente, para la comuna de Rengo.

En agosto del 2013 entra en vigencia el Plan de Descontaminación Atmosférica de la región, y dentro de este contexto se realiza el recambio

- Primer recambio: 744 artefactos recambiados (hasta agosto del 2016)
- Segundo recambio: aproximadamente 200 artefactos recambiados (finales del 2016)
- Tercer recambio: 239 artefactos recambiados (2017)
- Cuarto recambio: 225 artefactos por recambiar (finales de julio 2018)

Solo el recambio del 2013 es por calefactores a leña, los recambios siguientes ofrecen alternativas de pellet, gas y parafina de tiro forzado. En el último recambio se incluyó un piloto de aire acondicionado y la opción de aire acondicionado más paneles fotovoltaicos.

Financiamiento – Co Pago

El financiamiento es principalmente del FNDR, con parte de financiamiento del MMA.

El primer recambio definió las tecnologías según el presupuesto (se distribuyó según la solicitud de los postulantes y el presupuesto disponible para dichos recambios). En los recambios siguientes se guía la elección de los calefactores según las preferencias de los beneficiarios del proceso anterior y por potencia (7-9 kW). Las marcas de los equipos se determinan según su desempeño en procesos de instalación, en la experiencia post-venta (se evita trabajar con empresas que tienen mal historial de respuesta) y de las características de los equipos.

El primer recambio no tenía copago, a partir del segundo se determinó un copago de \$50.000 CLP para calefactores a pellet y \$70.000 CLP para calefactores a parafina y se ha mantenido fijo.

El monto del copago se determina, en parte porque los calefactores a parafina requieren la instalación de 2 estufas, y porque se contaba con mayor cantidad de calefactores a pellet disponibles para recambio. Posteriormente, se debieron mantener los copagos por contratos existentes que ya contaban con estos copagos establecidos. Se espera, gradualmente aumentar el monto del copago para igualarlo al de otras regiones (\$100.000 CLP). Se establece un monto bajo inicial de manera de no provocar tanto rechazo debido a que previamente no había copago.

El establecimiento de un monto de copago generó problemas inicialmente ya que las personas no postularon pensando que luego se abriría otro periodo de postulación sin copago.

Difusión

La difusión y funcionamiento del programa durante el periodo de postulación se deja a cargo de una productora, se realizan las siguientes acciones de difusión:

- Campañas de radio
- Campañas en internet y redes sociales
- Campañas en el mall o en lugares de alta afluencia de público en Rancagua y otras comunas
- Charlas informativas

La productora apoya en los procesos de postulación, verificación y posterior seguimiento (encuesta).

Organización

La postulación al programa es abierta a la 17 comunas que conforman la zona saturada del Valle Central. Se establecen módulos de postulación, por lo cual se cuenta con un periodo de postulación de al menos 20 días (con 1-2 días por comuna). La postulación puede ser en la web o presencial.

Luego de la postulación se cuenta con un período de, al menos, 30 días de validación de la información (domicilio y calefactor antiguo).

Los procesos para el programa son:

1. Postulación
2. Preselección
3. Validación de la información de postulación
4. Selección
5. Pago del beneficiario
6. Instalación
7. Seguimiento (encuesta)
8. Servicio post venta

El seguimiento se realiza luego de la instalación (puede ser inmediatamente o luego de un tiempo), se realiza una encuesta de satisfacción (de la instalación y operación), este proceso está a cargo de la productora. No se realiza análisis de la información recogida por la encuesta posterior, sin embargo la productora a cargo entrega la sistematización de la encuesta final realizada.

El servicio post-venta está a cargo de las empresas de instalación, sin embargo, la SEREMI también recibe reclamos directamente que debe luego transmitir a la empresa correspondiente.

Beneficiarios

Los criterios de selección iniciales fueron características del hogar (aislación térmica), del calefactor (antigüedad, uso), integrantes de la familia (tercera edad, infantes), entre otros. Los criterios han cambiado para ser más objetivos, y facilitar la verificación de la información entregada (por ejemplo, ya no se pregunta la antigüedad del calefactor a leña, ya que esto no se podía verificar).

En general siempre hay más postulantes que disponibilidad de calefactores. El 2017 ocurrió que la preselección de beneficiarios dejó muchos postulantes fuera (menos que los calefactores disponibles, los cuales se dejaron para el siguiente programa) ya que muchos no cumplieron con los requisitos de tener el calefactor antiguo y tener evidencia de uso (verificación visual), además de pertenecer a la zona urbana (requisito de algunos periodos de recambio).

III. Recomendaciones de mejoras

Se comenta que el programa se vería beneficiado por una evaluación de factibilidad técnica previa a la instalación, de manera de verificar que el calefactor que escogió el beneficiario

efectivamente puede ser instalado en el domicilio (ha ocurrido, por ejemplo, que los calefactores a gas no pueden ser instalados por motivos técnicos). Se recomienda que se realice una evaluación de pre factibilidad de instalación durante el proceso de verificación de domicilio.

Adicionalmente ha habido problemas relacionados con la rotación del personal encargado.

IV. Solicitud de información

Con el fin de poder realizar un análisis comparativo más detallado de ambos programas, se realiza la solicitud de la siguiente información. Se solicita entregar la información con el mayor detalle posible:

- Presupuesto y origen del financiamiento (FNDR y MMA, por año y monto)
- Costo del recambio (costo del artefacto, costo de instalación, otros costos)
- Material de difusión del programa (avisos, panfletos, reuniones, dípticos, etc.)
- Bases de postulación del programa para cada año
- Bases de licitación para proveedores de calefactores (o criterios de evaluación)
- Estudio 2015 en el cual se generan factores de emisión reales de los equipos
- Base de datos de beneficiarios, con todos los campos que se usan para evaluar si recibe o no el beneficio. Por lo menos:
 - Id de recambio
 - Año
 - Artefacto recambiado (tipo, años de antigüedad, estado)
 - Tecnología de recambio - Monto del copago (\$)
 - NSE del hogar
 - Características del hogar (acondicionamiento de la vivienda, año de construcción, etc.)
 - Integrantes del grupo familiar (número y grupo etario)

9.1.2 Programa de Recambio de Calefactores Región del Maule



MINUTA REUNIÓN: “Evaluación de los programas de recambio realizados en la zona saturada de Coyhaique, comparación con programas de otras regiones”

Lugar Realización	de Skype	
Fecha	20 de Junio 2018	
Presentes	Andrea Brevis	Encargada programa de recambio Región del Maule
	José Miguel Valdés	GreenLab
	María Teresa Alarcón	GreenLab

TEMAS TRATADOS

- I. Presentación del estudio y del objetivo de la entrevista
- II. Información general del programa de recambio en la región de O'Higgins
- III. Recomendaciones de mejora
- IV. Solicitud de información

DESARROLLO DE LA AGENDA

I. Presentación del estudio y del objetivo de la entrevista

Se informa que el estudio a realizar es la evaluación del sistema de recambio de calefactores en Coyhaique. El objetivo de la entrevista es contar con información para realizar un análisis comparativo del programa de recambio en otras regiones.

Se les preguntará acerca de aspectos administrativos, gestión, diseño, implementación y seguimiento del programa con la finalidad de recoger buenas prácticas para así generar recomendaciones para el programa de recambio en Coyhaique.

II. Información general del programa de recambio en la región de O'Higgins

Historia

Los recambios comienzan el año 2015 dentro del contexto del PDA de la Región (que entra en vigencia el 2016).

- 2015: 356 artefactos recambiados (piloto)
- 2016: 350 artefactos recambiados
- 2017: 1300 artefactos recambiados (en Talca, como parte de un programa masivo de recambio)

No se realizan recambios por calefactores a leña, ofrecen alternativas de pellet, y kerosene. Los artefactos a leña se chatarrizan como parte del programa.

Financiamiento – Co Pago

El financiamiento es del MMA para los años 2015 y 2016, el 2017 se forma parte de un programa masivo de recambio con fondos del GORE.

El primer recambio fue según las alternativas que los postulantes escogían, a partir de entonces se definieron porcentajes según la preferencia expresada. Para los años 2016-2018 se establece 20% kerosene y 80% pellet, se espera ir disminuyendo el % de kerosene. No se ofrece calefactores a gas ya que este es de alto costo y difícil adquisición en la zona. Se espera a corto plazo incluir aparatos eléctricos en las opciones (aire acondicionado).

Los proveedores de los equipos se determinan por Convenio Marco, se determinan criterios de potencia, costo, eficiencia y emisiones.

Todos los recambios, sin importar la tecnología han tenido un copago de \$50.000 CLP. Se busca para el 2018 subir el copago a \$60.000 CLP, para un programa pequeño de recambio del Ministerio (a parte del financiado por el GORE).

El copago se considera esencial para la valoración del beneficio y disminuir la reventa de equipos.

Difusión

La difusión y funcionamiento del programa durante el periodo de postulación se deja a cargo de una productora, se realizan las siguientes acciones de difusión:

- Campañas de radio, televisión y diarios
- Campañas en internet y redes sociales
- Charlas informativas/capacitaciones

La productora apoya en los procesos de postulación, verificación y posterior seguimiento (encuesta).

En las charlas informativas se guía a potenciales beneficiarios en la postulación, indicando, por ejemplo, cuáles son los tipos de artefactos a leña y cuáles tienen mayor puntaje al momento de postular.

Anteriormente se incluyó un sistema para que los postulantes adjuntaran una foto de su artefacto a leña, pero esto generaba una carga muy grande en la página por lo cual ya no se realiza.

Organización

La postulación al programa es por medio de la página web. Los procesos para el programa son:

1. Postulación: dura aproximadamente 30 días, aunque se considera que es mucho y se espera reducirlo a 15-20 días.
2. Selección
3. Validación de la información de postulación
4. Pago del beneficiario
5. Instalación: a lo largo de 4 meses
6. Seguimiento (checklist): una semana después de la instalación
7. Evaluación (encuesta de satisfacción): un mes después de la instalación
8. Servicio post venta

A partir del año 2016 se revisan los equipos del año anterior, se evalúa que estén bien instalados, que las personas estén capacitadas para su uso y la conformidad con el calefactor. Esta evaluación la realiza la consultora contratada como apoyo para el recambio. Cada año, la consultora contratada para apoyar el programa realiza una evaluación del proceso, incluyendo el análisis de la encuesta de satisfacción (el 2017 la evaluación general del programa obtuvo una nota de 6,8).

El servicio post-venta está a cargo de las empresas de instalación, sin embargo, la SEREMI también recibe reclamos directamente que debe luego transmitir a la empresa correspondiente.

Beneficiarios

Los criterios de selección son el aparato antiguo a leña, la presencia de infantes o tercera edad en la vivienda y el estado de la vivienda en cuanto a aislación (mientras mejor la aislación térmica mejor es el puntaje).

En general siempre se tienen mucho más postulantes que equipos. En Talca el 2017 se recibieron 5800 postulaciones y se asignaron 1300 artefactos.

El año 2016 se debió realizar un segundo llamado a postulación ya que no se contó con suficientes validaciones de domicilio.

III. Recomendaciones de mejoras

La evaluación anual realizada por la empresa contratada para apoyar en el desarrollo del programa, facilita un constante proceso de detección de problemas e implementación de mejoras. Esto ha resultado principalmente en mejoras en la plataforma web (exposición de la información y postulación) y en el establecimiento de protocolos para la obtención de fotografías del equipo a leña (durante la validación del domicilio y la información entregada).

IV. Solicitud de información

Con el fin de poder realizar un análisis comparativo más detallado de ambos programas, se realiza la solicitud de la siguiente información. Se solicita entregar la información con el mayor detalle posible:

- Presupuesto y origen del financiamiento (MMA y GORE, por año y monto)
- Costo del recambio (costo del artefacto, costo de instalación, otros costos)
- Material de difusión del programa (avisos, panfletos, reuniones, dípticos, etc.)
- Bases de postulación del programa para cada año
- Bases de licitación para proveedores de calefactores (o criterios de evaluación)
- Informe de evaluación del programa de la consultoría de apoyo para cada año
- Base de datos de beneficiarios, con todos los campos que se usan para evaluar si recibe o no el beneficio. Por lo menos:
 - Id de recambio
 - Año
 - Artefacto recambiado (tipo, años de antigüedad, estado)
 - Tecnología de recambio - Monto del copago (\$)
 - NSE del hogar
 - Características del hogar (acondicionamiento de la vivienda, año de construcción, etc.)
 - Integrantes del grupo familiar (número y grupo etario)

9.1.3 Programa de Recambio de Calefactores Región de la Araucanía



MINUTA REUNIÓN: “Evaluación de los programas de recambio realizados en la zona saturada de Coyhaique, comparación con programas de otras regiones”

Lugar Realización	de Skype	
Fecha	20 de Junio 2018	
Presentes	Andrea Brevis	Encargada programa de recambio Región del Maule
	José Miguel Valdés	GreenLab
	María Teresa Alarcón	GreenLab

TEMAS TRATADOS

- I. Presentación del estudio y del objetivo de la entrevista
- II. Información general del programa de recambio en la región del Maule
- III. Recomendaciones de mejora
- IV. Solicitud de información

DESARROLLO DE LA AGENDA

I. Presentación del estudio y del objetivo de la entrevista

Se informa que el estudio a realizar es la evaluación del sistema de recambio de calefactores en Coyhaique. El objetivo de la entrevista es contar con información para realizar un análisis comparativo del programa de recambio en otras regiones.

Se les preguntará acerca de aspectos administrativos, gestión, diseño, implementación y seguimiento del programa con la finalidad de recoger buenas prácticas para así generar recomendaciones para el programa de recambio en Coyhaique.

II. Información general del programa de recambio en la región del Maule

Historia

Los recambios comienzan el año 2015 dentro del contexto del PDA de la Región (que entra en vigencia el 2016).

- 2015: 356 artefactos recambiados (piloto)
- 2016: 350 artefactos recambiados
- 2017: 1300 artefactos recambiados (en Talca, como parte de un programa masivo de recambio)

No se realizan recambios por calefactores a leña, ofrecen alternativas de pellet, y kerosene. Los artefactos a leña se chatarrizan como parte del programa.

Financiamiento – Co Pago

El financiamiento es del MMA para los años 2015 y 2016, el 2017 se forma parte de un programa masivo de recambio con fondos del GORE.

El primer recambio fue según las alternativas que los postulantes escogían, a partir de entonces se definieron porcentajes según la preferencia expresada. Para los años 2016-2018 se establece 20% kerosene y 80% pellet, se espera ir disminuyendo el % de kerosene. No se ofrece calefactores a gas ya que este es de alto costo y difícil adquisición en la zona. Se espera a corto plazo incluir aparatos eléctricos en las opciones (aire acondicionado).

Los proveedores de los equipos se determinan por Convenio Marco, se determinan criterios de potencia, costo, eficiencia y emisiones.

Todos los recambios, sin importar la tecnología han tenido un copago de \$50.000 CLP. Se busca para el 2018 subir el copago a \$60.000 CLP, para un programa pequeño de recambio del Ministerio (a parte del financiado por el GORE).

El copago se considera esencial para la valoración del beneficio y disminuir la reventa de equipos.

Difusión

La difusión y funcionamiento del programa durante el periodo de postulación se deja a cargo de una productora, se realizan las siguientes acciones de difusión:

- Campañas de radio, televisión y diarios
- Campañas en internet y redes sociales
- Charlas informativas/capacitaciones

La productora apoya en los procesos de postulación, verificación y posterior seguimiento (encuesta).

En las charlas informativas se guía a potenciales beneficiarios en la postulación, indicando, por ejemplo, cuáles son los tipos de artefactos a leña y cuáles tienen mayor puntaje al momento de postular.

Anteriormente se incluyó un sistema para que los postulantes adjuntaran una foto de su artefacto a leña, pero esto generaba una carga muy grande en la página por lo cual ya no se realiza.

Organización

La postulación al programa es por medio de la página web. Los procesos para el programa son:

1. Postulación: dura aproximadamente 30 días, aunque se considera que es mucho y se espera reducirlo a 15-20 días.
2. Selección

3. Validación de la información de postulación
4. Pago del beneficiario
5. Instalación: a lo largo de 4 meses
6. Seguimiento (checklist): una semana después de la instalación
7. Evaluación (encuesta de satisfacción): un mes después de la instalación
8. Servicio post venta

A partir del año 2016 se revisan los equipos del año anterior, se evalúa que estén bien instalados, que las personas estén capacitadas para su uso y la conformidad con el calefactor. Esta evaluación la realiza la consultora contratada como apoyo para el recambio. Cada año, la consultora contratada para apoyar el programa realiza una evaluación del proceso, incluyendo el análisis de la encuesta de satisfacción (el 2017 la evaluación general del programa obtuvo una nota de 6,8).

El servicio post-venta está a cargo de las empresas de instalación, sin embargo, la SEREMI también recibe reclamos directamente que debe luego transmitir a la empresa correspondiente.

Beneficiarios

Los criterios de selección son el aparato antiguo a leña, la presencia de infantes o tercera edad en la vivienda y el estado de la vivienda en cuanto a aislación (mientras mejor la aislación térmica mejor es el puntaje).

En general siempre se tienen mucho más postulantes que equipos. En Talca el 2017 se recibieron 5800 postulaciones y se asignaron 1300 artefactos.

El año 2016 se debió realizar un segundo llamado a postulación ya que no se contó con suficientes validaciones de domicilio.

III. Recomendaciones de mejoras

La evaluación anual realizada por la empresa contratada para apoyar en el desarrollo del programa, facilita un constante proceso de detección de problemas e implementación de mejoras. Esto ha resultado principalmente en mejoras en la plataforma web (exposición de la información y postulación) y en el establecimiento de protocolos para la obtención de fotografías del equipo a leña (durante la validación del domicilio y la información entregada).

IV. Solicitud de información

Con el fin de poder realizar un análisis comparativo más detallado de ambos programas, se realiza la solicitud de la siguiente información. Se solicita entregar la información con el mayor detalle posible:

- Presupuesto y origen del financiamiento (MMA y GORE, por año y monto)
- Costo del recambio (costo del artefacto, costo de instalación, otros costos)
- Material de difusión del programa (avisos, panfletos, reuniones, dípticos, etc.)
- Bases de postulación del programa para cada año
- Bases de licitación para proveedores de calefactores (o criterios de evaluación)

- Informe de evaluación del programa de la consultoría de apoyo para cada año
- Base de datos de beneficiarios, con todos los campos que se usan para evaluar si recibe o no el beneficio. Por lo menos:
 - Id de recambio
 - Año
 - Artefacto recambiado (tipo, años de antigüedad, estado)
 - Tecnología de recambio - Monto del copago (\$)
 - NSE del hogar
 - Características del hogar (acondicionamiento de la vivienda, año de construcción, etc.)
 - Integrantes del grupo familiar (número y grupo etario)

9.2 Información adicional programas de recambio

A continuación se presenta información adicional recibida por parte de los contactos de los PRC Regionales (posterior a la entrevista). Además de información recolectada de estudios enviados por la contraparte técnica.

Tabla 9-1 Recambios en la región de O'Higgins

Fecha instalación	Tipo de calefactores ofrecidos	N° de recambios	Copago	Financiamiento	
				Institución	Monto
Julio 2016	Gas y kerosene tiro forzado	152	Sin copago	MMA	181,972,624
Julio 2016		592		FNDR	584,779,685
Diciembre 2016	Gas, pellet y kerosene tiro forzado	319	\$50.000 pellet	MMA	441,727,734
Diciembre 2017		214	\$70.000 kerosene gas sin copago	MMA	242,770,307
TOTAL		1277			1,451,250,350

Fuente: SEREMI del Medio Ambiente Región del Libertador Gral. Bdo. O'Higgins

Tabla 9-2 Procesos de postulación PRC O'Higgins

Año	Periodo de postulación	Tipos de calefactores		Criterios de evaluación
		Combustible	Proveedor	
2015	30 días corridos	Pellet	2D Electrónica	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de riesgo • N° de integrantes en la familia • Personas con enfermedades respiratorias • Tipo de artefacto a leña • Tamaño de la vivienda • Aislación térmica^a
		Parafina	Comercial e Importadora BBR S.A.	
		Gas	Abastible	
2016	15 días corridos	Pellet	2D Electrónica Comercial e Importadora BBR S.A.	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de riesgo • N° de integrantes en la familia • Personas con enfermedades respiratorias • Tipo de artefacto a leña • Aislación térmica^a
		Parafina	Comercial e Importadora BBR S.A.	
		Gas	Lipigas S.A.	
2018	20 días corridos	Pellet	Comercial e Importadora BBR S.A.	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos de riesgo • N° de integrantes en la familia • Personas con enfermedades respiratorias • Tipo de artefacto a leña • Aislación térmica^a
		Parafina	Comercial e Importadora BBR S.A.	

^ael mayor puntaje se le otorga a quien haya recibido el beneficio del subsidio MINVU para aislación térmica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-3 Costo equipo e instalación PRC O'Higgins

Fecha Instalación	Tecnología	Modelo	Proveedor	Monto Equipo ^a	Monto Instalación	Total Recambio sin copago
May -2013	Leña	Nordic 380	Amesti	\$318.091		\$318.091
May -2016	Gas	UT ECOWOOD-D	Abastible	\$1.212.763		\$1.212.763
Jul -2016	Pellets	Pretty	2D Electrónica	\$832.919		\$832.919
Dic-2016	Pellets	PS7500	Toyotomi- Sodimac	\$1.270.000	\$135.000	\$1.405.000
	Gas	RHFE 559FT- CW Rinnai	Lipigas	\$918.214		\$918.214
	Parafina	70 AQ	Toyotomi	\$1.074.994	\$150.000	\$1.224.994
	Pellets	Pretty	2D Electrónica	\$1.654.100	\$132.375	\$1.786.475
Dic-2017	Parafina	FF-V30T+FF-V30T	Toyotomi	\$1.090.000	\$100.000	\$1.190.000
	Pellets	PS 7500	Toyotomi	\$1.016.000	\$85.000	\$1.101.000

^aEn los casos en que haya una licitación el costo incluye la instalación

Fuente: SEREMI del Medio Ambiente Región del Libertador Gral. Bdo. O'Higgins

Tabla 9-4 Recambios realizados en la región de la Araucanía

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 ^a
Leña					731	650	0	435
Pellet					492	619	1222	363
Parafina					82	417	213	106
TOTAL	138	519	846	905	1.305	1.686	1.435	904

^aLos recambios del 2018 aún no se efectúan

Fuente: Información recibida del Ministerio del Medio Ambiente, 2018

Tabla 9-5 Modelos, empresas y beneficiarios según tecnología para el PRC de la región de la Araucanía el 2017

Modelo	Empresa	Tecnología	N° de beneficiarios
FERLUX	NUEVA ENERGÍA	Pellet	101
ALASKA	YUNQUE		369
ECOSMART	BOSCA		112
PS-7500 BC	TOYOTOMI		341
PRETTY	2D		215
LORY	BOSCA		100
ECO 380	BOSCA	Leña	435
FF55T	TOYOTOMI	Parafina	30
KEROS	NEOFLAM		50
FR-700 F	TOYOTOMI		218
TOTAL			1971

Fuente: (SICAM, 2018)

9.3 Diseño preliminar encuesta (versión enviada a programación)

Cuestionario Maestro Encuesta Expost Programa de Recambio de Calefactores Coyhaique 258.111.00309.1 – Etapa 1

Tiempo de entrevista: 25 minutos

Inicio de campo: POR DETERMINAR

Final de campo: POR DETERMINAR

I. VARIABLES DE LA MUESTRA

S2

II. REVISIÓN DE CUOTA BASADO EN LAS VARIABLES DE LA MUESTRA

Neto Total n: 350

(S2=1) = 75

(S2=2) = 80

(S2=3) = 185

(S2=4) = 10

III. INTRODUCCIÓN

ENTREVISTADOR:

Buenos días/Buenas tardes, Mi nombre es _____ y trabajo para GfK Adimark. Estamos realizando una encuesta respecto del programa de recambio de calefactores en el cual usted o alguien de su hogar fue un beneficiario o beneficiaria, por lo que queremos pedirle su colaboración para poder evaluar el programa respondiendo una breve encuesta. ¿Podría hablar con _____ (NOMBRE DE LA BASE DE DATOS) ?, que es la persona registrada como beneficiaria del programa. Aprovecho de comentarle que también existe la posibilidad de que la persona beneficiaria conteste con la ayuda de otro miembro del hogar en caso de ser necesario. Si usted desea mayor información, puede llamar a GfK Adimark al (2) 2479 2000.

IV. FILTRO

Base: All respondents

S1. [S]

(ANOTAR SIN PREGUNTAR. UTILIZAR BASE DE DATOS) Año de cambio de calefactor

- 1) 2015
- 2) 2016
- 3) 2017

Base: All respondents

S2. [S]

(ANOTAR SIN PREGUNTAR. UTILIZAR BASE DE DATOS) Tipo de combustible del calefactor

- 1) Leña
- 2) Pellets
- 3) Parafina/kerosene
- 4) Gas

Base: All respondents

S3. [Q]

¿Me podría decir su edad?

SCRIPTER: IF THE AGE OF THE RESPONDENT IS LESS THAN 18, END THE SURVEY. UPPER LIMIT 120 YEARS OLD.

Base: All respondents

S4. [S]

Sexo (ANOTAR SIN CONSULTAR)

- 1) Hombre
- 2) Mujer

Base: All respondents

S5. [Q]

¿Cuántas personas viven en esta vivienda?

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 20.

Base: All respondents

S6. [Q]

¿Y cuántas de esas personas son...?

Row

1. Infantes (menos de 5 años)
2. Niños (5 a 17 años)
3. Adultos (18 a 59 años)
4. Adultos mayores (60 años o más)

Column

1. Número de integrantes (2 dígitos)

SCRIPTER:
NUMERIC GRID
RANGE 0 to 20

V. CUESTIONARIO PRINCIPAL

B. MODULO 1: Caracterización del hogar

Base: All respondents

P1. [S]

¿En qué año fue construida su casa? (LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Antes del 2000
- 2) Entre el 2000 y el 2007
- 3) Después del 2007
- 99) No sabe/No responde (NO LEER)

Base: All respondents

P2. [M]

¿Ha realizado Ud. alguna de las siguientes mejoras en la aislación térmica de su vivienda? (RESPUESTA MÚLTIPLE. LEER ALTERNATIVAS 1 a 3)

- 1) En ventanas
- 2) En el techo
- 3) En los muros
- 4) No he realizado ninguna mejora en aislación térmica en mi vivienda [S]
- 99) No sabe/No responde (NO LEER) [S]

Base: For all who respond P2=1, 2 or 3

P3. [Q]

¿En qué año realizó dicha mejora?

Row

1. En ventanas
2. En el techo
3. En los muros

Column

1. Año de mejora (4 digits)

SCRIPTER:
NUMERIC GRID
RANGO 1950 a 2018
SHOW ITEMS SELECTED ON P2

C. MÓDULO 2: Desempeño del Calefactor – Antes del recambio

Base: All respondents. Is not a question, only an informative message

Info_E [i]

Ahora vamos a hablar específicamente de los aparatos para calefacción y cocina que usted tenía en su vivienda el año (XXX), es decir, un año antes de que reemplazara su aparato por un nuevo calefactor a (YYY).

SCRIPTER

FILL (XXX) WITH:

2014 IF S1=1

2015 IF S1=2

2016 IF S1=3

FILL (YYY) WITH THE ANSWER GIVEN IN S2

Base: All respondents

P4. [M]

Pensando en los aparatos que usted tenía en su vivienda el año (XXX), además de la leña ¿Cuáles de los siguientes combustibles usaban los aparatos de su vivienda? (LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Pellets
- 2) Parafina/Kerosene
- 3) Gas
- 4) Calefactor eléctrico
- 5) Ningún otro tipo de combustible [S]

SCRIPTER:

FILL (XXX) WITH:

2014 IF S1=1

2015 IF S1=2

2016 IF S1=3

2.1: Aparatos a leña

Base: All respondents

P5. [S]

Respecto de la leña, ¿Con qué frecuencia compraba leña para los aparatos de su vivienda? (LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Semanal
- 2) Mensual
- 3) Anual
- 4) Otra

Base: All respondents

P6. [M]

¿Qué tipo de leña compraba para sus aparatos? (LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Cualquier tipo de leña
- 2) Leña seca
- 3) Leña certificada sin subsidio
- 4) Leña certificada con subsidio (CONAF)

Base: All respondents

P7. [S]

¿Cuánta leña consumió el año (XXX) (el año antes del recambio)?

- 1) Kilos [Q] _____
- 2) Metros Cúbicos [Q] _____
- 3) Sacos [Q] _____
- 4) Camionetas [Q] _____
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER:

FILL (XXX) WITH:

2014 IF S1=1

2015 IF S1=2

2016 IF S1=3

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: All respondents

P8. [Q]

¿Y cuánto pagó por leña durante ese mismo año? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

Base: All respondents

P9. [Q]

Según lo que usted recuerda, ¿cuántas horas al día usaba su aparato antiguo a leña...?

Row

1. En el mes más frío del año
2. En un mes promedio

Column

1. Cantidad de horas diarias de uso (2 digits)

SCRIPTER:

NUMERIC GRID

ANSWERS CAN GO FROM 0 TO 24

2.1: Aparatos a pellets**Base: For all who respond P4=1**

P10. [S]

Pensando en los aparatos a Pellets que usted tenía el año (XXX), ¿Cuánto combustible consumía en el mes más frío del año?

- 1) Kilos de pellets [Q] _____
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER:

FILL (XXX) WITH:

2014 IF S1=1

2015 IF S1=2
2016 IF S1=3

RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: For all who respond P4=1

P11. [S]

¿Y cuánto combustible consumía en un mes promedio?

- 1) Kilos de pellets [Q] _____
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: For all who respond P4=1

P12. [Q]

¿Cuánto dinero gastaba en pellets durante el mes más frío del año? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

Base: For all who respond P4=1

P13. [Q]

¿Y cuánto dinero gastaba en pellets en un mes promedio? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

2.1: Aparatos a parafina

Base: For all who respond P4=2

P14. [S]

Pensando en los aparatos a parafina que usted tenía el año (XXX), ¿cuánto combustible consumía en el mes más frío del año?

- 1) Litros de parafina/kerosene [Q] _____
99) No sabe/No responde

SCRIPTER:
FILL (XXX) WITH:
2014 IF S1=1
2015 IF S1=2
2016 IF S1=3

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: For all who respond P4=2

P15. [S]

¿Y cuánto combustible consumía en un mes promedio?

- 1) Litros de parafina/kerosene [Q] _____
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: For all who respond P4=2

P16. [Q]

¿Cuánto dinero gastaba en parafina durante el mes más frío del año? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

Base: For all who respond P4=2

P17. [Q]

¿Y cuánto dinero gastaba en parafina en un mes promedio? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

2.1: Aparatos a gas

Base: For all who respond P4=3

P18. [S]

Pensando en los aparatos a gas que usted tenía el año (XXX), ¿Cuánto combustible consumía en el mes más frío del año?

- 1) Balones de gas (5 kg) [Q] _____
- 2) Balones de gas (11 kg) [Q] _____
- 3) Balones de gas (15 kg) [Q] _____
- 4) Balones de gas (45 kg) [Q] _____
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER:

FILL (XXX) WITH:

2014 IF S1=1

2015 IF S1=2

2016 IF S1=3

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 100.

Base: For all who respond P4=3

P19. [S]

¿Y cuánto combustible consumía en un mes promedio?

- 1) Balones de gas (5 kg) [Q] _____
- 2) Balones de gas (11 kg) [Q] _____
- 3) Balones de gas (15 kg) [Q] _____
- 4) Balones de gas (45 kg) [Q] _____
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 100.

Base: For all who respond P4=3

P20. [Q]

¿Cuánto dinero gastaba en gas durante el mes más frío del año? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

Base: For all who respond P4=3

P21. [Q]

¿Y cuánto dinero gastaba en gas en un mes promedio? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

D. MODULO 3: Desempeño del Calefactor – Después del recambio

Base: All respondents. Is not a question, only an informative message

Info_E [i]

Ahora vamos a hablar específicamente de los calefactores que usted tiene en su vivienda en la actualidad, incluyendo el calefactor que fue recambiado.

Base: All respondents

P22. [M]

Pensando en los calefactores que usted tiene en su vivienda en la actualidad, ¿Cuáles de los siguientes combustibles usan los calefactores de su vivienda? (LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Leña
- 2) Pellets
- 3) Parafina/Kerosene
- 4) Gas
- 5) Calefactor eléctrico

3.1: Aparatos a leña

Base: For all who respond P22=1

P23. [S]

Pensando en la leña, ¿con qué frecuencia compra leña? (LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Semanal
- 2) Mensual
- 3) Anual
- 4) Otra

Base: For all who respond P22=1

P24. [M]

¿Qué tipo de leña compra? (LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Cualquier tipo de leña
- 2) Leña seca
- 3) Leña certificada sin subsidio
- 4) Leña certificada con subsidio (CONAF)

Base: For all who respond P22=1

P25. [S]

¿Cuánta leña consumió en el último año?

- 1) Kilos [Q] _____
- 2) Metros Cúbicos [Q] _____
- 3) Sacos [Q] _____
- 4) Camionetas [Q] _____
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: For all who respond P22=1

P26. [Q]

¿Y Cuánto pagó por leña durante el último año? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

Base: All respondents

P27. [Q]

¿Tiene usted en su vivienda alguna cocina a leña?

- 1) Si
- 2) No

3.2: Aparatos a pellets

Base: For all who respond P22=2

P28. [S]

Pensando en los calefactores a Pellets que usted tiene en la actualidad, ¿Cuánto combustible consumió en el último mes?

- 1) Kilos de pellets [Q] _____
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: For all who respond P22=2

P29. [S]

¿Y cuánto combustible consume en un mes promedio?

- 1) Kilos de pellets [Q] _____
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: For all who respond P22=2

P30. [Q]

¿Cuánto dinero gastó en pellets durante el último mes? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

Base: For all who respond P22=2

P31. [Q]

¿Y cuánto dinero gasta en pellets en un mes promedio? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

3.3: Aparatos a parafina

Base: For all who respond P22=3

P32. [S]

Pensando en los calefactores a parafina que usted tiene en la actualidad, ¿Cuánto combustible consumió en el último mes?

- 1) Litros de parafina [Q] _____
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: For all who respond P22=3

P33. [S]

¿Y cuánto combustible consume en un mes promedio?

- 1) Litros de parafina [Q] _____
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000.

Base: For all who respond P22=3

P34. [Q]

¿Cuánto dinero gastó en parafina durante el último mes? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

Base: For all who respond P22=3

P35. [Q]

¿Y cuánto dinero gasta en parafina un mes promedio? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

3.4: Aparatos a gas

Base: For all who respond P22=4

P36. [S]

Pensando SOLO en los calefactores a gas que usted tiene en la actualidad, ¿Cuánto combustible consumió en el último mes?

- 1) Balones de gas (5 kg) [Q] _____
2) Balones de gas (11 kg) [Q] _____
3) Balones de gas (15 kg) [Q] _____
4) Balones de gas (45 kg) [Q] _____
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 100.

Base: For all who respond P22=4

P37. [S]

¿Y cuánto combustible consume en un mes promedio?

- 1) Balones de gas (5 kg) [Q] _____
2) Balones de gas (11 kg) [Q] _____
3) Balones de gas (15 kg) [Q] _____
4) Balones de gas (45 kg) [Q] _____
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 100.

Base: For all who respond P22=4

P38. [Q]

¿Cuánto dinero gastó en ESE gas durante el último mes? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

Base: For all who respond P22=4

P39. [Q]

¿Y cuánto dinero gasta en ESE gas un mes promedio? (INGRESAR MONTO EN PESOS CHILENOS)

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 1000000.

E. MÓDULO 4: Operación del calefactor

Base: All respondents

P40. [S]

Considerando el calefactor nuevo, es decir, el que se cambió, ¿cuál es la principal razón por la cual lo eligió? (RESPUESTA ÚNICA. LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Economía en la operación
- 2) Amigable con el medio ambiente
- 3) Facilidad de uso
- 4) Confort térmico (calienta más)
- 5) Era el único que quedaba disponible
- 6) Otro, ¿Cuál? [O] _____

Base: All respondents

P41. [Q]

¿Y cuántas horas al día ha usado el nuevo calefactor a (YYY)...?

Row

1. En el último mes
2. En un mes promedio

Column

1. Cantidad de horas diarias de uso (2 digits)

SCRIPTER:

NUMERIC GRID

ANSWERS CAN GO FROM 0 TO 24

FILL (YYY) WITH THE ANSWER GIVEN IN S2

Base: All respondents

P42. [S]

¿Ha tenido algún problema con la operación del nuevo calefactor?

- 1) Sí
- 2) No

Base: For all who respond P42=1

P43. [M]

¿Con qué se relaciona el problema(s)? (LEER ALTERNATIVAS. RESPUESTA MÚLTIPLE)

- 1) Con el ducto
- 2) Con la temperatura
- 3) Con la operación
- 4) Con el combustible
- 5) Otro, ¿cuál?

Base: All respondents

P44. [S]

Comparando con el aparato antiguo, usted diría que hoy...

Row

- 1) ¿Pasa más o menos frío durante el día?
- 2) ¿Pasa más o menos frío durante la noche?
- 3) ¿Gasta más o menos en electricidad?

Column

- 1) Más
- 2) Igual
- 3) Menos
- 99) No sabe/No responde

Base: All respondents

P45. [S]

(MOSTRAR TABLET) Usando la siguiente escala, ¿qué tan de acuerdo está con las siguientes frases? (LEER ITEMS)

Row

1. Con respecto al antiguo, este calefactor es más fácil de usar.
2. Ahora es más fácil que antes conseguir combustible.
3. Comparando con el antiguo aparato, este calefactor mantiene mejor la temperatura en toda la casa.

Column

- 1 Muy en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 De acuerdo
- 5 Muy de acuerdo
- 99 NS-NR

Base: All respondents

P46. [M]

Desde que se efectuó el recambio, ¿ha detectado algún beneficio adicional para usted o su familia? (ESPONTÁNEA. CLASIFICAR. RESPUESTA MÚLTIPLE)

- 1) Disminución de enfermedades respiratorias
- 2) Disminución de tos

- 3) Disminución en los síntomas del asma
- 4) Disminución del humo dentro del hogar
- 5) Disminución de la irritación de ojos
- 6) Disminución del polvo dentro del hogar
- 7) Disminución del hollín dentro del hogar
- 8) Disminución del ceniza dentro del hogar
- 9) Disminución de malos olores
- 10) Disminución de accidentes por quemaduras
- 11) Mejora estética
- 12) Otros
- 13) Ninguno [S]
- 99) No sabe/No responde [S]

Base: All respondents

P47. [M]

Con respecto a antes del recambio, ¿Alguno de los integrantes de su hogar ha presentado una DISMINUCIÓN en alguno de los siguientes síntomas? (LEER ALTERNATIVAS. RESPUESTA MÚLTIPLE)

1. Tos
2. Resfrío/Gripe
3. Neumonía
4. Bronquitis
5. Asma
6. Infección o irritación de ojos
7. Otro, ¿Cuál? [O] _____
8. Ninguno [S]

Base: For all who respond P47=1, 2, 3, 4, 5, 6 or 7

P48. [M]

¿Y a qué grupo etario pertenece la o las personas que disminuyeron sus síntomas de...? (LEER ALTERNATIVAS. RESPUESTA MÚLTIPLE)

Row

1. Tos
2. Resfrío/Gripe
3. Neumonía
4. Bronquitis
5. Asma
6. Infección en los ojos
7. (XXX)

Column

- 1 Infantes (menos de 5 años)
- 2 Niños/as (5 a 17 años)
- 3 Adultos (18 a 59 años)
- 4 Adultos mayores (60 años o más)

SCRIPTER

In the rows, show only alternatives selected in P47.
 Fill (XXX) with the open answer given in P47 (alternative 7).
 Multiple answer for each Row.

G. MÓDULO 6: Proceso de recambio

Base: All respondents. Is not a question, only an informative message

Info_E [i]

Ahora vamos a hablar de su experiencia con el programa de recambio de calefactores.

Base: All respondents

P49. [S]

Con una nota de 1 a 7, ¿Cómo evalúa cada uno de los siguientes aspectos del programa de recambio?

Row

1. El proceso de postulación
2. Verificación en terreno
3. La instalación del nuevo calefactor
4. El programa de recambio en general
5. El nuevo calefactor

Column

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
99. No sabe/No responde

Base: All respondents

P50. [S]

¿Cuál es la principal razón por la cual usted evalúa con esta nota al nuevo calefactor? (ESPONTÁNEA. CLASIFICAR. RESPUESTA ÚNICA)

- 1) Economía en la operación
- 2) Amigable con el medio ambiente
- 3) Facilidad de uso
- 4) Confort térmico (calienta más)
- 5) Otro, ¿Cuál? [O] _____

Base: All respondents

P51. [S]

¿Tuvo algún problema con la instalación de su nuevo calefactor?

1. Sí
2. No

Base: For all who respond P51=1

P52. [M]

¿Comunicó dicho problema a la empresa que realizó la instalación o al Ministerio del Medio Ambiente?

1. Sí, a la empresa
2. Sí, al Ministerio del Medio Ambiente
3. No [S]

Base: For all who respond P52=1

P53. [S]

¿El problema fue solucionado?

1. Sí
2. No

Base: For all who respond P52=1

P54. [Q]

Con una nota de 1 a 7, ¿cómo evalúa la respuesta o solución que recibió frente al problema con su nuevo calefactor?

99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 7, AND ALSO 99.

H. MÓDULO 7: Disposición a pagar

Base: All respondents

P55. [S]

Usted tuvo que efectuar un copago de \$30.000 por su calefactor. Después de haber utilizado su calefactor, y considerando todas las características de operación, desempeño, abastecimiento de combustible, y otros efectos en su hogar o familia, si el copago hubiera sido \$100.000 ¿habría participado en el programa? (LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Sí
- 2) No

Base: For all who respond P55=1

P56. [S]

Y si el copago hubiera sido \$200.000 ¿habría participado en el programa?

- 1) Sí
- 2) No

Base: For all who respond P55=2

P57. [S]

Y si el copago hubiera sido \$60.000 ¿habría participado en el programa?

- 1) Sí
- 2) No

Base: For all who respond P57=2

P58. [S]

¿Se arrepiente de haber participado en el programa?

- 1) Sí
- 2) No

Base: For all who respond P58=1

P59. [M]

¿Por qué motivo se arrepiente de haber participado? (ESPONTÁNEA. RESPUESTA MÚLTIPLE)

- 1) Nueva operación es muy cara
- 2) El nuevo equipo no calienta mucho
- 3) Es complicado conseguir el combustible
- 4) El tipo de calor que produce no me gusta
- 5) No recibió información adecuada durante el proceso (desde la postulación al recambio)
- 6) Otro, ¿Cuál? [O]

Base: All respondents

P60. [Q]

De 1 a 7, donde 1 es “Con seguridad haría comentarios negativos” y 7 es “Con seguridad haría comentarios positivos”, ¿si una persona cercana le consultara sobre el programa de recambio de calefactores, qué tipo de comentarios haría usted?

99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 7, AND ALSO 99.

I. MÓDULO 7: Perfil Sociodemográfico

Base: All respondents

P61. [S]

¿Usted es el jefe(a) de su hogar o principal sostenedor(a)?

- 1) Sí
- 2) No
- 99) No sabe/No responde

Base: All respondents

P62. [S]

(MOSTRAR TABLET). ¿Cuál es su nivel de estudios alcanzando?

- 1) Básica incompleta o menos
- 2) Básica completa
- 3) Media incompleta
- 4) Media completa
- 5) Media técnica incompleta
- 6) Media técnica completa
- 7) Superior técnica incompleta
- 8) Superior técnica completa
- 9) Universitaria incompleta
- 10) Universitaria completa
- 11) Postgrado (master, doctorado o equivalente)
- 99) No sabe/No responde

Base: For all who respond P61=2

P63. [S]

(MOSTRAR TABLET). ¿Y cuál es el nivel de estudios que alcanzó el o la jefe/a de su hogar?

- 1) Básica incompleta o menos

- 2) Básica completa
- 3) Media incompleta
- 4) Media completa
- 5) Media técnica incompleta
- 6) Media técnica completa
- 7) Superior técnica incompleta
- 8) Superior técnica completa
- 9) Universitaria incompleta
- 10) Universitaria completa
- 11) Postgrado (master, doctorado o equivalente)
- 99) No sabe/No responde

Base: All respondents

P64. [S]

¿Cuál es su actividad principal? (RESPUESTA ÚNICA)

- 1) Trabaja
- 2) Pensionado(a) o Jubilado(a)
- 3) Estudiante
- 4) Cesante
- 5) Dueña(o) de casa
- 6) Otro
- 99) No sabe/No responde

Base: For all who respond P64=1 or 2

P65. [S]

¿Cuál es su actividad o trabajo? ¿O la que realizaba cuando trabajaba (EN CASO DE JUBILADOS)? (ESPONTANEA)

- 1) No trabaja
- 2) Trabajos menores ocasionales e informales
- 3) Oficio menor, obrero no calificado, jornalero, servicio doméstico con contrato.
- 4) Obrero calificado, capataz, microempresario (kiosco, taxi, comercio menor, ambulante)
- 5) Empleado administrativo medio y bajo, vendedor, secretaria, jefe de sección. Técnico especializado. Profesional independiente de carreras técnicas (contador, analista de sistemas, diseñador, músico). Profesor. Tropa o suboficial de las Fuerzas Armadas.
- 6) Ejecutivo medio (gerente, sub-gerente), gerente general de empresa media o pequeña. Profesional independiente de carreras tradicionales (abogado, médico, arquitecto, ingeniero, agrónomo). Oficial de Fuerzas Armadas, Carabineros o Investigaciones. Jefe de división de servicio público.
- 7) Alto ejecutivo o director de empresa grande. Empresarios propietarios de empresas medianas y grandes. Profesionales independientes de gran prestigio. Rangos superiores de las Fuerzas Armadas, Carabineros o Investigaciones.
- 99) No sabe/No responde

Base: For all who respond P61=2

P66. [S]

¿Cuál es la actividad o trabajo del jefe de su hogar? ¿O la que realizaba cuando trabajaba (EN CASO DE JUBILADOS)? (ESPONTANEA)

- 1) No trabaja
- 2) Trabajos menores ocasionales e informales
- 3) Oficio menor, obrero no calificado, jornalero, servicio doméstico con contrato.
- 4) Obrero calificado, capataz, microempresario (kiosco, taxi, comercio menor, ambulante)

- 5) Empleado administrativo medio y bajo, vendedor, secretaria, jefe de sección. Técnico especializado. Profesional independiente de carreras técnicas (contador, analista de sistemas, diseñador, músico). Profesor. Tropa o suboficial de las Fuerzas Armadas.
- 6) Ejecutivo medio (gerente, sub-gerente), gerente general de empresa media o pequeña. Profesional independiente de carreras tradicionales (abogado, médico, arquitecto, ingeniero, agrónomo). Oficial de Fuerzas Armadas, Carabineros o Investigaciones. Jefe de división de servicio público.
- 7) Alto ejecutivo o director de empresa grande. Empresarios propietarios de empresas medianas y grandes. Profesionales independientes de gran prestigio. Rangos superiores de las Fuerzas Armadas, Carabineros o Investigaciones.
- 99) No sabe/No responde

Base: All respondents

P67. [O]

Nombre del encuestado/a

Base: All respondents

P68. [S]

(EL ENCUESTADOR/ENCUESTADORA) ¿El encuestado respondió solo la encuesta o requirió asistencia de otro miembro de la vivienda?

- 1) Solo
- 2) Acompañado por el/la cónyuge o pareja
- 3) Acompañado por el hijo o hija
- 4) Acompañado por otro pariente
- 5) Acompañado por otro, no pariente

Base: All respondents

P69. [Q]

Probablemente un(a) supervisor(a) de mi empresa llame para verificar esta encuesta o hacerle alguna pregunta pendiente ¿Me podría dar su número de teléfono?

99) No sabe/No responde

SCRITER: ANSWER MUST HAVE 9 DIGITS.

Base: All respondents

P70. [Q]

FOLIO (ANOTAR FOLIO DEL BENEFICIARIO SEGÚN BASE DE DATOS)

SCRIPTER:
ANSWERS CAN GO FROM 1 TO 3126.

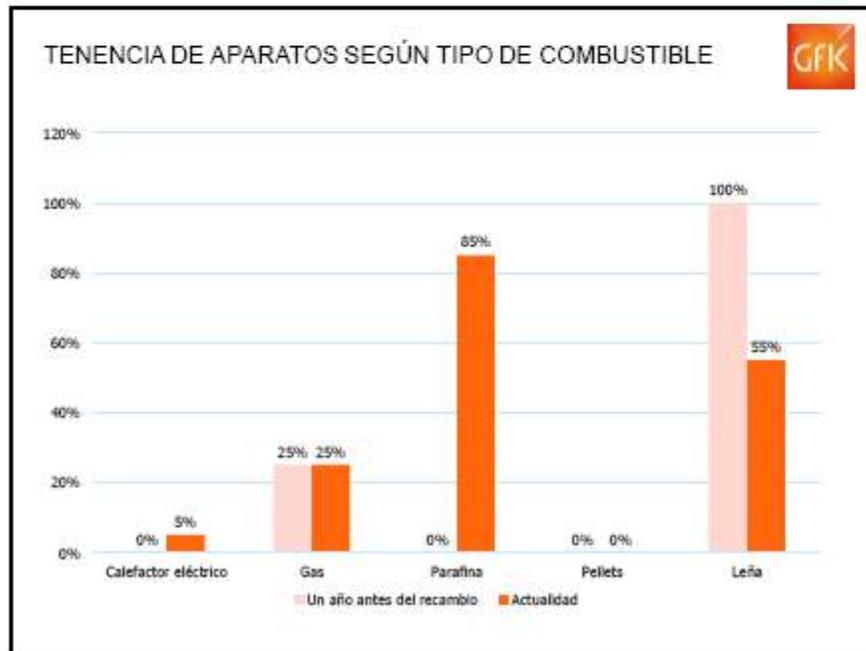
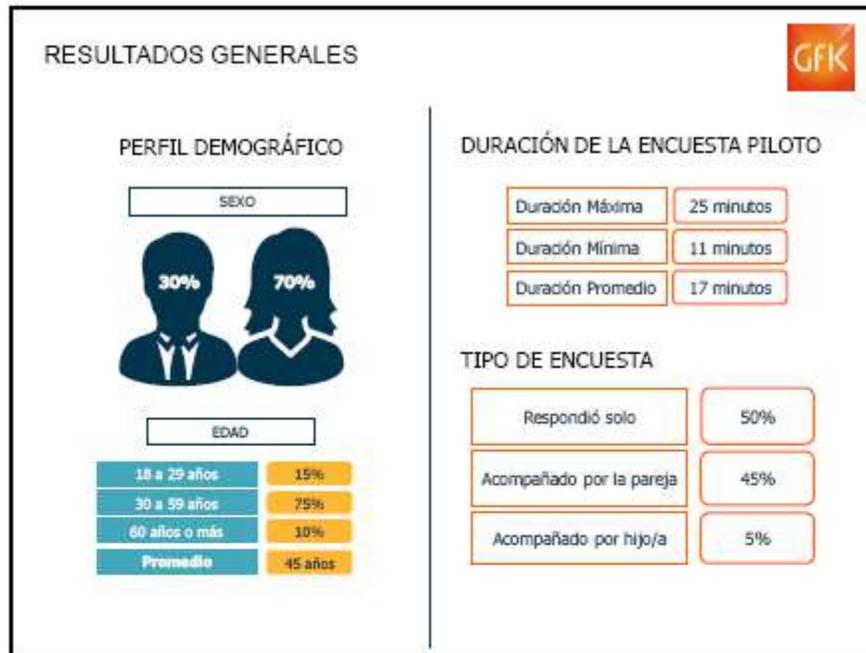
VI. TEXTO ESTANDAR DE ELIMINACION DE LA MUESTRA DEL PANEL:

MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO Y COOPERACIÓN

FINAL DEL CUESTIONARIO

9.4 Análisis de pretest, Adimark





UNIDADES DE MEDIDA



P7. ¿Cuánta leña consumió el año (XXX) (el año antes del recambio) (B: 20 casos)

Categoría	% Casos
Kilos	0%
Metros cúbicos	100%
Sacos	0%
Camionetas	0%

P25. ¿Cuánta leña consumió en el último año? (B: 11 casos, quienes tienen algún calefactor a leña en la actualidad)

Categoría	% Casos
Kilos	0%
Metros cúbicos	82%
Sacos	18%
Camionetas	0%

OTROS RESULTADOS



P6. ¿Qué tipo de leña compraba para sus aparatos? (LEER ALTERNATIVAS) (B: 20 casos)

Categoría	% Casos
Cualquier tipo de leña	65%
Leña Seca	50%
Leña certificada sin subsidio	0%
Leña certificada con subsidio	0%

P24. ¿Qué tipo de leña compra? (LEER ALTERNATIVAS) (B: 11 casos, quienes tienen algún calefactor a leña en la actualidad)

Categoría	% Casos
Cualquier tipo de leña	36%
Leña Seca	64%
Leña certificada sin subsidio	18%
Leña certificada con subsidio	0%

*Preguntas de respuesta múltiple

OTROS RESULTADOS 

P50. Motivos de evaluación, respuestas semi-abiertas (B: 8 casos)

Menciones Positivas	N° Casos
Limpieza	1 caso
Evita enfermedades respiratorias	1 caso
Menciones Negativas	N° Casos
No tempera la casa	2 casos
Es muy chico	1 caso
Dificultad para conseguir combustible	1 caso
Alza de parafina	1 caso
Dificultades con la mantención	1 caso

9.5 Diseño final encuesta (versión enviada a programación)

Cuestionario Maestro Encuesta Expost Programa de Recambio de Calefactores Coyhaique 258.111.00309.1 – Etapa 1

Tiempo de entrevista: 25 minutos
 Inicio de campo: POR DETERMINAR
 Final de campo: POR DETERMINAR

I. VARIABLES DE LA MUESTRA

S2.2

II. REVISION DE CUOTA BASADO EN LAS VARIABLES DE LA MUESTRA

Neto Total n: 330
 (S2.2=1) = 75
 (S2.2=2) = 80
 (S2.2=3) = 165
 (S2.2=4) = 10

III. INTRODUCCIÓN

ENTREVISTADOR:

Buenos días/Buenas tardes, Mi nombre es _____ y trabajo para GfK Adimark. Estamos realizando una encuesta respecto del programa de recambio de calefactores en el cual usted o alguien de su hogar fue un beneficiario o beneficiaria, por lo que queríamos pedirle su colaboración para poder evaluar

el programa respondiendo una breve encuesta. ¿Podría hablar con _____ (NOMBRE DE LA BASE DE DATOS) ?, que es la persona registrada como beneficiaria del programa. Aprovecho de comentarle que también existe la posibilidad de que la persona beneficiaria conteste con la ayuda de otro miembro del hogar en caso de ser necesario. Si usted desea mayor información, puede llamar a GfK Adimark al (2) 2479 2000.

IV. FILTRO

Base: All respondents

S7. [S]

(ANOTAR SIN PREGUNTAR. UTILIZAR BASE DE DATOS) Año de cambio de calefactor

- 4) 2015
- 5) 2016
- 6) 2017

Base: All respondents

S8. [S]

(ANOTAR SIN PREGUNTAR. UTILIZAR BASE DE DATOS) Tipo de combustible del calefactor

- 5) Leña
- 6) Pellets
- 7) Parafina/kerosene
- 8) Gas

Base: All respondents

S2.1 [S]

¿Usted fue beneficiario del programa de recambio de calefactores a leña?

- 1) Si
- 2) No

SCRIPTER: IF S2.1=2, END THE SURVEY.

Base: All respondents

S2.2 [S]

¿Qué combustible utiliza el equipo nuevo?

- 1) Leña
- 2) Pellets
- 3) Parafina/kerosene
- 4) Gas

Base: All respondents

S9. [Q]

¿Me podría decir su edad?

SCRIPTER: IF THE AGE OF THE RESPONDENT IS LESS THAN 18, END THE SURVEY. UPPER LIMIT 120 YEARS OLD.

Base: All respondents

S10. [S]

Sexo (ANOTAR SIN CONSULTAR)

- 1) Hombre

2) Mujer

Base: All respondents

S11. [Q]

¿Cuántas personas viven en esta vivienda?

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 20.

Base: All respondents

S12. [Q]

¿Y cuántas de esas personas son...?

Row

5. Infantes (menos de 5 años)
6. Niños (5 a 17 años)
7. Adultos (18 a 59 años)
8. Adultos mayores (60 años o más)

Column

1. Número de integrantes (2 digits)

SCRIPTER:

NUMERIC GRID

RANGE 0 to 20

V. CUESTIONARIO PRINCIPAL**B. MÓDULO 1: Caracterización del hogar****Base: All respondents**

P71. [S]

¿En qué año fue construida su casa? (LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Antes del 2000
- 2) Entre el 2000 y el 2007
- 3) Después del 2007
- 99) No sabe/No responde (NO LEER)

Base: All respondents

P72. [M]

¿Ha realizado Ud. alguna de las siguientes mejoras en la aislación térmica de su vivienda? (RESPUESTA MÚLTIPLE. LEER ALTERNATIVAS 1 a 3)

- 1) En ventanas
- 2) En el techo
- 3) En los muros
- 4) No he realizado ninguna mejora en aislación térmica en mi vivienda [S]
- 99) No sabe/No responde (NO LEER) [S]

Base: For all who respond P2=1, 2 or 3

P73. [Q]

¿En qué año realizó dicha mejora?

Row

4. En ventanas
5. En el techo
6. En los muros

Column

1. Año de mejora (4 digits)

SCRIPTER:
NUMERIC GRID
RANGO 1950 a 2018
SHOW ITEMS SELECTED ON P2

C. MODULO 2: Desempeño del Calefactor – Antes del recambio

Base: All respondents. Is not a question, only an informative message

Info_E [i]

Ahora vamos a hablar específicamente de los aparatos para calefacción y cocina que usted tenía en su vivienda el año (XXX), es decir, un año antes de que reemplazara su aparato por un nuevo calefactor a (YYY).

SCRIPTER
FILL (XXX) WITH:
2014 IF S1=1
2015 IF S1=2
2016 IF S1=3

FILL (YYY) WITH THE ANSWER GIVEN IN S2.2

Base: All respondents

P74. [M]

Pensando en los aparatos que usted tenía en su vivienda el año (XXX), además de la leña ¿Cuáles de los siguientes combustibles usaban los aparatos de su vivienda? (LEER ALTERNATIVAS)

- 6) Pellets
- 7) Parafina/Kerosene
- 8) Gas
- 9) Calefactor eléctrico
- 10) Ningun otro tipo de combustible [S]

SCRIPTER:
FILL (XXX) WITH:
2014 IF S1=1
2015 IF S1=2
2016 IF S1=3

2.1: Aparatos a leña

Base: All respondents

P75. [S]

Respecto de la leña, ¿Con qué frecuencia compraba leña para los aparatos de su vivienda? (LEER ALTERNATIVAS)

- 5) Semanal
- 6) Mensual
- 7) Anual
- 8) Otra

Base: All respondents

P76. [M]

¿Qué tipo de leña compraba para sus aparatos? (LEER ALTERNATIVAS)

- 5) Cualquier tipo de leña
- 6) Leña seca
- 7) Leña certificada sin subsidio
- 8) Leña certificada con subsidio (CONAF)

Base: All respondents

P77. [S]

¿Cuánta leña consumió el año (XXX) (el año antes del recambio)?

- 1) Kilos [Q] _____
- 2) Metros Cúbicos [Q] _____
- 3) Sacos [Q] _____
- 4) Camionetas [Q] _____
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER:
FILL (XXX) WITH:
2014 IF S1=1
2015 IF S1=2
2016 IF S1=3

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: All respondents

P78. [Q]

¿Y cuánto pagó por leña durante ese mismo año? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

- 97) Nada (\$0)
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

Base: All respondents

P79. [Q]

Según lo que usted recuerda, ¿cuántas horas al día usaba su aparato antiguo a leña...?

Row

3. En el mes más frío del año
4. En un mes promedio

Column

1. Cantidad de horas diarias de uso (2 digits)

SCRIPTER:

NUMERIC GRID

ANSWERS CAN GO FROM 0 TO 24

2.1: Aparatos a pellets

Base: For all who respond P4=1

P80. [S]

Pensando en los aparatos a Pellets que usted tenía el año (XXX), ¿Cuánto combustible consumía en el mes más frío del año?

- 2) Kilos de pellets [Q] _____
- 100) No sabe/No responde

SCRIPTER:

FILL (XXX) WITH:

2014 IF S1=1

2015 IF S1=2

2016 IF S1=3

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: For all who respond P4=1

P81. [S]

¿Y cuánto combustible consumía en un mes promedio?

- 2) Kilos de pellets [Q] _____
- 100) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: For all who respond P4=1

P82. [Q]

¿Cuánto dinero gastaba en pellets durante el mes más frío del año? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

97) Nada (\$0)

99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

Base: For all who respond P4=1

P83. [Q]

¿Y cuánto dinero gastaba en pellets en un mes promedio? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

- 97) Nada (\$0)
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

2.1: Aparatos a parafina

Base: For all who respond P4=2

P84. [S]

Pensando en los aparatos a parafina que usted tenía el año (XXX), ¿cuánto combustible consumía en el mes más frío del año?

- 2) Litros de parafina/kerosene [Q] _____
100) No sabe/No responde

SCRIPTER:
FILL (XXX) WITH:
2014 IF S1=1
2015 IF S1=2
2016 IF S1=3

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: For all who respond P4=2

P85. [S]

¿Y cuánto combustible consumía en un mes promedio?

- 2) Litros de parafina/kerosene [Q] _____
100) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: For all who respond P4=2

P86. [Q]

¿Cuánto dinero gastaba en parafina durante el mes más frío del año? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

- 97) Nada (\$0)
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

Base: For all who respond P4=2

P87. [Q]

¿Y cuánto dinero gastaba en parafina en un mes promedio? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

- 97) Nada (\$0)
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

2.1: Aparatos a gas

Base: For all who respond P4=3

P88. [S]

Pensando en los aparatos a gas que usted tenía el año (XXX), ¿Cuánto combustible consumía en el mes más frío del año?

- 5) Balones de gas (5 kg) [Q] _____
- 6) Balones de gas (11 kg) [Q] _____
- 7) Balones de gas (15 kg) [Q] _____
- 8) Balones de gas (45 kg) [Q] _____
- 100) No sabe/No responde

SCRIPTER:

FILL (XXX) WITH:

2014 IF S1=1

2015 IF S1=2

2016 IF S1=3

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 100.

Base: For all who respond P4=3

P89. [S]

¿Y cuánto combustible consumía en un mes promedio?

- 5) Balones de gas (5 kg) [Q] _____
- 6) Balones de gas (11 kg) [Q] _____
- 7) Balones de gas (15 kg) [Q] _____
- 8) Balones de gas (45 kg) [Q] _____
- 100) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 100.

Base: For all who respond P4=3

P90. [Q]

¿Cuánto dinero gastaba en gas durante el mes más frío del año? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

97) Nada (\$0)

99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

Base: For all who respond P4=3

P91. [Q]

¿Y cuánto dinero gastaba en gas en un mes promedio? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

97) Nada (\$0)

99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

D. MÓDULO 3: Desempeño del Calefactor – Después del recambio

Base: All respondents. Is not a question, only an informative message

Info_E [i]

Ahora vamos a hablar específicamente de los calefactores que usted tiene en su vivienda en la actualidad, incluyendo el calefactor que fue recambiado.

Base: All respondents

P92. [M]

Pensando en los calefactores que usted tiene en su vivienda en la actualidad, ¿Cuáles de los siguientes combustibles requirieren los calefactores de su vivienda? (Aunque no utilice el calefactor) (LEER ALTERNATIVAS)

- 6) Leña
- 7) Pellets
- 8) Parafina/Kerosene
- 9) Gas
- 10) Calefactor eléctrico

3.1: Aparatos a leña

Base: For all who respond P22=1 OR S2.2=1

P93. [S]

Pensando en la leña, ¿con qué frecuencia compra leña? (LEER ALTERNATIVAS 1 a 4)

- 5) Semanal
- 6) Mensual
- 7) Anual
- 8) Otra
- 9) Nunca

Base: For all who respond P22=1 OR S2.2=1

P94. [M]

¿Qué tipo de leña compra? (LEER ALTERNATIVAS 1 a 4)

- 5) Cualquier tipo de leña
- 6) Leña seca
- 7) Leña certificada sin subsidio
- 8) Leña certificada con subsidio (CONAF)
- 9) Ningún tipo de leña

Base: For all who respond P22=1 OR S2.2=1

P95. [S]

¿Cuánta leña consumió en el último año? (SI NO CONSUMIO LEÑA, MARCAR 0 EN CUALQUIER CATEGORÍA)

- 1) Kilos [Q] _____
- 2) Metros Cúbicos [Q] _____
- 3) Sacos [Q] _____
- 4) Camionetas [Q] _____
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: For all who respond P22=1 OR S2.2=1

P96. [Q]

¿Y Cuánto pagó por leña durante el último año? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

97) Nada (\$0)

99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

Base: All respondents

P97. [Q]

¿Tiene usted en su vivienda alguna cocina a leña?

3) Si

4) No

3.2: Aparatos a pellets

Base: For all who respond P22=2 OR S2.2=2

P98. [S]

Pensando en los calefactores a Pellets que usted tiene en la actualidad, ¿Cuánto combustible consumió en el último mes?

2) Kilos de pellets [Q] _____

100) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: For all who respond P22=2 OR S2.2=2

P99. [S]

¿Y cuánto combustible consume en un mes promedio?

2) Kilos de pellets [Q] _____

100) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: For all who respond P22=2 OR S2.2=2

P100. [Q]

¿Cuánto dinero gastó en pellets durante el último mes? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

97) Nada (\$0)

99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

Base: For all who respond P22=2 OR S2.2=2

P101. [Q]

¿Y cuánto dinero gasta en pellets en un mes promedio? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

- 97) Nada (\$0)
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

3.3: Aparatos a parafina

Base: For all who respond P22=3 OR S2.2=3

P102. [S]

Pensando en los calefactores a parafina que usted tiene en la actualidad, ¿Cuánto combustible consumió en el último mes?

- 2) Litros de parafina [Q] _____
100) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: For all who respond P22=3 OR S2.2=3

P103. [S]

¿Y cuánto combustible consume en un mes promedio?

- 2) Litros de parafina [Q] _____
100) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 1000.

Base: For all who respond P22=3 OR S2.2=3

P104. [Q]

¿Cuánto dinero gastó en parafina durante el último mes? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

- 97) Nada (\$0)
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

Base: For all who respond P22=3 OR S2.2=3

P105. [Q]

¿Y cuánto dinero gasta en parafina un mes promedio? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

- 97) Nada (\$0)
99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

3.4: Aparatos a gas

Base: For all who respond P22=4 OR S2.2=4

P106. [S]

Pensando SOLO en los calefactores a gas que usted tiene en la actualidad, ¿Cuánto combustible consumió en el último mes?

- 5) Balones de gas (5 kg) [Q] _____
- 6) Balones de gas (11 kg) [Q] _____
- 7) Balones de gas (15 kg) [Q] _____
- 8) Balones de gas (45 kg) [Q] _____
- 100) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 100.

Base: For all who respond P22=4 OR S2.2=4

P107. [S]

¿Y cuánto combustible consume en un mes promedio?

- 5) Balones de gas (5 kg) [Q] _____
- 6) Balones de gas (11 kg) [Q] _____
- 7) Balones de gas (15 kg) [Q] _____
- 8) Balones de gas (45 kg) [Q] _____
- 100) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 0 TO 100.

Base: For all who respond P22=4 OR S2.2=4

P108. [Q]

¿Cuánto dinero gastó en ESE gas durante el último mes? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

- 97) Nada (\$0)
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

Base: For all who respond P22=4 OR S2.2=4

P109. [Q]

¿Y cuánto dinero gasta en ESE gas en un mes promedio? (INGRESAR MONTO COMPLETO EN PESOS CHILENOS)

- 97) Nada (\$0)
- 99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1000 TO 1000000.

E. MÓDULO 4: Operación del calefactor

Base: All respondents

P110. [S]

Considerando el calefactor nuevo, es decir, el que se cambió, ¿cuál es la principal razón por la cual lo eligió? (RESPUESTA ÚNICA. LEER ALTERNATIVAS)

- 1) Economía en la operación
- 2) Amigable con el medio ambiente
- 3) Facilidad de uso
- 4) Confort térmico (calienta más)
- 5) Era el único que quedaba disponible
- 6) Otro, ¿Cuál? [O] _____

Base: All respondents

P111. [Q]

¿Y cuántas horas al día ha usado el nuevo calefactor a (YYY)...?

Row

3. En el último mes
4. En un mes promedio

Column

1. Cantidad de horas diarias de uso (2 digits)

SCRIPTER:

NUMERIC GRID

ANSWERS CAN GO FROM 0 TO 24

FILL (YYY) WITH THE ANSWER GIVEN IN S2.2

Base: All respondents

P112. [S]

¿Ha tenido algún problema con la operación del nuevo calefactor?

- 3) Sí
- 4) No

Base: For all who respond P42=1

P113. [M]

¿Con qué se relaciona el problema(s)? (LEER ALTERNATIVAS. RESPUESTA MÚLTIPLE)

- 6) Con el ducto
- 7) Con la temperatura
- 8) Con la operación
- 9) Con el combustible
- 10) Otro, ¿cuál?

F. MÓDULO 5: Beneficios del recambio

Base: All respondents

P114. [S]

Comparando con el aparato antiguo, usted diría que hoy...

Row

- 4) ¿Pasa más o menos frío durante el día?
- 5) ¿Pasa más o menos frío durante la noche?
- 6) ¿Gasta más o menos en electricidad?

Column

- 4) Más
- 5) Igual
- 6) Menos
- 100) No sabe/No responde

Base: All respondents

P115. [S]

(MOSTRAR TABLET) Usando la siguiente escala, ¿qué tan de acuerdo está con las siguientes frases?
(LEER ITEMS)

Row

- 4. Con respecto al antiguo, este calefactor es más fácil de usar.
- 5. Ahora es más fácil que antes conseguir combustible.
- 6. Comparando con el antiguo aparato, este calefactor mantiene mejor la temperatura en toda la casa.

Column

- 1 Muy en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 De acuerdo
- 5 Muy de acuerdo
- 99 NS-NR

Base: All respondents

P116. [M]

Desde que se efectuó el recambio, ¿ha detectado algún beneficio adicional para usted o su familia?
(ESPONTÁNEA. CLASIFICAR. RESPUESTA MÚLTIPLE)

- 14) Disminución de enfermedades respiratorias
- 15) Disminución de tos
- 16) Disminución en los síntomas del asma
- 17) Disminución del humo dentro del hogar
- 18) Disminución de la irritación de ojos
- 19) Disminución del polvo dentro del hogar
- 20) Disminución del hollín dentro del hogar
- 21) Disminución de ceniza dentro del hogar
- 22) Disminución de malos olores

- 23) Disminución de accidentes por quemaduras
- 24) Mejora estética
- 25) Otros
- 26) Ninguno [S]
- 100) No sabe/No responde [S]

Base: All respondents

P117. [M]

Con respecto a antes del recambio, ¿Alguno de los integrantes de su hogar ha presentado una DISMINUCIÓN en alguno de los siguientes síntomas? (LEER ALTERNATIVAS. RESPUESTA MÚLTIPLE)

- 9. Tos
- 10. Resfrío/Gripe
- 11. Neumonía
- 12. Bronquitis
- 13. Asma
- 14. Infección o irritación de ojos
- 15. Otro, ¿Cuál? [O] _____
- 16. Ninguno [S]

Base: For all who respond P47=1, 2, 3, 4, 5, 6 or 7

P118. [M]

¿Y a qué grupo etario pertenece la o las personas que disminuyeron sus síntomas de...? (LEER ALTERNATIVAS. RESPUESTA MÚLTIPLE)

Row

- 8. Tos
- 9. Resfrío/Gripe
- 10. Neumonía
- 11. Bronquitis
- 12. Asma
- 13. Infección en los ojos
- 14. (XXX)

Column

- 1 Infantes (menos de 5 años)
- 2 Niños/as (5 a 17 años)
- 3 Adultos (18 a 59 años)
- 4 Adultos mayores (60 años o más)

SCRIPTER

In the rows, show only alternatives selected in P47.
 Fill (XXX) with the open answer given in P47 (alternative 7).
 Multiple answer for each Row.

G. MÓDULO 6: Proceso de recambio

Base: All respondents. Is not a question, only an informative message

Info_E [i]

Ahora vamos a hablar de su experiencia con el programa de recambio de calefactores.

Base: All respondents

P119. [S]

Con una nota de 1 a 7, ¿Cómo evalúa cada uno de los siguientes aspectos del programa de recambio?

Row

6. El proceso de postulación
7. Verificación en terreno
8. La instalación del nuevo calefactor
9. El programa de recambio en general
10. El nuevo calefactor

Column

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
99. No sabe/No responde

Base: All respondents

P120. [S]

¿Cuál es la principal razón por la cual usted evalúa con esta nota al nuevo calefactor? (ESPONTÁNEA. CLASIFICAR. RESPUESTA ÚNICA)

- 6) Costo (más barato/más caro)
- 7) Contamina menos
- 8) Comodidad (fácil/difícil de usar, mantención, conseguir combustible)
- 9) Calienta más/menos
- 10) Salud (menos/más enfermedades)
- 11) Otro, ¿Cuál? [O] _____

Base: All respondents

P121. [S]

¿Tuvo algún problema con la instalación de su nuevo calefactor?

3. Sí
4. No

Base: For all who respond P51=1

P122. [M]

¿Comunicó dicho problema a la empresa que realizó la instalación o al Ministerio del Medio Ambiente?

4. Sí, a la empresa
5. Sí, al Ministerio del Medio Ambiente
6. No [S]

Base: For all who respond P52=1 or 2

P123. [S]

¿El problema fue solucionado?

- 3. Sí
- 4. No

Base: For all who respond P52=1 or 2

P124. [Q]

Con una nota de 1 a 7, ¿cómo evalúa la respuesta o solución que recibió frente al problema con su nuevo calefactor?

99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 7, AND ALSO 99.

H. MÓDULO 7: Disposición a pagar

Base: All respondents

P125. [S]

Usted tuvo que efectuar un copago de \$30.000 por su calefactor. Después de haber utilizado su calefactor, y considerando todas las características de operación, desempeño, abastecimiento de combustible, y otros efectos en su hogar o familia, si el copago hubiera sido \$100.000 ¿habría participado en el programa? (LEER ALTERNATIVAS)

- 3) Sí
- 4) No

Base: For all who respond P55=1

P126. [S]

Y si el copago hubiera sido \$200.000 ¿habría participado en el programa?

- 3) Sí
- 4) No

Base: For all who respond P55=2

P127. [S]

Y si el copago hubiera sido \$60.000 ¿habría participado en el programa?

- 3) Sí
- 4) No

Base: For all who respond P57=2

P128. [S]

¿Se arrepiente de haber participado en el programa?

- 3) Sí
- 4) No

Base: For all who respond P58=1

P129. [M]

¿Por qué motivo se arrepiente de haber participado? (ESPONTÁNEA. RESPUESTA MÚLTIPLE)

- 7) Nueva operación es muy cara
- 8) El nuevo equipo no calienta mucho
- 9) Es complicado conseguir el combustible
- 10) El tipo de calor que produce no me gusta
- 11) No recibió información adecuada durante el proceso (desde la postulación al recambio)
- 12) Otro, ¿Cuál? [O]

Base: All respondents

P130. [Q]

De 1 a 7, donde 1 es “Con seguridad haría comentarios negativos” y 7 es “Con seguridad haría comentarios positivos”, ¿si una persona cercana le consultara sobre el programa de recambio de calefactores, qué tipo de comentarios haría usted?

99) No sabe/No responde

SCRIPTER: RANGE CAN GO FROM 1 TO 7, AND ALSO 99.

I. MÓDULO 7: Perfil Sociodemográfico

Base: All respondents

P131. [S]

¿Usted es el jefe(a) de su hogar o principal sostenedor(a)?

- 1) Sí
- 2) No
- 99) No sabe/No responde

Base: All respondents

P132. [S]

(MOSTRAR TABLET). ¿Cuál es su nivel de estudios alcanzando?

- 1) Básica incompleta o menos
- 2) Básica completa
- 3) Media incompleta
- 4) Media completa
- 5) Media técnica incompleta
- 6) Media técnica completa
- 7) Superior técnica incompleta
- 8) Superior técnica completa
- 9) Universitaria incompleta
- 10) Universitaria completa
- 11) Postgrado (master, doctorado o equivalente)
- 99) No sabe/No responde

Base: For all who respond P61=2

P133. [S]
(MOSTRAR TABLET). ¿Y cuál es el nivel de estudios que alcanzó el o la jefe/a de su hogar?

- 1) Básica incompleta o menos
- 2) Básica completa
- 3) Media incompleta
- 4) Media completa
- 5) Media técnica incompleta
- 6) Media técnica completa
- 7) Superior técnica incompleta
- 8) Superior técnica completa
- 9) Universitaria incompleta
- 10) Universitaria completa
- 11) Postgrado (master, doctorado o equivalente)
- 99) No sabe/No responde

Base: All respondents

P134. [S]
¿Cuál es su actividad principal? (RESPUESTA ÚNICA)

- 1) Trabaja
- 2) Pensionado(a) o Jubilado(a)
- 3) Estudiante
- 4) Cesante
- 5) Dueña(o) de casa
- 6) Otro
- 99) No sabe/No responde

Base: For all who respond P64=1 or 2

P135. [S]
¿Cuál es su actividad o trabajo? ¿O la que realizaba cuando trabajaba (EN CASO DE JUBILADOS)? (ESPONTANEA)

- 1) No trabaja
- 2) Trabajos menores ocasionales e informales
- 3) Oficio menor, obrero no calificado, jornalero, servicio doméstico con contrato.
- 4) Obrero calificado, capataz, microempresario (kiosco, taxi, comercio menor, ambulante)
- 5) Empleado administrativo medio y bajo, vendedor, secretaria, jefe de sección. Técnico especializado. Profesional independiente de carreras técnicas (contador, analista de sistemas, diseñador, músico). Profesor. Tropa o suboficial de las Fuerzas Armadas.
- 6) Ejecutivo medio (gerente, sub-gerente), gerente general de empresa media o pequeña. Profesional independiente de carreras tradicionales (abogado, médico, arquitecto, ingeniero, agrónomo). Oficial de Fuerzas Armadas, Carabineros o Investigaciones. Jefe de división de servicio público.
- 7) Alto ejecutivo o director de empresa grande. Empresarios propietarios de empresas medianas y grandes. Profesionales independientes de gran prestigio. Rangos superiores de las Fuerzas Armadas, Carabineros o Investigaciones.
- 99) No sabe/No responde

Base: For all who respond P61=2

P136. [S]

¿Cuál es la actividad o trabajo del jefe de su hogar? ¿O la que realizaba cuando trabajaba (EN CASO DE JUBILADOS)? (ESPONTANEA)

- 1) No trabaja
- 2) Trabajos menores ocasionales e informales
- 3) Oficio menor, obrero no calificado, jornalero, servicio doméstico con contrato.
- 4) Obrero calificado, capataz, microempresario (kiosco, taxi, comercio menor, ambulante)
- 5) Empleado administrativo medio y bajo, vendedor, secretaria, jefe de sección. Técnico especializado. Profesional independiente de carreras técnicas (contador, analista de sistemas, diseñador, músico). Profesor. Tropa o suboficial de las Fuerzas Armadas.
- 6) Ejecutivo medio (gerente, sub-gerente), gerente general de empresa media o pequeña. Profesional independiente de carreras tradicionales (abogado, médico, arquitecto, ingeniero, agrónomo). Oficial de Fuerzas Armadas, Carabineros o Investigaciones. Jefe de división de servicio público.
- 7) Alto ejecutivo o director de empresa grande. Empresarios propietarios de empresas medianas y grandes. Profesionales independientes de gran prestigio. Rangos superiores de las Fuerzas Armadas, Carabineros o Investigaciones.
- 99) No sabe/No responde

Base: All respondents

P137. [O]

Nombre del encuestado/a

Base: All respondents

P138. [S]

(EL ENCUESTADOR/ENCUESTADORA) ¿El encuestado respondió solo la encuesta o requirió asistencia de otro miembro de la vivienda?

- 6) Solo
- 7) Acompañado por el/la cónyuge o pareja
- 8) Acompañado por el hijo o hija
- 9) Acompañado por otro pariente
- 10) Acompañado por otro, no pariente

Base: All respondents

P139. [Q]

Probablemente un(a) supervisor(a) de mi empresa llame para verificar esta encuesta o hacerle alguna pregunta pendiente ¿Me podría dar su número de teléfono?

99) No sabe/No responde

SCRITER: ANSWER MUST HAVE 9 DIGITS.

Base: All respondents

P140. [Q]

FOLIO (ANOTAR FOLIO DEL BENEFICIARIO SEGÚN BASE DE DATOS)

SCRIPTER:

ANSWERS CAN GO FROM 1 TO 3126.

Base: All respondents

P141. [O]

OBSERVACIONES (ANOTAR CUALQUIER OBSERVACION QUE QUIERA REALIZAR RESPECTO DE LA ENCUESTA)

Base: All respondents

P142. [S]

¿Es posible que tome una foto del nuevo calefactor a (YYY) que le fue recambiado?

- 1) Sí
- 2) No

FILL (YYY) WITH THE ANSWER GIVEN IN S2.2

Base: For all who respond P142=1

P143. [S]

SCRIPTER: ENABLE THE CAMERA TO GET A PHOTO

VI. TEXTO ESTANDAR DE ELIMINACION DE LA MUESTRA DEL PANEL:

MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO Y COOPERACIÓN

FINAL DEL CUESTIONARIO