



consultoría energética . proyectos . software . I+D+i

19P005. Evaluación de proyecto de calefacción distrital para Coyhaique y Puerto Williams.

ANEXOS Informe de Avance nº1 para Coyhaique

Versión 3.0



Santiago, a 26 de julio de 2019

Magnere 1540, Oficina 702, Providencia, Santiago, Chile
Tel +56 2 2234 2484 · info@aguasol.cl · www.aguasol.cl





Contenido

1.	ANEXO 1. ENCUESTAS.....	12
1.1.	INTRODUCCIÓN	12
1.2.	OBJETIVO DE LA ENCUESTA	12
1.3.	METODOLOGÍA.....	13
1.3.1.	Diseño.....	13
1.3.2.	Tamaño y distribución muestral.....	13
1.3.3.	Características de la muestra	13
1.4.	RESULTADOS.....	15
1.4.1.	Tipología de la vivienda.....	15
1.4.2.	ACS, Cocción y Calefacción.....	18
1.4.3.	Consumo y gasto energético	27
1.4.4.	Percepciones e intención de cambio	29
1.4.5.	Conclusiones Encuesta	36
1.5.	ENCUESTA	38
2.	ANEXO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA Y SISTEMAS DE GENERACIÓN TÉRMICA	47
2.1.	METODOLOGÍA.....	47
2.2.	ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE TIPOLOGÍAS EDIFICATORIAS.....	48
2.2.1.	Metodología de Trabajo	48
2.2.2.	Análisis de la Información Recopilada.....	54
2.2.3.	Definición de Viviendas Tipo	59
2.2.4.	Definición de Soluciones Constructivas para Oficinas y Comercio	60
2.3.	DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS GENERACIÓN DE CALOR	61
2.3.1.	Planteamiento	61
2.3.2.	Caracterización equipos a leña	61
2.3.3.	Comparativa entre estudios de consumo de leña	62



2.3.4.	Asignación de Sistemas de Generación y Fuentes por tipologías	65
2.3.5.	Generación de ACS.....	67
2.3.6.	Rendimientos y Emisiones	67
2.4.	MODELADO Y SIMULACIÓN DE DEMANDAS DE TIPOLOGÍAS EDIFICATORIAS	70
2.4.1.	Simulaciones Energéticas para Calefacción	70
2.4.2.	Archivo Climático.....	71
2.4.3.	Tipologías Simuladas	71
2.4.4.	Resultados Simulaciones para Calefacción	98
2.4.5.	Demanda de Agua Caliente Sanitaria.....	105
2.4.6.	Resultados Totales Simulados	110
3.	<u>ANEXO 3. METODOLOGÍA DE GENERACIÓN DE MAPAS DE DEMANDAS Y CONTAMINANTES</u>	<u>111</u>
3.1.	INTRODUCCIÓN	111
3.2.	DATOS DE PARTIDA	112
3.3.	CONSTRUCCIÓN BASE GRÁFICA DIGITAL Y CODIFICACIONES.....	115
3.4.	ASIGNACIÓN DE BASE DE DATOS A ELEMENTOS GRÁFICOS	117
3.5.	CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR MANZANA	118
3.6.	CÁLCULO DE CONSUMO ENERGÉTICO Y LAS EMISIONES.....	119
4.	<u>ANEXO 4. DESARROLLO DEL DISEÑO CONCEPTUAL.....</u>	<u>124</u>
4.1.	METODOLOGÍA.....	124
4.1.1.	Diagrama	124
4.2.	DISEÑO DE LA RED.....	125
5.	<u>OTROS ANEXOS.....</u>	<u>163</u>
5.1.	ANÁLISIS ESTUDIO DE CONSUMO DE LEÑA CDT	163
5.1.1.	Análisis Estudio de Medición del Consumo de Leña	163
5.1.2.	Resultados por sector.....	165



Índice de Tablas

Tabla 1. Muestra Realizada.....	13
Tabla 2. Consumo de combustible por hogar y total (N=18.468)	27
Tabla 3. Gasto (\$) de combustible por hogar y total (N=18.468).....	28
Tabla 4. Fuentes de Información para Identificación de Tipologías.....	48
Tabla 5. Códigos de Materialidad y simplificación efectuada	51
Tabla 6. Tabla con Códigos de Destino de las Edificaciones (Fuente: SII)	52
Tabla 7. Características principales de las bases de datos consultadas y número de manzanas y edificaciones	54
Tabla 8. Tipos de Viviendas en Coyhaique según CENSO 2017.....	54
Tabla 9. Tipologías de Muros de Viviendas en Coyhaique según CENSO 2017	55
Tabla 10. Tipologías de Muros en Coyhaique según SII 2018	55
Tabla 11. Comparativa de Tipologías de Muros en Coyhaique según Fuentes de datos	56
Tabla 12. Tipologías de Techumbres de Viviendas en Coyhaique según CENSO 2017	57
Tabla 13. Tipologías de Pisos de Viviendas en Coyhaique según CENSO 2017	58
Tabla 14. Número de viviendas con aislación térmica por tipo de envolvente según Encuesta realizada en Coyhaique	58
Tabla 15. Número de viviendas construidas por tramos de años de Reglamentación Térmica	59
Tabla 16. Tipologías de Muros de Oficinas y Comercio en Coyhaique según SII 2018.....	60
Tabla 17. Tipologías Simplificadas de Muros de Oficinas y Comercio en Coyhaique según SII 2018.	60
Tabla 18. Porcentaje de utilización de artefactos de calefacción para el sector residencial, según estudio CDT	61
Tabla 19. Porcentaje de utilización de artefactos de calefacción agrupados y rendimientos asociados	62
Tabla 20. Consumo promedio de leña y energía en hogares del sector residencial por área geográfica y grupo socioeconómico.....	63
Tabla 21. Cantidad de viviendas, porcentaje de viviendas que consumen leña y consumo promedio de leña por vivienda. Fuente: Decreto 46 “Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para la Ciudad de Coyhaique y su Zona Circundante” (Ministerio del Medio Ambiente), 2016.....	63
Tabla 22. Consumo promedio para la región de Aysén. Fuente: Programa de reacondicionamiento térmico (Fissore, 2013).....	63
Tabla 23. Comparación del consumo de leña por vivienda y consumo energético por vivienda. Fuente: Elaboración propia.....	64



Tabla 24. Indicadores integrados para la validación del modelo con los datos socialmente conocidos	64
Tabla 25. Hipótesis de asignación de artefactos y tipos de leña por tipologías edificatorias	66
Tabla 26. Eficiencias y combustibles por tipologías de edificio y uso	67
Tabla 27. Factores de emisión local de MP10 por tipo de dispositivo y leña en gMP10/kWh neto de leña Fuente: Programas sobre medio ambiente- Elaboración propia. . ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 28. Factores de emisión local de MP2,5 por tipo de dispositivo y leña en gMP2,5/kWh neto de leña Fuente: Programas sobre medio ambiente- Elaboración propia. . ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 29. Factores de emisión local de contaminantes por fuente de energía en g/kWh. Fuente: Elaboración propia..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 30. Emisiones por tipologías de edificio y uso [g/kWh demanda].....	69
Tabla 31. Características Soluciones Constructivas de Techos para las Simulaciones de Viviendas ..	73
Tabla 32. Características Soluciones Constructivas de Piso para las Simulaciones de Viviendas	74
Tabla 33. Características Soluciones Constructivas de Muros para las Simulaciones de Viviendas ...	75
Tabla 34. Características de Ventanas para Simulación de Viviendas.....	77
Tabla 35. Características Soluciones Constructivas para Simulación de Viviendas Multifamiliares ...	80
Tabla 36. Características de Ventanas para Simulación de Viviendas.....	81
Tabla 37. Características Constructivas para la simulación de un colegio tipo.	85
Tabla 38. Características de Ventanas para Simulación de Viviendas.....	86
Tabla 39. Resumen consumo y demanda de energía para ACS por tipología.....	106
Tabla 40. Temperaturas de agua de consumo consideradas. FUENTE: Ley 20.365	106
Tabla 41. Resumen demandas de calor y potencias simuladas por tipología para Coyhaique	110
Tabla 42: Ejemplo de tabla con factores de conversión de emisiones según tipología.....	120
Tabla 43: Tabla resultante del proceso	122
Tabla 44. Resumen de la potencia demandada por manzana en la ciudad de Coyhaique considerando edificios singulares y tipología de vivienda	131
Tabla 45. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 0.....	157
Tabla 46. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 1.....	157
Tabla 47. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 2.....	158
Tabla 48. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 3.....	160
Tabla 49. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 4.....	161



Tabla 50. Poder calorífico para distintas especies con distintos contenidos de humedad. Fuente: UCT, 2015.....	163
Tabla 51. Penetración de leña y sus derivados versus el gas a nivel regional en el sector residencial.	165
Tabla 52. Consumo promedio de leña y energía en hogares del sector residencial.	166
Tabla 53. Penetración de leña en hogares del sector residencial por nivel socioeconómico.	166
Tabla 54. Consumo promedio de leña y energía en hogares del sector residencial por área geográfica y grupo socioeconómico zona sur de Chile.....	167
Tabla 55. Equipos utilizados en el hogar para cocción según combustible.	168
Tabla 56. Uso de artefactos a leña en el sector residencial.	168
Tabla 57. Uso de artefactos a leña por área geográfica y nivel socioeconómico en el sector residencial.	168
Tabla 58. Distribución de los equipos a leña encendidos por mes a nivel regional.	168
Tabla 59. Penetración de leña y derivados a nivel regional sector Industrial PyMes no generación (Porcentaje y N°).	169
Tabla 60. Consumo promedio de leña y energía en establecimientos Industrial PyMes no generación.	169
Tabla 61. Calefactores a leña sector PyMes no generación.....	170
Tabla 62. Equipos a leña sector PyMes no generación.	170
Tabla 63. Penetración de leña y derivados a nivel regional en el sector comercial (Porcentaje y N°).	171
Tabla 64. Consumo promedio de leña y energía en establecimientos comerciales.	171
Tabla 65. Penetración de leña y derivados a nivel regional en el segmento establecimientos de uso público.	171
Tabla 66. Consumo promedio de leña y energía en establecimientos de uso público.	172
Tabla 67. Penetración de leña y derivados a nivel regional en el sector de hoteles y restaurantes.	173
Tabla 68. Consumo promedio de leña y energía en establecimientos de uso público.	173



Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Nivel Socioeconómico	14
Ilustración 2. Composición del Hogar	14
Ilustración 3. Tipo de Casa (N=18.468)	15
Ilustración 4. Año de construcción (N=18.468)	15
Ilustración 5. Metros cuadrados construidos (N=18.468)	16
Ilustración 6. Material principal de muros exteriores de la vivienda (N=18.468)	16
Ilustración 7. ¿Su vivienda cuenta con material de aislación? (N=18.468)	17
Ilustración 8. En los últimos 5 años, ¿Usted ha realizado alguna de las siguientes intervenciones en su vivienda para mejorar la calidad térmica o aislación? (N=18.468)	17
Ilustración 9. Relación del hogar con la vivienda (N=18.468)	18
Ilustración 10. En esta vivienda, ¿Se utiliza agua caliente por cañería? (N=18.468).....	18
Ilustración 11. ¿Cuáles de los siguientes tipos de artefactos para calentar agua por cañería se utilizan en esta vivienda? (N=18.468)	19
Ilustración 12. ¿Qué energético utilizan el artefacto principal y el secundario para calentar agua en esta vivienda? (N=18.468)	19
Ilustración 13. Pensando en una semana en su hogar, ¿Con qué frecuencia utiliza agua caliente sanitaria, en las siguientes actividades? (N=18.468)	20
Ilustración 14. En esta vivienda ¿Cuáles de los siguientes artefactos utiliza para cocinar? (N=18.468)	20
Ilustración 15. Aproximadamente ¿Con qué frecuencia se utiliza la cocina? (N=18.468)	21
Ilustración 16. En esta vivienda ¿Se utiliza algún tipo de sistema de calefacción? (N=18.468)	21
Ilustración 17. ¿Qué energético utiliza para calefaccionar su vivienda? (N=18.468).....	22
Ilustración 18. ¿Qué tipo de calefacción usa? (N=18.468)	22
Ilustración 19. ¿En qué habitaciones de su vivienda se sitúan estos calefactores? (N=18.468)	23
Ilustración 20. Fuente de energía que utiliza el calefactor principal (N=18.468)	23
Ilustración 21. Meses y horas del día que utiliza el calefactor principal (N=18.468)	24
Ilustración 22. Horas del día que mantiene encendido su calefactor durante la semana y fin de semana en un mes de INVIERNO (JULIO) (N=18.468)	25
Ilustración 23. ¿Utiliza sistema de calefacción central en su hogar? (N=18.468)	26
Ilustración 24. En esta vivienda ¿Cómo definiría la temperatura a la que se mantiene la vivienda en invierno por medio de la calefacción? (N=14.468)	26
Ilustración 25. Uso de combustible en el hogar (N=18.468).....	27



Ilustración 26. ¿Cómo definiría el confort térmico de vivienda en términos de la temperatura en verano/invierno? (N=18.468)	29
Ilustración 27. ¿Usted conoce o ha oído hablar del sistema de calefacción distrital? (N=18.468)	30
Ilustración 28. ¿Cuán interesado estaría de cambiar su actual sistema de calefacción? (N=18.468) 30	
Ilustración 29. ¿Cuán interesado estaría de cambiar su actual sistema de calefacción? Según relación con la vivienda * Propietario (N=18.468)	31
Ilustración 30. ¿Cuán interesado estaría de cambiar su actual sistema de calefacción? Según relación con la vivienda * Arrendatario (N=18.468)	31
Ilustración 31. Por un sistema de calefacción menos contaminante y que le haga sentir más confortable ¿Estaría dispuesto a pagar más dinero que lo que paga actualmente? (N=5.247)	32
Ilustración 32. Por un sistema de calefacción menos contaminante y que le haga sentir más confortable ¿Estaría dispuesto a pagar más dinero que lo que paga actualmente? Según relación con la vivienda * Propietario (N=5.247)	32
Ilustración 33. Por un sistema de calefacción menos contaminante y que le haga sentir más confortable ¿Estaría dispuesto a pagar más dinero que lo que paga actualmente? Según relación con la vivienda * Arrendatario (N=5.247)	33
Ilustración 34. ¿Por qué se cambiaría de su actual sistema de calefacción? (N=5.247)	33
Ilustración 35. ¿Por qué NO se cambiaría de su actual sistema de calefacción? (N=13.501)	34
Ilustración 36. ¿A qué combustible se cambiaría? (N=5.247)	34
Ilustración 37. ¿Cuán dispuesto estaría de incorporar un sistema de calefacción a través de cañerías y radiadores en su hogar? (N=18.468)	35
Ilustración 38. ¿Cuán dispuesto estaría de efectuar un pago prorrateado en los meses del año para los gastos en calefacción? (N=18.468)	35
Ilustración 39. Esquema de Metodología para la Caracterización de la Demanda Energética	47
Ilustración 40. Entorno Simulación DesignBuilder	70
Ilustración 41. Características Generales de Archivo Climático utilizado para las simulaciones	71
Ilustración 42. Perfil de ocupación de las viviendas, de Lunes a Viernes.	78
Ilustración 43. Modelo DesignBuilder Vivienda Unifamiliar	79
Ilustración 44. Modelo DesignBuilder Vivienda Multifamiliar	83
Ilustración 45. Modelo DesignBuilder Colegio	83
Ilustración 46. Transmitancias máximas para muros y ventanas según Manual CES	84
Ilustración 47. Características Técnicas de Ventanas (Fuente: Manual CES, Apéndice 9, página 117).	84
Ilustración 48. Perfil de ocupación de colegios, de Lunes a Viernes.	86
Ilustración 49. Modelo DesignBuilder Hospital	87
Ilustración 50. Modelo DesignBuilder Consultorio Tipo	88



Ilustración 51. Perfil de ocupación de consultorios, de Lunes a Viernes.	89
Ilustración 52. Modelo DesignBuilder Hotel	90
Ilustración 53. Modelo DesignBuilder Edificios Administrativos y Públicos	91
Ilustración 54. Perfil de ocupación de oficinas, de Lunes a Viernes.	93
Ilustración 55. Modelo DesignBuilder Edificios Administrativos y Públicos	94
Ilustración 56. Perfil de ocupación de los edificios de uso comercial, de Lunes a Sábado.	95
Ilustración 57. Modelo DesignBuilder Edificios Administrativos y Públicos	96
Ilustración 58. Perfil de ocupación de centros deportivos.	97
Ilustración 59. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-T-A0.....	98
Ilustración 60. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-T-AT	98
Ilustración 61. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-T-AMT	99
Ilustración 62. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-T-AL	99
Ilustración 63. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-A-A0	100
Ilustración 64. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-A-AT	100
Ilustración 65. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-A-AMT ..	101
Ilustración 66. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-A-AL.....	101
Ilustración 67. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares	102
Ilustración 68. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Multifamiliares MUL-H-A0.	102
Ilustración 69. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Multifamiliares MUL-H-AT.	103
Ilustración 70. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Multifamiliares MUL-H-AMT	103
Ilustración 71. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Multifamiliares	104
Ilustración 72. Demandas Calefacción Unitarias Edificios No-Residenciales	105
Ilustración 73. Perfil diario de utilización de ACS en las viviendas.	107
Ilustración 74. Perfil diario de utilización de ACS en Hospitales y Centros de Salud.....	108
Ilustración 75. Perfil diario de utilización de ACS en Oficinas y Comercios Pequeños	109
Ilustración 76. Perfil diario de utilización de ACS en Colegios, Hoteles y Centros Deportivos	109
Ilustración 77. Codificación e identificación de manzanas.	112
Ilustración 78. Base de Datos de Predios.....	113
Ilustración 79. Base de Datos de Líneas Constructivas (Rol del SII).	114
Ilustración 80. Códigos del Destino de Uso de una edificación según el SII.....	114
Ilustración 81. Ejemplo elementos gráficos.	115
Ilustración 82. Sistema georreferenciado con manzanas del SII.....	116
Ilustración 83. Sistema georreferenciado con información de manzanas del INE.....	116
Ilustración 84. Sistema georreferenciado con información de edif. Singulares.....	117
Ilustración 85. Demandas y Potencias Específicas por Tipología.	118



Ilustración 86: Distribución de utilización de artefactos por tipo de combustible	120
Ilustración 87: Resumen de Emisiones Principales Fuentes	121
Ilustración 88. Diagrama conceptual de la asignación de consumos por tipologías.....	122
Ilustración 89. Metodología de generación de mapas de demandas y contaminantes.....	123
Ilustración 90 Metodología general en etapa de diseño conceptual.....	124
Ilustración 91. Mapa de manzanas definidas para el diseño de la red distrital en Coyhaique.....	125
Ilustración 92. Diseño de red para calefacción distrital tipo árbol en Coyhaique.....	126
Ilustración 93. División de potencia demandada a partir de las cantidades de cañerías que rodean a una manzana	127
Ilustración 94. Ejemplo de tramo recorridos para alimentar con agua caliente a la manzana 1060-55	128
Ilustración 95. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 0 de Desarrollo de Coyhaique. 	129
Ilustración 96. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 1 de Desarrollo de Coyhaique. 	129
Ilustración 97. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 2 de Desarrollo de Coyhaique. 	130
Ilustración 98. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 3 de Desarrollo de Coyhaique. 	130
Ilustración 99. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 4 de Desarrollo de Coyhaique. 	131
Ilustración 100. Diagrama de la cadena de comercialización de leña. Fuente: Elaboración propia. 	164
Ilustración 99: Cantidad de equipos por combustible principal para calefacción en el sector residencial (Porcentaje y N° de equipos).	167
Ilustración 102. Perfil anual	169
Ilustración 103. Uso que se le da a la leña en los establecimientos de uso público.	172



1. ANEXO 1. ENCUESTAS

1.1. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Evaluación de proyecto de calefacción distrital para las ciudades de Coyhaique y Puerto Williams” desarrollado por Aguasol Chile, se presenta un levantamiento de información para la ciudad de Coyhaique, que permita caracterizar el centro urbano en relación a prácticas de consumo energético en el sector residencial.



Coyhaique, por su parte, es la capital y el principal núcleo urbano de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, fundada en 1929.

Posee un clima templado y cálido. Hay precipitaciones durante todo el año, La temperatura suele variar de -1 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de -8 °C o sube a más de 24 °C.

La superficie total de la comuna es de 7.290 km² y su población alcanza los 55.381 habitantes.

1.2. OBJETIVO DE LA ENCUESTA

Aplicar una encuesta que recopile información de caracterización y asociada al consumo energético térmico del sector residencial urbano de las comunas de Coyhaique y Cabo de Hornos (Puerto Williams) que sirva como insumo para el proyecto “Evaluación de proyecto de calefacción distrital para las ciudades de Coyhaique y Puerto Williams” desarrollado por Aguasol Chile.

El propósito de la encuesta específicamente se refiere al levantamiento de información que sirva para construir las simulaciones de las demandas de las viviendas. En este sentido, se utilizan las encuestas para corroborar la información de la materialidad de las viviendas que se obtiene a través de las bases de datos de Servicio de Impuestos Internos y del Instituto Nacional de Estadísticas. Además, se utilizan para obtener información respecto de las horas de uso de los distintos sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria. Una vez los modelos se encuentran contruidos, la información también se utiliza para corroborar los resultados obtenidos.



Además, en lo que respecta a la propuesta tarifaria, se utilizan las demandas para el análisis del consumo de combustible por parte de las viviendas, por lo que la información obtenida en relación a este tema resulta de suma importancia.

1.3. METODOLOGÍA

1.3.1. DISEÑO

Estudio de carácter cuantitativo concluyente en base a una encuesta en hogares levantada de manera presencial. El diseño muestral, es probabilístico, estratificado y bietápico. A su vez, distribuidos aleatoriamente a nivel socioeconómico y por tipo de vivienda.

1.3.2. TAMAÑO Y DISTRIBUCIÓN MUESTRAL

Para determinar el tamaño muestral, se fundamentó en lograr resultados representativos en los dos centros urbanos analizados, y bajo los parámetros estadísticos de 95% de confianza y varianza máxima, se tiene un error inferior al 10%. La distribución de la muestra es la siguiente:

Tabla 1. Muestra Realizada

Tipo	Centro Urbano	
	Coyhaique	Puerto Williams
Universo	18.468	623
Muestra	120	100
Error ($\pm$ %) m.a.s	$\pm 8,9\%$	$\pm 9,0\%$
Total	220	

1.3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

La muestra en Puerto Williams fue de 100 casos y la de Coyhaique de 120 casos, distribuidos por grupo socioeconómico de la siguiente forma:

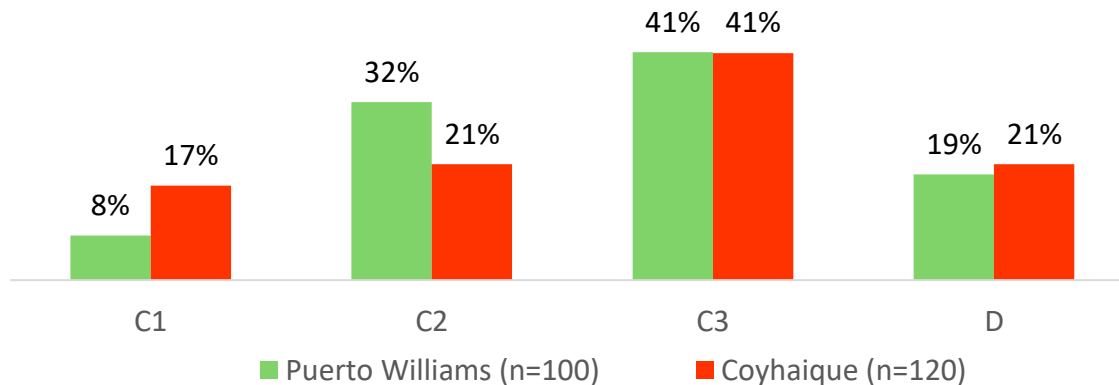


Ilustración 1. Nivel Socioeconómico

La muestra de Puerto Williams se constituye en un 8% por hogares del grupo C1, 32% por C2, 41% por C3 y 19% por D. Por otra parte, la muestra de Coyhaique se conforma en un 17% por C1, 21% por C2, 41% por C3 y 21% por hogares del segmento D.

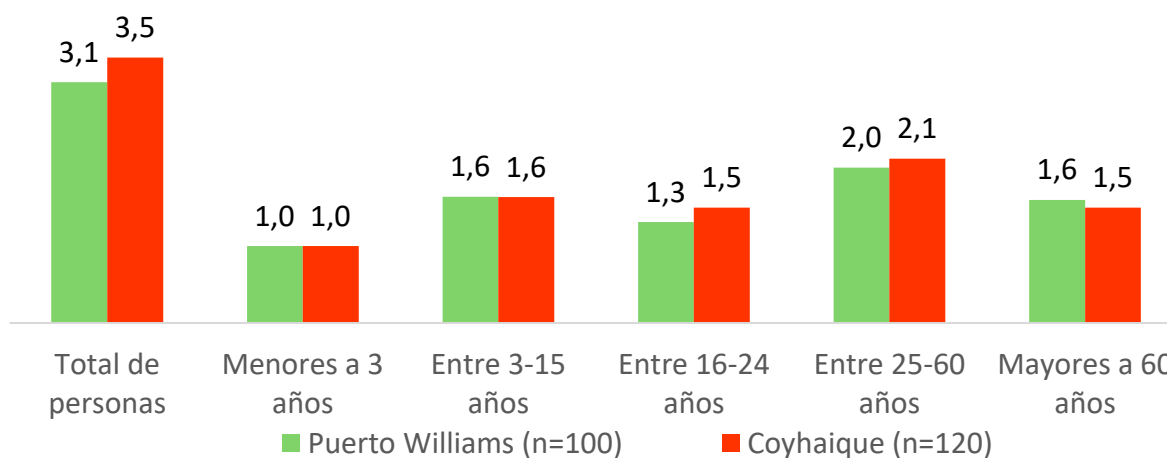


Ilustración 2. Composición del Hogar

Al visualizar la composición del hogar, el promedio de personas por hogar en Puerto Williams corresponde a 3,1, mientras que el promedio de personas por hogar en Coyhaique es de 3,5.



1.4. RESULTADOS

A continuación, se exponen los principales resultados del área urbana de Coyhaique. Estos se desagregan en “Tipología de la vivienda”, seguido de “ACS, Cocción y Calefacción”, “Consumo y gasto energético”, “Percepciones e intención de compra” y “Conclusiones de Coyhaique”.

1.4.1. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA

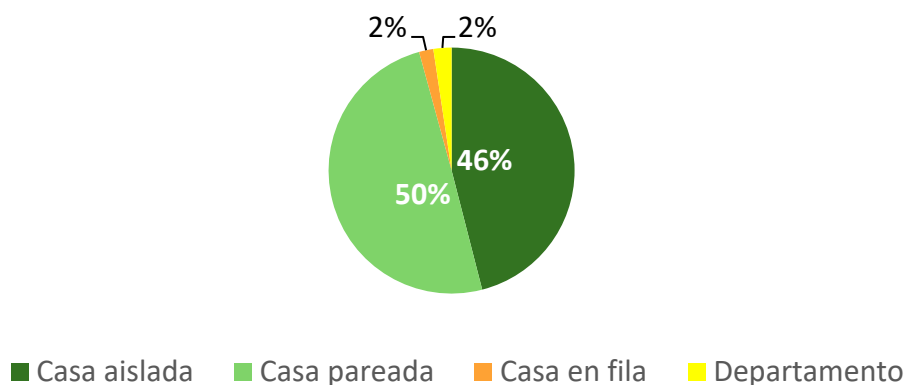


Ilustración 3. Tipo de Casa (N=18.468)

Respecto al tipo de vivienda, resulta ser predominante la “Casa Pareada” (50%), seguido de la “Casa aislada” (46%), en menor medida se presentan “Casas en fila” (2%) y “Departamentos” (2%).

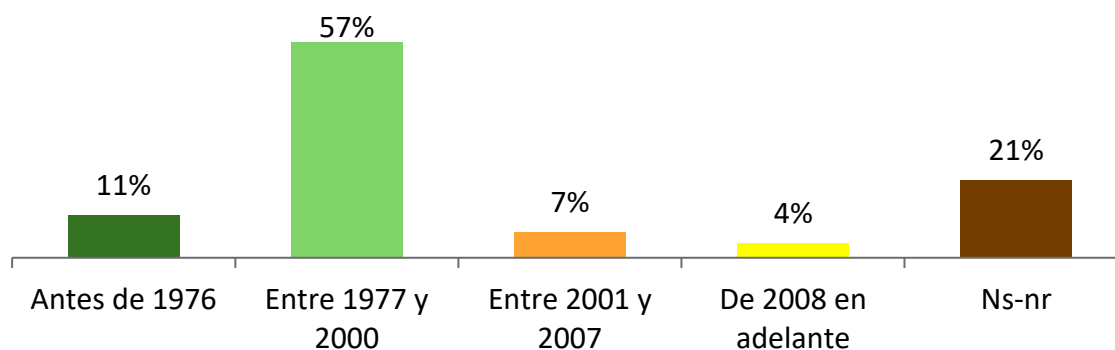


Ilustración 4. Año de construcción (N=18.468)

Al visualizar el año de construcción de las viviendas, estas se concentran “Entre 1977 y 2000”, alcanzando un 57% de los resultados.

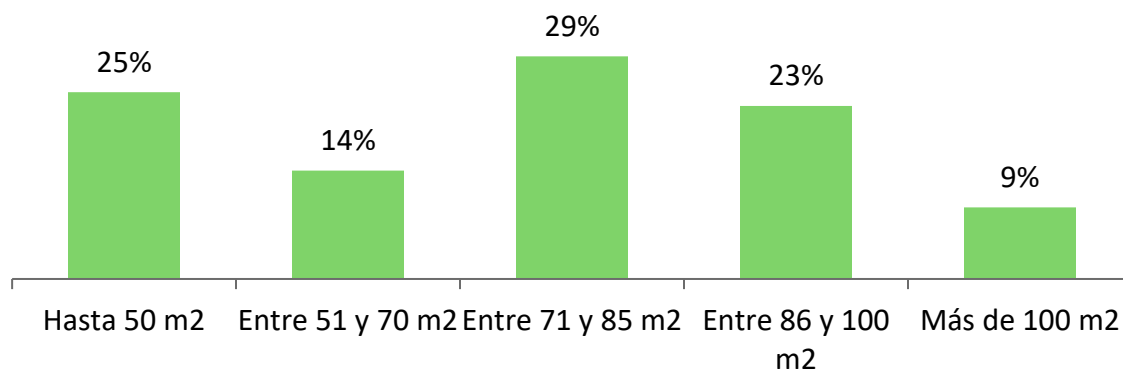


Ilustración 5. Metros cuadrados construidos (N=18.468)

Promedio= 76 m²

Respecto a los metros cuadrados construidos, existe amplia variabilidad en los tamaños de las viviendas, sin embargo, la mayoría se concentra “Entre 71 y 85 m²” (29%), seguido de “Hasta 50 m²” (25%), “Entre 86 y 100 m²” (23%), “Entre 51 y 70 m²” (14%) y en menor medida “Más de 100 m²” (9%).

El promedio de tamaño de vivienda correspondió a 76 m².

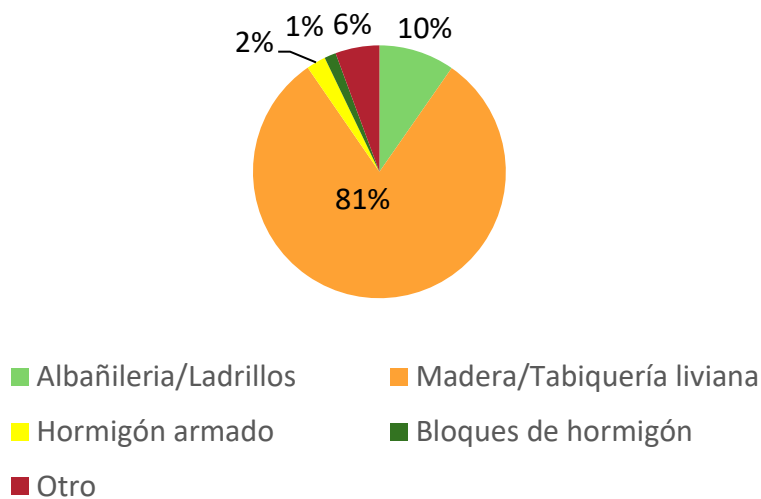


Ilustración 6. Material principal de muros exteriores de la vivienda (N=18.468)

Por otra parte, en relación al material principal de los muros exteriores de la vivienda, predomina la “Madera/Tabiquería liviana” (81%), seguida de “Albañilería/Ladrillos” (10%).

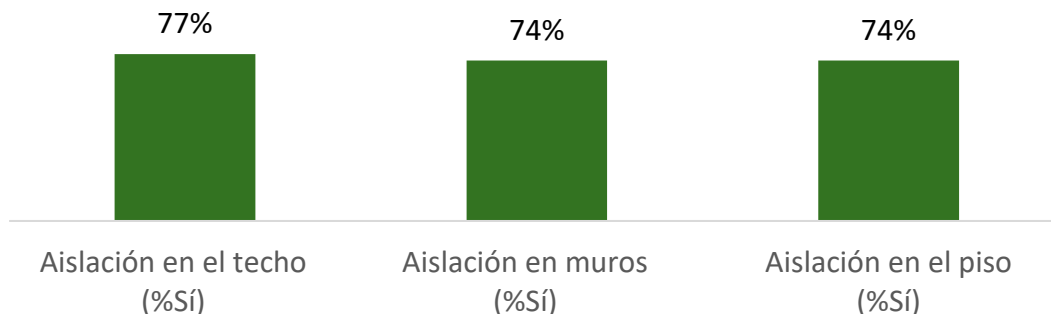


Ilustración 7. ¿Su vivienda cuenta con material de aislación? (N=18.468)

Vinculado a la materialidad, se preguntó si la vivienda contaba con material de aislación en el techo, los muros, y el piso, el 77% declaró contar con aislación en el techo, 74% declaró contar con aislación en los muros, y 74% señaló contar con aislación en el piso.

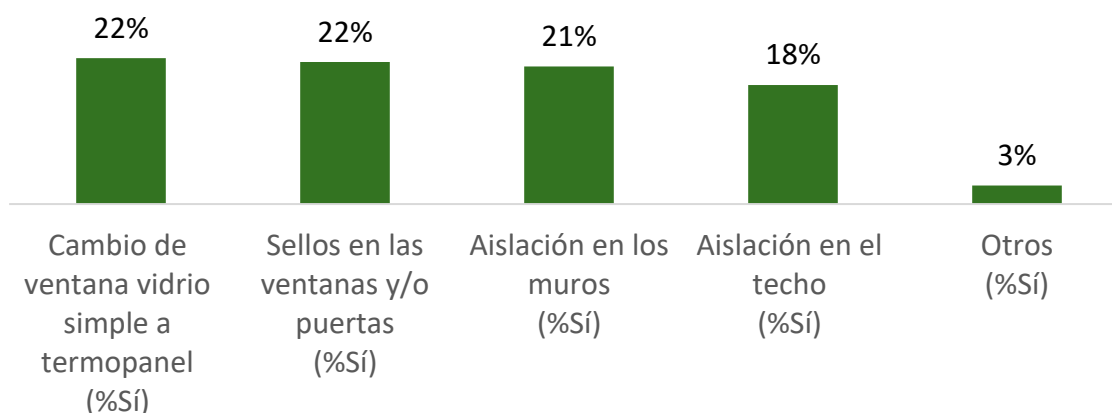
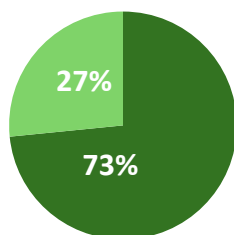


Ilustración 8. En los últimos 5 años, ¿Usted ha realizado alguna de las siguientes intervenciones en su vivienda para mejorar la calidad térmica o aislación? (N=18.468)

Siguiendo con la aislación térmica, se preguntó si durante los últimos 5 años habría realizado alguna intervención en la vivienda para mejorar la calidad térmica o aislación de esta, el 22% declaró haber realizado cambio de ventana vidrio simple a termopanel, al igual que quienes declararon haber puesto sellos en las ventanas o puertas (22%). Otras medidas populares refirieron a la aislación en los muros (21%), seguido de la aislación en el techo (18%).



■ Arrendatario ■ Propietario

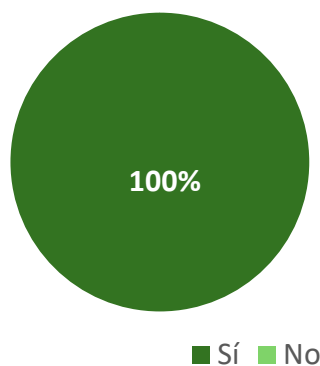
Ilustración 9. Relación del hogar con la vivienda (N=18.468)

Respecto a la relación del hogar con la vivienda, 73% corresponden a arrendatarios, sobre el 27% restante, que se declara propietario de la vivienda.

1.4.2. ACS, COCCIÓN Y CALEFACCIÓN

En el siguiente apartado se presenta la caracterización respecto al consumo energético tras el uso de agua caliente sanitaria, al consumo energético de la cocción y al consumo energético de la calefacción.

1.4.2.1. AGUA CALIENTE SANITARIA



■ Sí ■ No

Ilustración 10. En esta vivienda, ¿Se utiliza agua caliente por cañería? (N=18.468)

Al preguntar por el uso de agua caliente en la vivienda, el 100% señaló utilizar agua caliente por cañería en la vivienda.

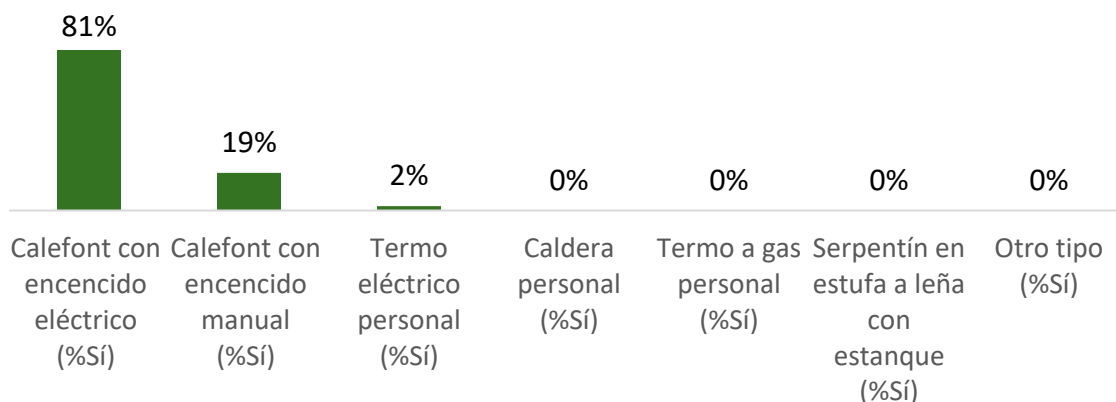


Ilustración 11. ¿Cuáles de los siguientes tipos de artefactos para calentar agua por cañería se utilizan en esta vivienda? (N=18.468)

Respecto a los artefactos más comunes para calentar agua por cañería, el “Calefont con encendido eléctrico” lleva la delantera (81%), seguido del “Calefont con encendido manual” (19%), y “Termo eléctrico personal” (2%).

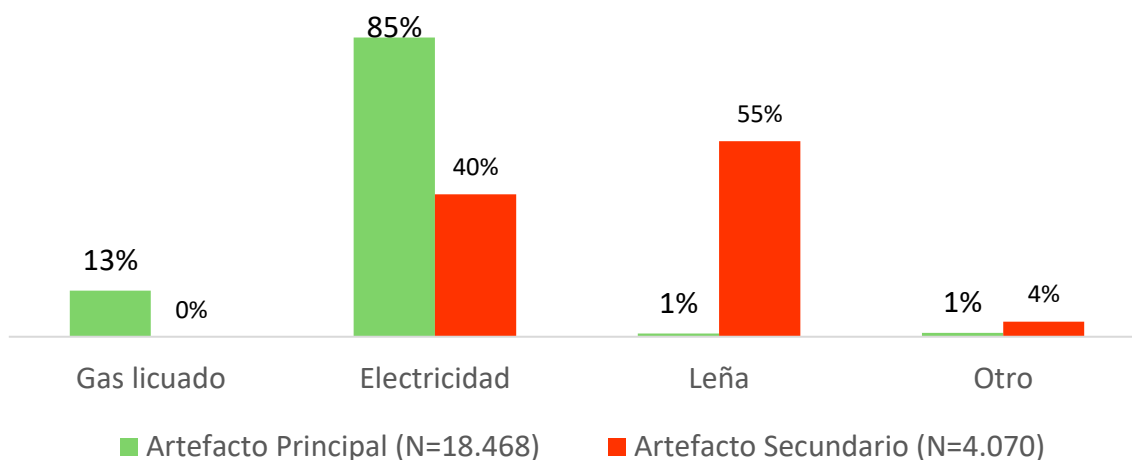


Ilustración 12. ¿Qué energético utilizan el artefacto principal y el secundario para calentar agua en esta vivienda? (N=18.468)

En relación al energético que utilizan el artefacto principal y el secundario para calentar agua, el principal es principalmente eléctrico (85%), mientras que el secundario se dirige entre “leña” (55%) y “electricidad” (40%).

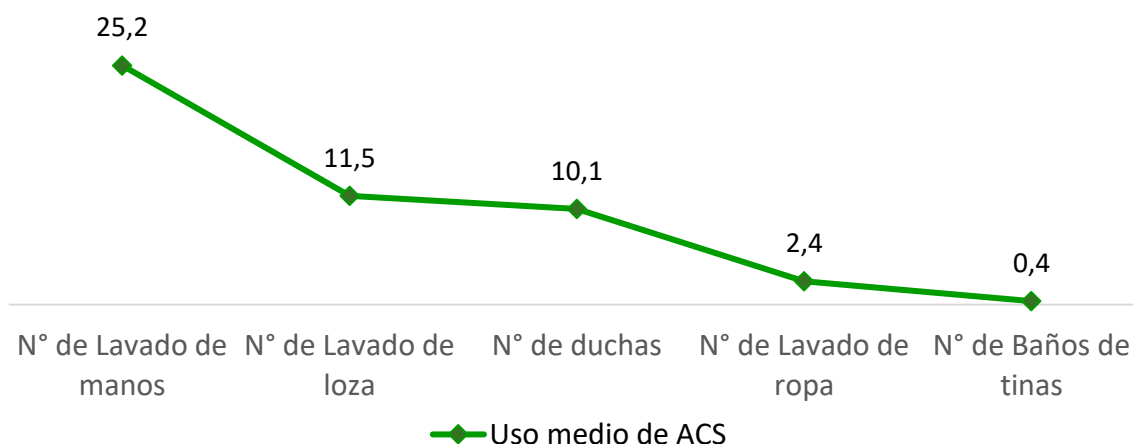


Ilustración 13. Pensando en una semana en su hogar, ¿Con qué frecuencia utiliza agua caliente sanitaria, en las siguientes actividades? (N=18.468)

Por último, respecto a la frecuencia de uso de agua caliente sanitaria a la semana en la vivienda, cabe señalar que la actividad con mayor frecuencia en promedio corresponde a lavarse las manos (25,2 veces a la semana), seguido de lavado de loza (11,5 veces a la semana), ducharse (10,1 veces a la semana), lavado de ropa (2,4 veces por semana) y baños de tina (0,4 veces a la semana).

1.4.2.2. COCCIÓN

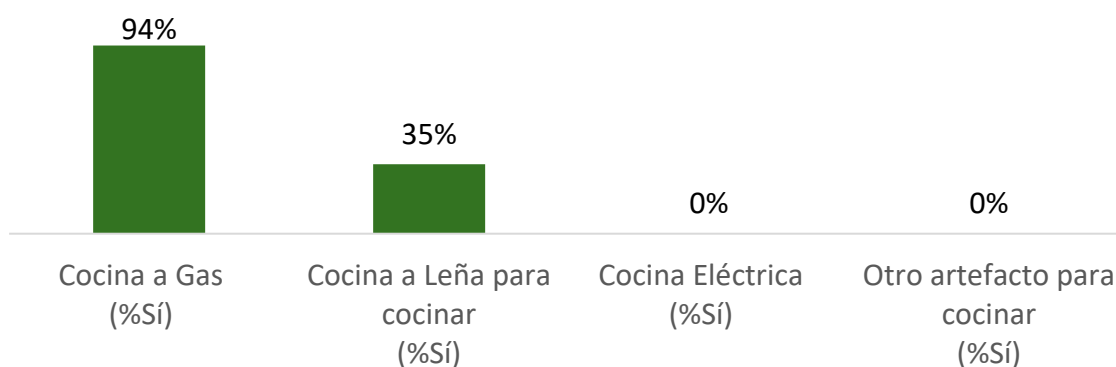


Ilustración 14. En esta vivienda ¿Cuáles de los siguientes artefactos utiliza para cocinar? (N=18.468)

En relación a la cocción, la cocina a gas es predominante como artefacto para cocinar (94%), seguido de la cocina a leña (35%).

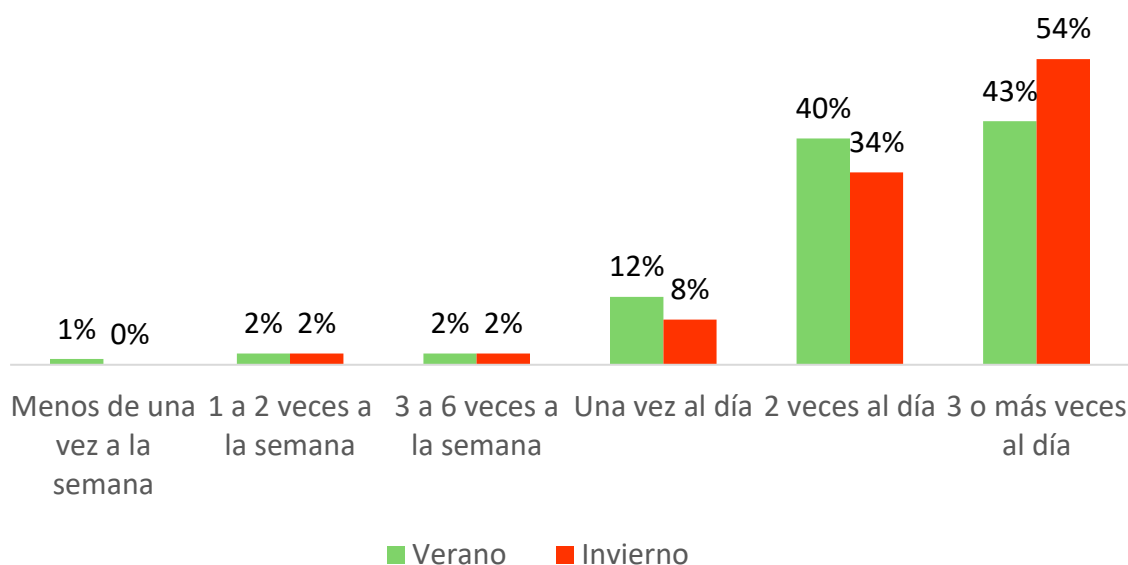


Ilustración 15. Aproximadamente ¿Con qué frecuencia se utiliza la cocina? (N=18.468)

Respecto a la frecuencia de uso de la cocina en invierno y verano, es posible dar cuenta de que ésta aumenta en invierno respecto del verano, ya que el 17% se concentra en una vez al día o menos en verano (y 83% en 2 veces al día o más), lo que en invierno disminuye a 12%, concentrándose el resto (88%) en 2 veces al día o más.

1.4.2.3. CALEFACCIÓN

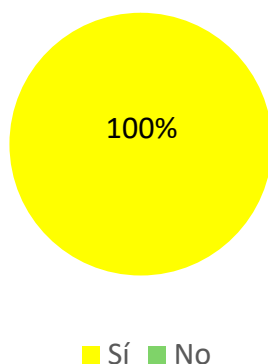


Ilustración 16. En esta vivienda ¿Se utiliza algún tipo de sistema de calefacción? (N=18.468)



Al dar cuenta de la calefacción, es posible evidenciar que el 100% declara utilizar calefacción.

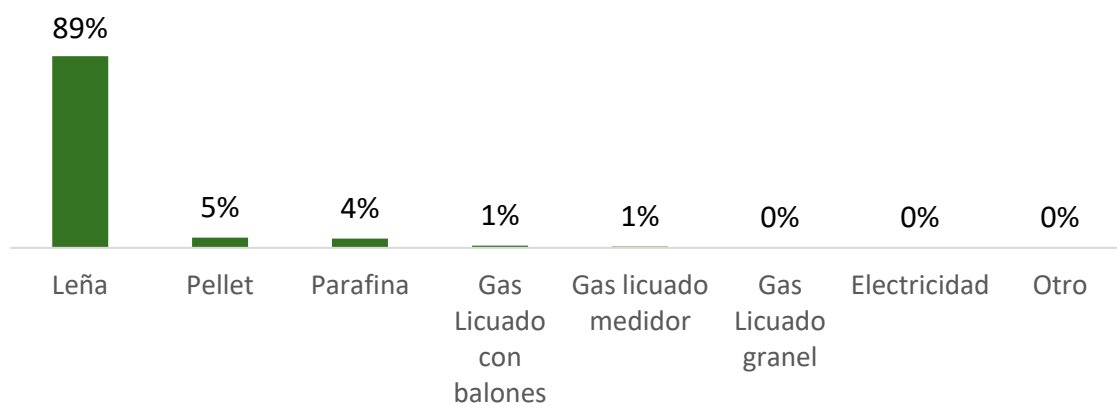


Ilustración 17. ¿Qué energético utiliza para calefaccionar su vivienda? (N=18.468)

En relación al energético que más se utiliza para calefaccionar la vivienda, la leña es el principal (89%), seguido del “Pellet” (5%) y “Parafina” (4%), entre los más relevantes.

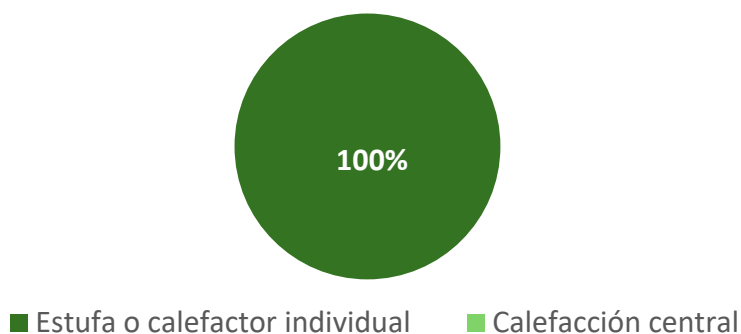


Ilustración 18. ¿Qué tipo de calefacción usa? (N=18.468)

Al ahondar en el tipo de calefacción, el 100% declaró utilizar estufa o calefactor individual.

Promedio Calefactores individuales por vivienda: 1

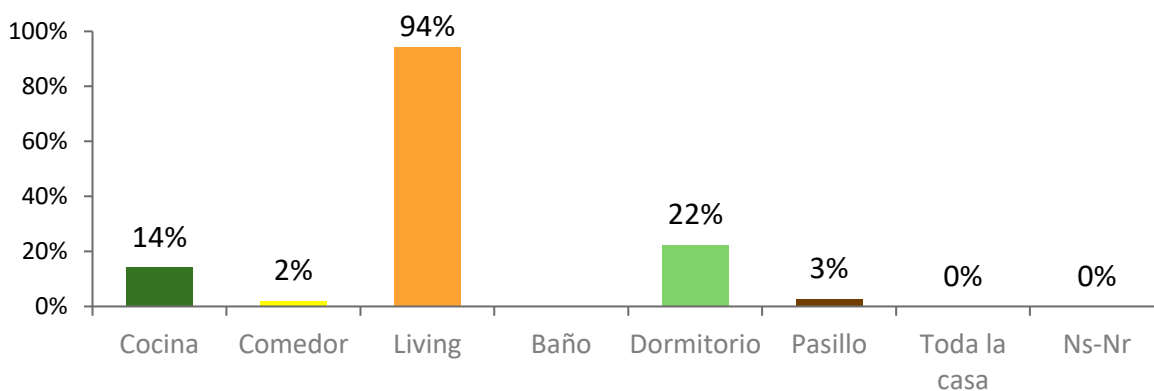


Ilustración 19. ¿En qué habitaciones de su vivienda se sitúan estos calefactores? (N=18.468)

El promedio de calefactores por vivienda es de 1, y respecto a las habitaciones en las que se sitúan estos calefactores, el uso mayoritariamente se concentra en el Living (94%), seguido del dormitorio (22%) y la Cocina (14%).

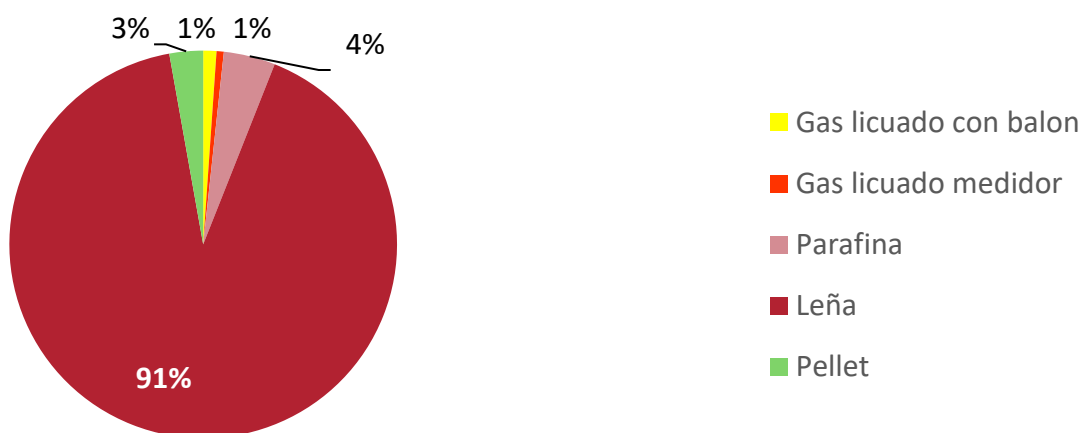


Ilustración 20. Fuente de energía que utiliza el calefactor principal (N=18.468)

Respecto a la fuente de energía que utiliza el calefactor principal, la leña es predominante (91%), seguido de Parafina (4%) y Pellet (3%) entre los más significativos.

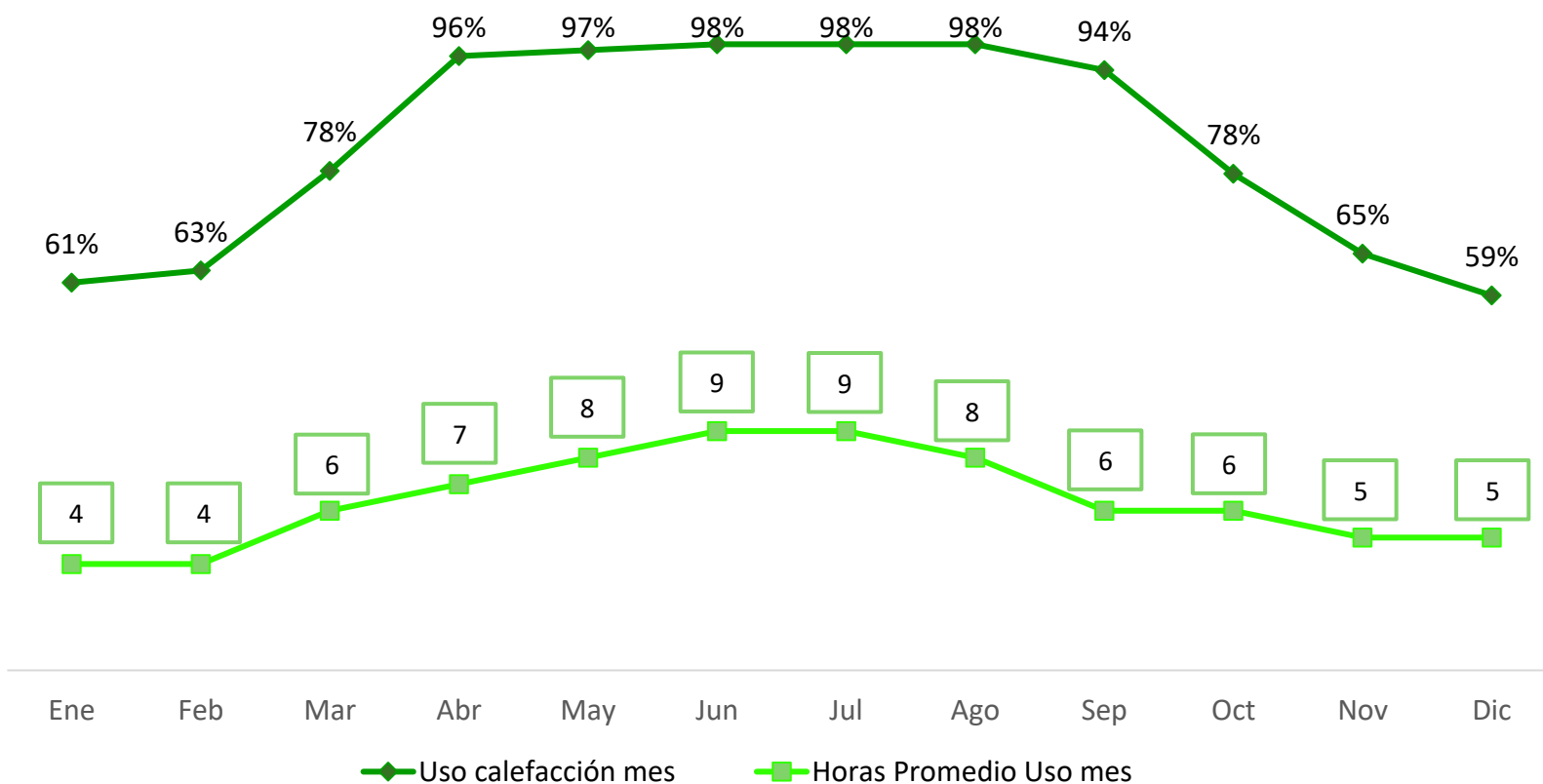


Ilustración 21. Meses y horas del día que utiliza el calefactor principal (N=18.468)

Respecto a los meses que utiliza el calefactor principal, es posible dar cuenta de que este se utiliza todo el año, con mayor predominancia durante los meses fríos (abril a septiembre) manteniéndose entre 94% y 98% el porcentaje que declara usarlo y durante el resto del año (octubre a marzo), oscilando entre 59% y 78%. Mientras que, en términos de horas al día en el mes, los meses de menor uso (noviembre a febrero), indican que 4 horas al día es lo menos que se utiliza el calefactor, y que los meses de mayor uso (junio-Julio) llega hasta 9 horas.

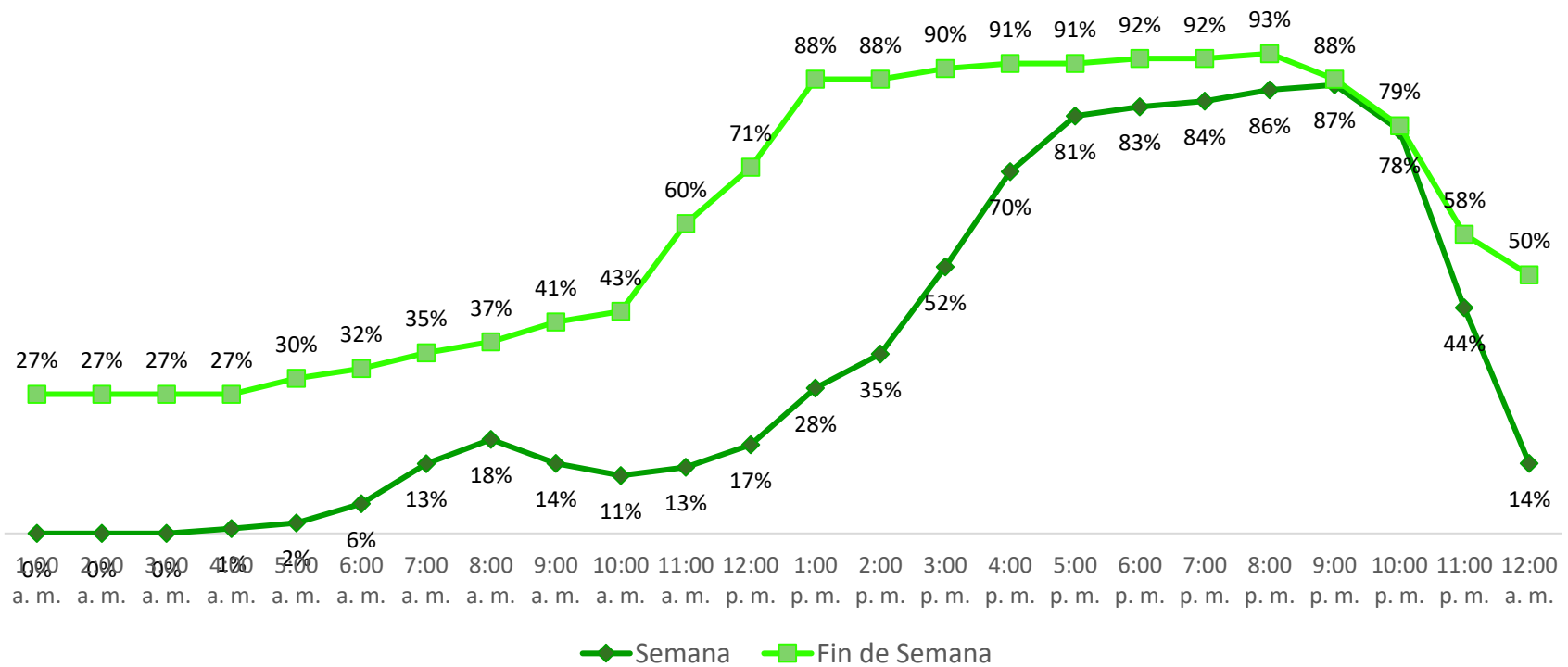


Ilustración 22. Horas del día que mantiene encendido su calefactor durante la semana y fin de semana en un mes de INVIERNO (JULIO) (N=18.468)

En relación a las horas del día que mantiene encendido su calefactor durante la semana y fin de semana en un mes de invierno (JULIO), existen diferencias entre la semana y el fin de semana, aumentando el uso durante el fin de semana, que podría estar vinculado a la permanencia en el hogar.

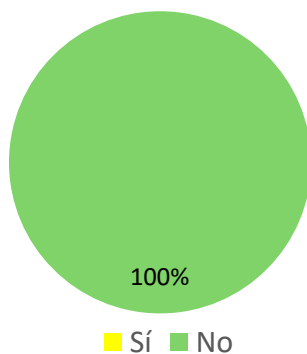


Ilustración 23. ¿Utiliza sistema de calefacción central en su hogar? (N=18.468)

Coincidentemente al tipo de calefacción que se utiliza en la vivienda, no se declara poseer calefacción central.

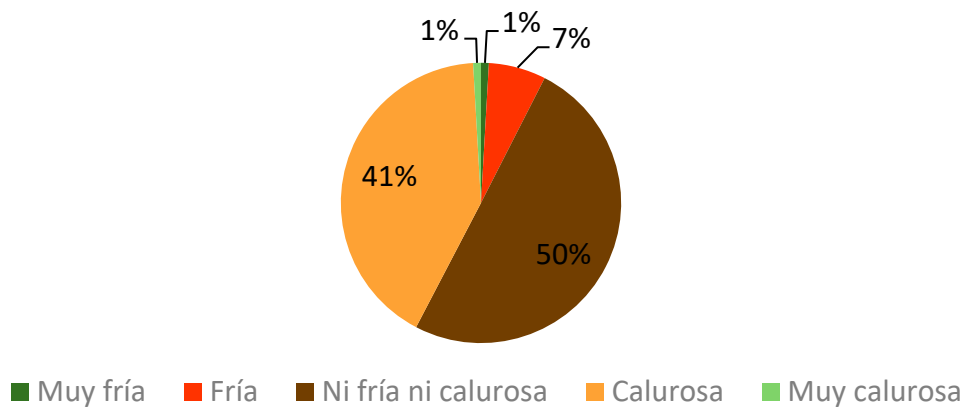


Ilustración 24. En esta vivienda ¿Cómo definiría la temperatura a la que se mantiene la vivienda en invierno por medio de la calefacción? (N=14.468)

Respecto a la sensación térmica a la que se mantiene la vivienda en invierno por medio de la calefacción, es predominantemente “ni fría ni calurosa” (50%), seguido de “calurosa” (41%).



1.4.3. CONSUMO Y GASTO ENERGÉTICO

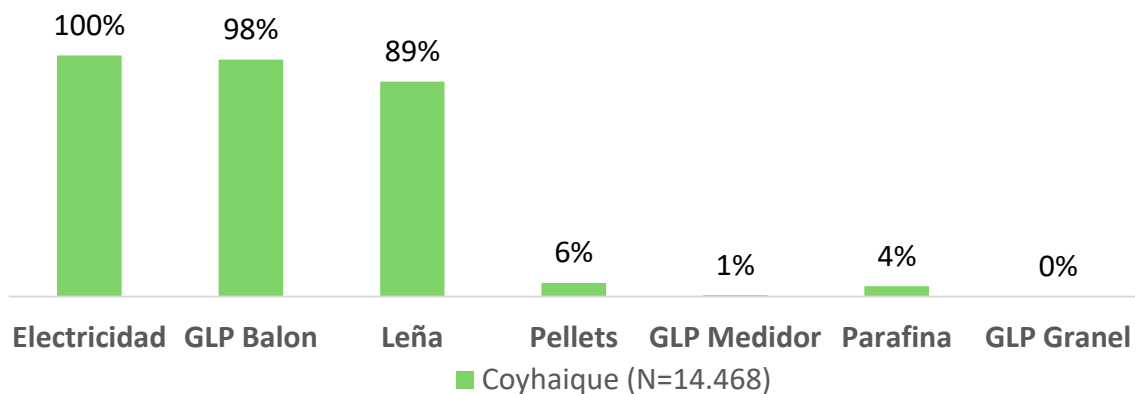


Ilustración 25. Uso de combustible en el hogar (N=18.468)

Al ahondar en el uso de combustible en el hogar, el 100% declara utilizar electricidad, le sigue el GLP balón con un 98% que declara utilizarlo, la leña con un 89%, pellets con un 6%, Parafina (4%) y finalmente el GLP medidor (1%).

Tabla 2. Consumo de combustible por hogar y total (N=18.468)

Combustible	Indicador	Hogar		Total Coyhaique	
		Media Semestral	Media Mensual	Suma Semestral	Suma Mensual
Electricidad (kwh)	Mes de verano	1.101,2	183,5	20.337.660,3	3.389.610,0
	Mes de invierno	1.285,8	214,3	23.745.655,0	3.957.609,2
	Anual	2.387,0	198,9	44.083.315,3	3.673.609,6
GLP (kg)	Mes de verano	96,3	16,0	1.778.345,4	296.390,9
	Mes de invierno	127,2	21,2	2.348.931,8	391.488,6
	Anual	223,5	18,6	4.127.277,2	343.939,8
Leña	Mes de verano	4,3	0,7	70.281,0	11.713,5



(m3-estéreo)	Mes de invierno	9,5	1,6	155.902,8	25.983,8
	Anual	13,7	1,1	226.183,7	18.848,6
Parafina (Lt)	Mes de verano	157,5	26,2	125.181,0	
	Mes de invierno	434,0	72,3	345.061,0	
	Anual	591,5	49,3	470.241,9	
Pellet (kg)	Mes de verano	525,0	87,5	546.040,2	91.006,7
	Mes de invierno	1.090,0	181,7	1.133.683,5	188.947,2
	Anual	1.615,0	134,6	1.679.723,7	139.977,0

La tabla dimensiona el consumo de energético, según lo declarado en la encuesta, y proyectado a nivel de hogar y de centro urbano, semestral y mensualmente. Los cálculos a nivel mensual, según mes de verano o de invierno, permiten dimensionar el consumo anual por energético, ascendiendo a 44.083.315 kWh de electricidad al año, 4.127.277 kilos de GLP al año, 226.183 m³ estéreo de leña al año, 470.241 litros de parafina al año y 1.679.723 kilos de pellet al año, en total en la zona urbana de la comuna de Coyhaique.

Tabla 3. Gasto (\$) de combustible por hogar y total (N=18.468)

Combustible	Indicador	Hogar		Total Coyhaique	
		Media Semestral	Media Mensual	Suma Semestral	Suma Mensual
Electricidad	Mes de verano	\$ 144.061	\$ 24.010	\$ 2.660.521.982	\$ 443.420.330
	Mes de invierno	\$ 168.059	\$ 28.010	\$ 3.103.705.503	\$ 517.284.251
	Anual	\$ 312.120	\$ 26.010	\$ 5.764.227.485	\$ 480.352.290
GLP	Mes de verano	\$ 162.020	\$ 27.003	\$ 1.556.719.007	\$ 259.453.168
	Mes de invierno	\$ 169.724	\$ 28.287	\$ 1.630.738.138	\$ 271.789.690
	Anual	\$ 331.744	\$ 27.645	\$ 3.187.457.145	\$ 265.621.429
Leña	Mes de verano	\$ 129.532	\$ 21.589	\$ 2.133.113.759	\$ 355.518.960



	Mes de invierno	\$ 277.009	\$ 46.168	\$ 4.561.745.946	\$ 760.290.991
	Anual	\$ 406.540	\$ 33.878	\$ 6.694.859.705	\$ 557.904.975
Parafina	Mes de verano	\$ 110.217	\$ 18.369	\$ 87.626.682	\$ 14.604.447
	Mes de invierno	\$ 303.813	\$ 50.635	\$ 241.542.680	\$ 40.257.113
	Anual	\$ 414.030	\$ 34.502	\$ 329.169.362	\$ 27.430.780
Pellet	Mes de verano	\$ 131.250	\$ 21.875	\$ 136.510.054	\$ 22.751.676
	Mes de invierno	\$ 272.500	\$ 45.417	\$ 283.420.874	\$ 47.236.812
	Anual	\$ 403.750	\$ 33.646	\$ 419.930.927	\$ 34.994.244

El consumo indicado en la tabla anterior permite estimar el gasto que esto implica, según lo declarado en la encuesta, en la que se preguntó directamente por el gasto, y proyectado a nivel de hogar y de centro urbano, semestral y mensualmente. De esta forma, el gasto anual por energético correspondería a \$ 5.764.227.485 para el caso de la electricidad, \$ 3.187.457.145 para el caso del GLP, \$ 6.694.859.705 en leña, \$329.169.362 para el caso de parafina y \$419.930.927 en pellet al año, en total en la zona urbana de la comuna de Coyhaique.

1.4.4. PERCEPCIONES E INTENCIÓN DE CAMBIO

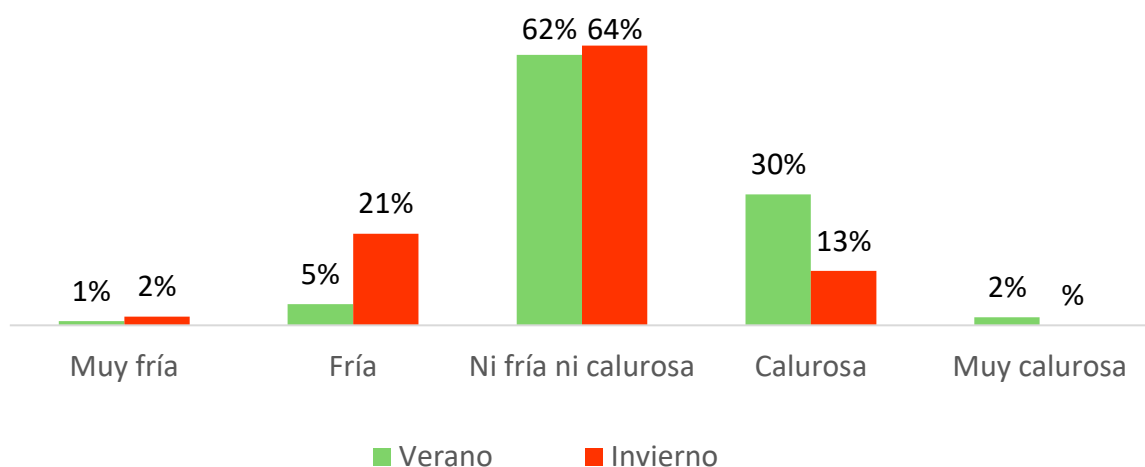


Ilustración 26. ¿Cómo definiría el confort térmico de vivienda en términos de la temperatura en verano/invierno? (N=18.468)



Respecto al confort térmico de la vivienda en término de la temperatura en verano/invierno, es claro que no existe una polarización durante estas dos estaciones, ya que un alto porcentaje se concentra en la categoría “ni fría ni calurosa”, tanto en invierno (64%), como en verano (62%).

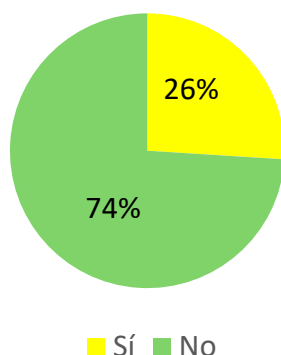
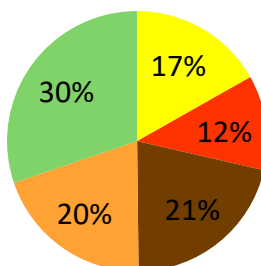


Ilustración 27. ¿Usted conoce o ha oído hablar del sistema de calefacción distrital? (N=18.468)

Al ser consultados por el conocimiento del sistema de calefacción distrital, 26% declara haberlo oído.



■ Muy interesado ■ Interesado ■ Indiferente ■ Poco interesado ■ Nada interesado

Ilustración 28. ¿Cuán interesado estaría de cambiar su actual sistema de calefacción? (N=18.468)

Al preguntar por el interés en cambiar su actual sistema de calefacción, la mayoría declara encontrarse “Poco interesado” o “Nada interesado” (50%), en relación a quienes se definen como “Muy interesados” o “Interesados” (29%).

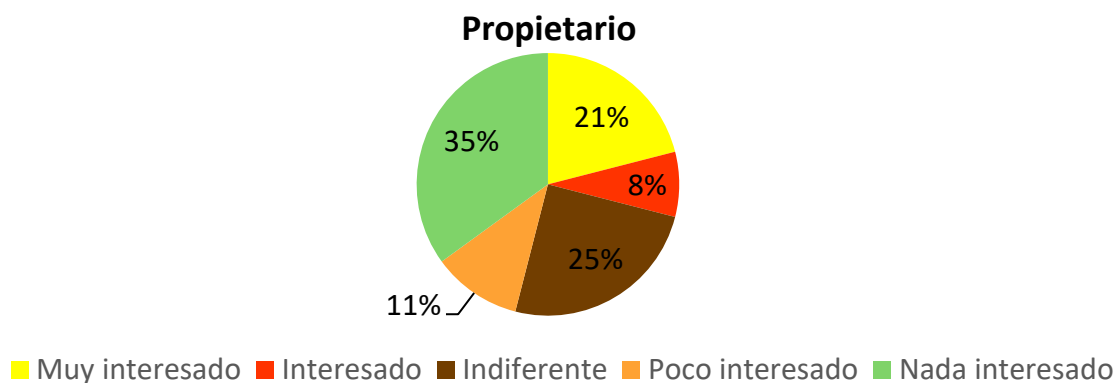


Ilustración 29. ¿Cuán interesado estaría de cambiar su actual sistema de calefacción? Según relación con la vivienda *
Propietario (N=18.468)

En relación al interés que presentan los propietarios de Coyhaique, este resulta ser bajo, ya que la mayoría declara encontrarse “Poco interesados” o “Nada interesados” (46%), lo cual resulta ser minoritario en relación al segmento de “Muy interesado” o “Interesado” (29%).

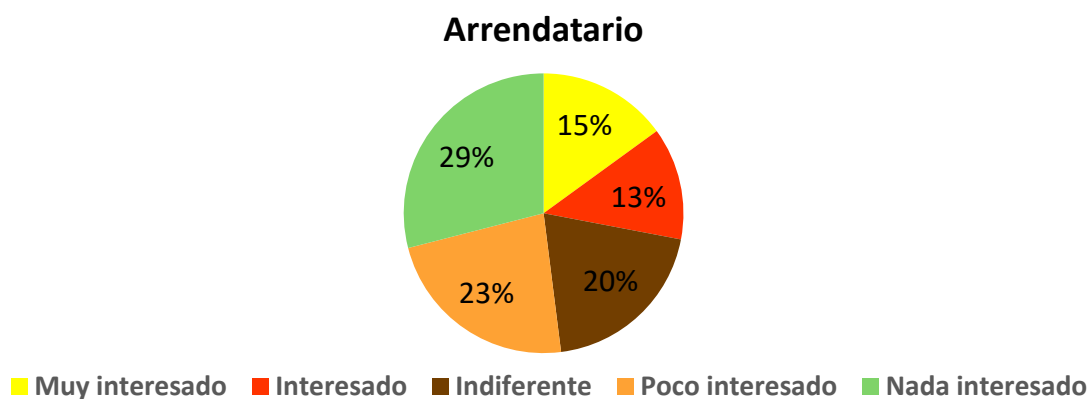


Ilustración 30. ¿Cuán interesado estaría de cambiar su actual sistema de calefacción? Según relación con la vivienda *
Arrendatario (N=18.468)

Por otra parte, en relación al interés que presentan los arrendatarios de Coyhaique, este resulta ser mayoritariamente bajo, ya que la mayoría declara encontrarse “Poco interesados” o “Nada interesados” (52%), en desmedro de quienes se declaran “Muy interesado” o “Interesado” (28%)

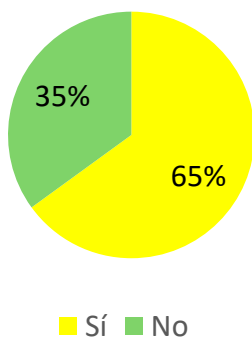


Ilustración 31. Por un sistema de calefacción menos contaminante y que le haga sentir más confortable ¿Estaría dispuesto a pagar más dinero que lo que paga actualmente? (N=5.247)

Al ahondar por la disposición a pagar más dinero por un sistema de calefacción menos contaminante y más confortable, y una amplia mayoría declaró “Sí” (65%).

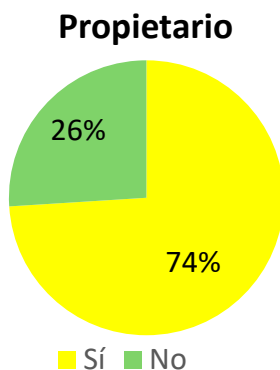


Ilustración 32. Por un sistema de calefacción menos contaminante y que le haga sentir más confortable ¿Estaría dispuesto a pagar más dinero que lo que paga actualmente? Según relación con la vivienda * Propietario (N=5.247)

Al profundizar en la disposición a pagar más dinero que el actual por un sistema de calefacción menos contaminante y que le haga sentir más confortable, los propietarios se inclinan por una respuesta afirmativa, concentrando el 74% de las respuestas.



Arrendatario

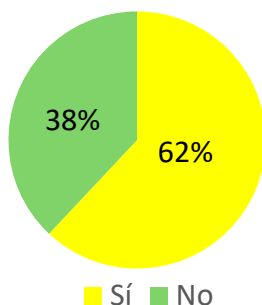


Ilustración 33. Por un sistema de calefacción menos contaminante y que le haga sentir más confortable ¿Estaría dispuesto a pagar más dinero que lo que paga actualmente? Según relación con la vivienda * Arrendatario (N=5.247)

Mientras, los arrendatarios también se declaran dispuestos a pagar más dinero que el actual por un sistema de calefacción menos contaminante y que le haga sentir más confortable, concentrando el 62% de las respuestas.

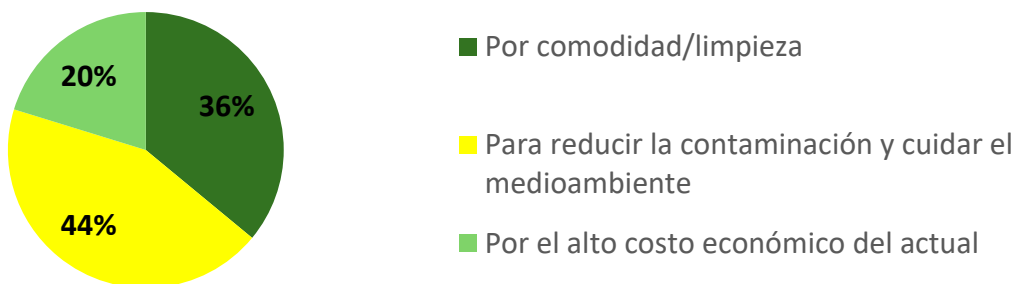


Ilustración 34. ¿Por qué se cambiaría de su actual sistema de calefacción? (N=5.247)

A quienes se declararon “Muy interesados” o “Interesados”, se les preguntó por qué se cambiaría de su actual sistema de calefacción. Dentro de las razones más frecuentes, “para reducir la contaminación y cuidar el medioambiente” (44%) encabezó las respuestas, seguido de “por comodidad/limpieza” (36%) y el resto señaló “por el alto costo económico del actual” (20%).

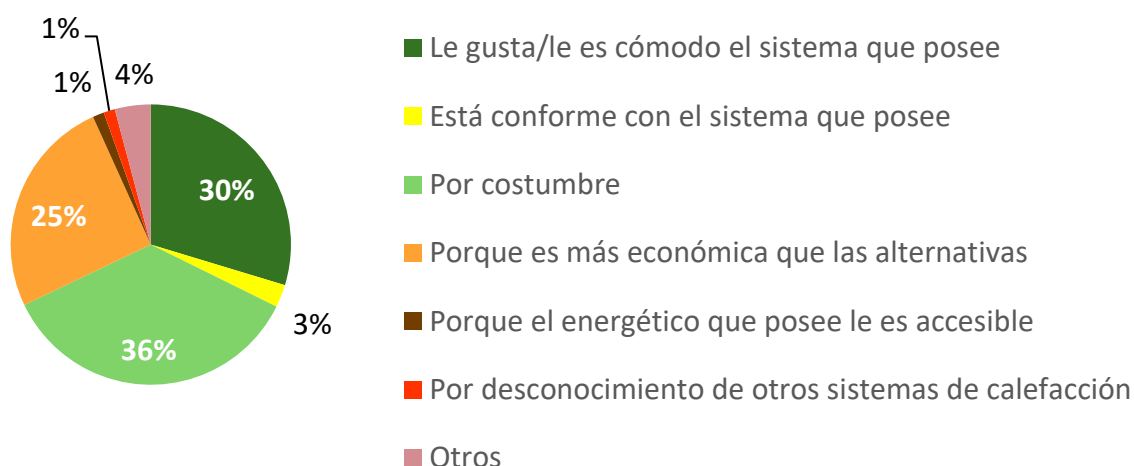


Ilustración 35. ¿Por qué NO se cambiaría de su actual sistema de calefacción? (N=13.501)

Por otro lado, a quienes se declararon “Indiferentes”, “Poco interesados” o “Nada Interesados”, se les preguntó por qué no se cambiarían de su actual sistema de calefacción, siendo las razones más relevantes “por costumbre” (36%), seguido de “le gusta/le es cómodo el sistema que posee” (30%) y de “porque es más económica que las alternativas” (25%), entre las más relevantes.

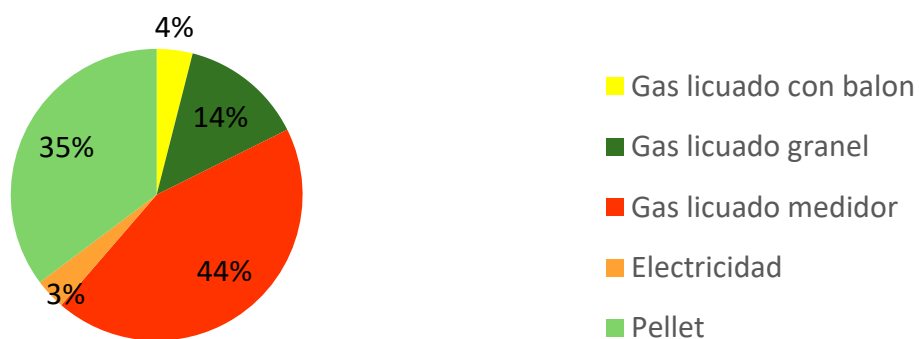
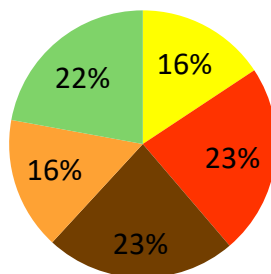


Ilustración 36. ¿A qué combustible se cambiaría? (N=5.247)

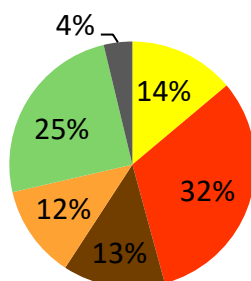
Respecto a quienes se declararon “Muy interesados” o “Interesados” en cambiarse de su actual sistema de calefacción, al preguntar por el combustible al cual se cambiaría, resultó predominante el Gas Licuado Medidor (44%), seguido de “Pellet” (35%), como las respuestas con mayor relevancia.



■ Muy dispuesto ■ Dispuesto ■ Indiferente ■ Poco dispuesto ■ Nada dispuesto

Ilustración 37. ¿Cuán dispuesto estaría de incorporar un sistema de calefacción a través de cañerías y radiadores en su hogar? (N=18.468)

Al total de los encuestados se preguntó por la disposición de incorporar un sistema de calefacción a través de cañerías y radiadores. En relación a esto, es posible dar cuenta de que no existe una mayoría clara sobre otra, ya que quienes estarían “Muy dispuestos” o “dispuestos” alcanzan el 39%, mientras que quienes se manifiestan “Poco dispuestos” o “Nada dispuestos” constituyen el “38”, existiendo una delgada brecha entre ambos grupos, con un grupo amplio que se declara “Indiferente” (23%).



■ Muy dispuesto ■ Dispuesto ■ Indiferente
■ Poco dispuesto ■ Nada dispuesto ■ Ns/Nr

Ilustración 38. ¿Cuán dispuesto estaría de efectuar un pago prorrateado en los meses del año para los gastos en calefacción? (N=18.468)

Y en relación a la disposición a efectuar un pago prorrateado en los meses del año para los gastos en calefacción, cabe señalar que no predomina una respuesta de forma clara sobre otra, ya que, si bien 46% declara encontrarse “Muy dispuesto” o “Dispuesto”, un 37% señala no estar dispuesto.



1.4.5. CONCLUSIONES ENCUESTA

Coyhaique se conforma principalmente por casas, tanto aisladas (46%) como pareadas (50%) de Madera/Tabiquería liviana (81%), con variedad de tamaños de las viviendas, alcanzando un promedio de 76m².

En términos de material de aislación, es posible decir que, si bien durante los últimos 5 años la mayor parte de la población no ha hecho intervenciones en la vivienda, estas cuentan mayormente con aislación en muros (77%), en el techo (74%) y en el piso (74%).

Esto se condice con la percepción de confort térmico de la vivienda por medio de la calefacción, la cual se mantiene principalmente "ni fría ni calurosa" (50%). Por otra parte, la mayoría son arrendatarios (73%), por sobre propietarios (27%)

Respecto al consumo energético de ACS, todos declaran utilizar, principalmente a través de calefont con encendido eléctrico (81%), el cual funciona por medio de electricidad (85%), en relación a la cocción, el 94% indica utilizar cocina a gas de forma frecuente a la semana, con 83% que señala utilizarla un mínimo de dos veces al día en verano y 84% en invierno con esta frecuencia.

Sin embargo, llama la atención que también existe un amplio porcentaje que declara utilizar cocina a leña para cocinar (35%).

En relación a la calefacción, el 100% utiliza calefacción, alimentada por leña (89%), predominantemente estufas (100%). La calefacción por calefactor se utiliza de forma heterogénea a lo largo de todo el año, concentrándose el uso en los meses más fríos (abril a septiembre), entre 94%-98% que declara utilizarla entre 7 y 9 horas al día, y bajando el resto del año a 59%-78% que declara usarla entre 4 a 6 horas al día. Esta misma práctica de uso heterogéneo se mantiene al visualizar el uso del calefactor en un mes de invierno (julio) durante la semana y fin de semana, siendo mayor durante el fin de semana, por sobre la semana.

En relación al gasto, la leña es en lo que más gastan mensualmente en promedio los habitantes de Coyhaique. Respecto a esto, y considerando un número de viviendas igual a 20.743, se tiene un gasto medio mensual equivalente a \$26.896 por hogar.

Por otra parte, respecto a las percepciones e intención de cambio, poca gente declara conocer o haber oído sobre sistema de calefacción distrital (26%). Además, hay un bajo interés en cambiarse



de energético (29%). Sin embargo, los interesados se manifiestan con una alta disposición, a pagar más por un sistema de calefacción menos contaminante y más cómodo (65%).

Entre las razones que más fundamentan este interés se considera "reducir la contaminación y cuidar el medioambiente" (44%), seguido de "por comodidad/limpieza" (36%).

Por otra parte, entre las razones de resistencia al cambio, se menciona "por costumbre" en primer lugar (30%), seguido de porque "le gusta /le es cómodo el sistema que posee" (25%).

Este cambio tiene claros focos energéticos; el Gas Licuado medidor en primera instancia (44%) y el Pellet (35%).

Al preguntar por la disposición a incorporar un sistema de calefacción a través de cañerías, es posible visualizar una alta reticencia (38%) e indiferencia (23%), lo cual se alinea a la baja o nula disposición a efectuar un pago prorrateado en los meses del año para los gastos en calefacción (37%). Al respecto, es posible vislumbrar que existe un amplio uso de la leña, el cual no solo es utilizado para calefaccionar, sino también para cocinar, lo que podría vincularse a prácticas arraigadas de consumo, que permean la costumbre. Por otra parte, existe interés de cambio de energético, pero es focalizado el que posee una disposición a pagar más.

Además, en términos generales no es posible apreciar una alta disposición a incorporar un sistema de calefacción a través de cañerías y radiadores en su hogar, así como tampoco a efectuar un pago prorrateado en los meses del año, lo cual se condice con el uso heterogéneo del sistema de calefacción a lo largo del año, por lo que existen amplias barreras a sortear para implementar un sistema de calefacción distrital en Coyhaique.

1.5. ENCUESTA

Encuesta de Caracterización Energética (ACS y Calefacción) Centro Urbanos de Coyhaique y Puerto Williams									
Comuna		Datos del encuestador						Nº de folio	
		Nombre encuestador:							
		Fecha		2 0 1 9					
		Hora de aplicación							
Datos de ubicación de la vivienda						Distrito	Zona	Congl.	
Calle:		Número		Departamento					
Nombre villa - población - barrio:									
Intersección más cercana (nombre dos calles)									
Coordenadas Geográficas de la Vivienda									
Latitud		Grados: _____		Minutos: _____		Segundos: _____		Hemisferio: South (Sur)	
Longitud		Grados: _____		Minutos: _____		Segundos: _____		Hemisferio: West (Oeste)	
Ficha de Supervisión									
Supervisión oficina				Supervisión terreno				Digitación	
1°	Ok	Terreno	Rechazo	Ok	Rechazo			Nombre digitador (a):	
2°	Ok	Rechazo		Causa:	Hogar	Persona	Cédula	Tiempo	
Fecha	1 9			Fecha	1 9			Fecha	1 9
Clasificación socioeconómica del hogar según observación del encuestador									
Alto	Medio alto	Medio	Medio bajo	Bajo	Muy bajo				
1	2	3	4	5	6				
Pregunta filtro de entrada: ¿Podría hablar con el jefe de hogar o dueño de casa?									
F1. ¿En este hogar usted es?									
El jefe de hogar o dueño de cada		Pareja o Cónyuge de jefe de hogar		La persona que paga las cuentas del hogar		Otro			
1		2		3		4			
Continuar						Agradecer y terminar			
F2. ¿Se desarrolla alguna actividad económica en esta vivienda?, tal como lavado de ropa a terceros, planchado a terceros, Almacén o Kiosco con refrigerador o preparación de alimentos a terceros u otra actividad de este tipo?									
Sí					No				
1					2				
Agradecer y terminar					Aplicar la encuesta				
Buenas tardes, mi nombre es..... Y trabajo para AIGUASOL, una consultora de Eficiencia Energética que está trabajando para el Ministerio de Energía y estamos realizando una encuesta sobre el uso de la energía en el hogar. ¿Puedo hacerle las preguntas de la encuesta?; su opinión es anónima y confidencial y sólo se registra para fines estadísticos.									
I. Tipología de la vivienda									
1. (Encuestador: No preguntar. Anote tipo de agrupamiento de la vivienda según lámina según (FICHA 1))									
Casa aislada		Casa pareada		Casa en fila		Departamento			
1		2		3		4			
2. ¿Cuántos pisos tiene su vivienda? (Encuestador: anotar número de pisos. Aclarar que, si tiene mansarda, esta cuenta como otro piso. No puede ser 0. Definición de mansarda: espacio útil del entretecho, habilitado como recinto incorporado a la vivienda)									
Número de pisos de la vivienda								Ns-nr	
								99	
3. Aproximadamente ¿En qué año fue construida esta vivienda?									
Antes de 1976		Entre 1977 y 2000		Entre 2001 y 2007		De 2008 en adelante		Ns-nr	
1		2		3		4		99	
Saltar a la P5						Continuar			



4. (Encuestador: Para quienes respondan 1 en pregunta anterior), ¿En qué año específico fue construida su vivienda?

Anote el año de construcción	Ns-nr
	99

5. Aproximadamente, ¿Cuántos metros cuadrados construidos tiene esta vivienda? (Encuestador: anotar número de metros cuadrados. Aclarar que no se deben considerar los espacios exteriores)

Superficie construida	Ns-nr
	99

6. ¿Cuál es el material principal con el que están contruidos los muros exteriores de esta vivienda? ¿Algún otro? (Encuestador: marcar los dos materiales principales. Sondear hasta que encuestado responda o preguntar a otro integrante de la vivienda)

Albañilería / Ladrillos	Madera / Tabiquería liviana	Adobe	Hormigón armado	Hormigón celular	Bloques de hormigón	Otro
1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7

Especificar otro:

7. Se entiende por material de aislación cualquier material muy liviano con espesor mayor a 1 centímetro, utilizado para aislar térmicamente su vivienda. ¿Su vivienda cuenta con material de aislación...? (Encuestador: Mostrar FICHA 2)

	Sí	No	Ns-nr
En los muros	1	2	99
En el techo	1	2	99
En el piso	1	2	99

8. ¿Cuántas ventanas de los siguientes tipos tiene esta vivienda? (Encuestador: Mostrar FICHA 3 y anotar número de ventanas. Termopanel ó Doble vidrio corresponde a dos vidrios separados por cámara de aire)

Nº de ventanas según tamaño	Vidrio simple			Termopanel (DVH) / Doble ventana		
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande

9. ¿En los últimos 5 años, usted ha realizado algunas de las siguientes intervenciones en su vivienda para mejorar la calidad térmica o aislación?

	Sí	No	Ns-nr
Cambio de ventana vidrio simple a termo panel	1	2	99
Aislación en el techo	1	2	99
Aislación en los muros	1	2	99
Sellos en las ventanas y / o puertas	1	2	99
Otros	1	2	99

Especificar otro:

10. ¿Su núcleo familiar contiene al arrendatario/a o al propietario/a de la vivienda?

Arrendatario	Propietario
1	2

II. Tipos de Energéticos

ELECTRICIDAD

11. ¿Tiene su última cuenta de electricidad a mano? (Encuestador: Solicitar la cuenta de electricidad del último mes papel o digital)

SÍ	NO	Nº de medidor
1	2	
Continuar	Anotar el Nº de Medidor. Saltar a P13	

12. (Encuestador: Anotar Nº de Cliente y consumo del último mes)

Nº de Cliente:	
Consumo último mes	Kwh.

13. ¿Cuánto gasta en electricidad, en pesos, en un mes de verano e invierno?

Mes de Verano (Enero): \$	
Mes de Invierno (Julio): \$	



GAS LICUADO CON MEDIDOR INDIVIDUAL

14. ¿Su vivienda utiliza Gas Licuado con Medidor Individual?

Sí	No
1	2
Continuar	Saltar a P19

15. ¿Cuál es el nombre de su empresa proveedora de gas licuado con medidor?

Anotar Nombre empresa	Ns-nr
	99

16. ¿Tiene su última cuenta de gas licuado con medidor a mano? (Encuestador: solicite la cuenta de gas licuado con medidor)

Sí	No	N° de Medidor
1	2	
Continuar	Anotar N° de medidor	

17. Encuestador: Anote N° de Cliente y consumo del último mes.

N° de Cliente:	
Consumo último mes	M³.

18. ¿Cuánto gasta en gas licuado con medidor individual, en pesos, en un mes de verano e invierno?

Mes de Verano (enero): \$
Mes de Invierno (Julio): \$

GAS LICUADO EN BALON

NOTA: ENCUESTADOR LOS BALONES DE GAS SON DE:

5 KILOS	11 KILOS	15 KILOS	45 KILOS
			

19. ¿Su vivienda utiliza Gas Licuado en Balón?

Sí	No
1	2
Continuar	Saltar a P21

20. ¿Qué balones y cuántos son lo que compra? ¿aproximadamente cada cuánto tiempo (días o meses) lo hace en INVIERNO (JULIO)? ¿Y en VERANO (ENERO)? ¿Cuánto dinero gasta cada vez que compra en ese formato de INVIERNO (JULIO)? ¿Y en VERANO (ENERO)? (Encuestador: Se refiere a todos los usos, ejemplo en cocina, calefactor, otro. Anote el número de balones, el formato y el número de días/meses en los casilleros correspondientes. Y cuánto dinero gastó por esa compra).

	A. Cantidad de balones que compra, cada cuánto tiempo y de que formato. (Encuestador: Por ejemplo, la respuesta debe escribirse como: "3 balones de 11 kg, cada 3 meses".	B. Aproximadamente ¿Cuánto gasta en gas licuado en esa compra?
1. Durante los meses de INVIERNO (Julio)	Balones de 5 kg, cada	\$
	Balones de 11 kg, cada	\$
	Balones de 15 kg, cada	\$
	Balones de 45 kg, cada	\$
2. Durante los meses de VERANO (Enero)	Balones de 5 kg, cada	\$
	Balones de 11 kg, cada	\$
	Balones de 15 kg, cada	\$
	Balones de 45 kg, cada	\$



GAS LICUADO a GRANEL INDIVIDUAL

NOTA: ENCUESTADOR EL TAMAÑO DE LOS ESTANQUE DE GAS A GRANEL INDIVIDUAL SON DE:

0.5 METRO CÚBICO	1 METRO CÚBICO	2 METRO CÚBICO

21. ¿Su vivienda utiliza Gas Licuado a Granel Individual?

Sí	No
1	2
Continuar	Saltar a P23

22. ¿Qué tipo de estanque tiene? ¿cada cuánto tiempo lo llena en INVIERNO (JULIO)? ¿Y en VERANO (ENERO)?
¿Y Cuánto dinero gasta aproximadamente cuando lo llena en los meses de INVIERNO (JULIO)? ¿Y en VERANO (ENERO)?

	A. TIPO DE ESTANQUE QUE TIENE Y CADA CUÁNTO TIEMPO LO LLENA. (Encuestador: Por ej., la respuesta debe escribirse como "Estanque de 1 M3 y se llena cada 4 meses".	B. Aproximadamente ¿Cuánto gasta en gas licuado en pesos cada vez que llena su estanque?
1. Durante los meses de INVIERNO (Julio)		\$
2. Durante un mes de VERANO (Enero)		\$

LEÑA

23. En esta vivienda ¿Se usa leña?

Sí	No	Ns-nr
1	2	99
Continuar	Saltar a P27	

24. En esta vivienda, ¿Posee leñera o bodega para almacenar la leña?

Sí	No	Ns-nr
1	2	99

25. ¿Para cuáles de los siguientes usos consume leña? Marque la o las Alternativas correctas

Calefacción	Cocción (cocinar)	Agua caliente sanitaria
1	2	3

26. Para un año, ¿Cuánta leña se utiliza en esta vivienda y cuánto gasta en pesos? (Encuestador: Anotar según la unidad de medida que utilice el encuestado: kilos, sacos, metros cúbicos, camionada, astillas, otro. Anotar hasta dos alternativas de unidades de medida. Verificar con FICHA 4)

	Unidad de compra 1	Unidad de compra 2
A. CANTIDAD AL AÑO		
B. UNIDAD DE MEDIDA		
C. GASTO ANUAL: \$		

III. EQUIPOS

AGUA CALIENTE POR CAÑERÍA

27. En esta vivienda ¿Se utiliza agua caliente por cañería, es decir que provenga de un calefont, caldera u otro sistema?

Sí	No	Ns-nr
1	2	99
Continuar	Pasará a P31	

28. (Encuestador: Mostrar FICHA 5) ¿Cuáles de los siguientes tipos de artefactos para calentar agua por cañería se utilizan en esta vivienda?

	Sí	No	Ns-nr
A) Calefont con encendido eléctrico	1	2	99
B) Calefont con encendido manual	1	2	99
C) Caldera personal	1	2	99
D) Termo a gas personal	1	2	99
E) Termo eléctrico personal	1	2	99
F) Serpentin en estufa a leña con estanque	1	2	99
G) Otros. Especificar:	1	2	99



29. ¿Qué energético utilizan el artefacto principal y el secundario, para calentar agua en esta vivienda?

	Gas de ciudad	Gas licuado	Electricidad	Leña	Pellet	Otro	Ns-nr
Artefacto principal	1	2	3	4	5	7	99
Segundo artefacto	1	2	3	4	5	7	99
Especificar otro:							

30. Pensando en una semana en su hogar, ¿Con qué frecuencia utiliza agua caliente sanitaria, en las siguientes actividades?

	Cantidad a la semana
Nº de Ducha	
Nº de Baño de Tina	
Nº de Lavado de loza	
Nº de Lavado de manos	
Nº de Lavado de ropa	

COCINAR

31. En esta vivienda ¿Cuáles de los siguientes artefactos utiliza para cocinar? –Mostar FICHA 6

	Sí	No	Ns-nr
A. Cocina a Gas licuado	1	2	99
B. Cocina eléctrica/encimera	1	2	99
C. Cocina a leña	1	2	99
D. Otro	1	2	99

Especificar otro:

32. En esta vivienda ¿Aproximadamente con qué frecuencia se utiliza la cocina? en:

	Menos de una vez a la semana	1 a 2 veces a la semana	2 veces al día	3 a 6 veces a la semana	Una vez al día	3 o más veces al día	Ns-nr
A. Invierno (JULIO)	1	2	3	4	5	6	99
B. Verano (ENERO)	1	2	3	4	5	6	99

CALEFACTORES

33. En esta vivienda, ¿Se utiliza algún tipo de sistema de calefacción?

Sí	No	Ns-nr
1	2	99
Continuar		
Saltar a P51		

34. ¿Qué energético utiliza para calefaccionar su vivienda? (Respuesta múltiple)

Fuente de energía que utiliza	A. Gas licuado con balones	B. Gas licuado granel	C. Gas licuado medidor	D. Electricidad	E. Parafina	F. Leña	G. Pellet	Otro
	1	2	3	4	5	6	7	9

34.9 OTRO ¿Cuál?

35. (Encuestador: SOLO A LOS QUE USAN GAS LICUADO POR BALONES para calefacción) Pensando en un mes de julio de un invierno normal, ¿Cuánto gasta en pesos, en gas licuado?

\$ _____ En un mes de invierno

36. (Encuestador: SOLO PARA LOS QUE USAN PARAFINA) Pensando en un mes de julio de un invierno normal, ¿Cuántos litros consume al mes y cuánto gasta en pesos, en parafina?

Aproximadamente _____ lts mensual y gasta \$ _____ en mes de invierno

37. (Encuestador: SOLO PARA LOS QUE USEN PELLETS) Pensando en un mes de julio de un invierno normal, ¿Cuántos kilos consume al mes y cuánto gasta, en pesos, en pellets?

Aproximadamente _____ kgs. semanales y gasta \$ _____ en una semana de invierno

38. ¿Qué tipo de calefacción usa?

1	2	3
Estufa o calefactor individual	Calefacción central	Ambos
Continuar	Saltar a P43	Continuar



39. En total, ¿Cuántos calefactores individuales utiliza en su vivienda? Anotar Número: _____

40. ¿En qué habitaciones de su vivienda se sitúan estos calefactores? _____

De los dos principales calefactores de la vivienda, indique:
CALEFACTOR 1 (EL MÁS USADO)

41. Fuente de energía que utiliza (Ficha 7)	A. Gas licuado con balones	B. Gas licuado granel	C. Gas licuado medidor	D. Electricidad	E. Parafina	F. Leña	G. Pellet	Otro
	1	2	3	4	5	6	7	9
Saltar a P41.2								Continuar en P41.1

41.1. En caso de ser otro, especificar:

¿Cuál? _____

41.2 Indique tipo de calefactor o estufa –Mostrar FICHA N°8 Son tres hojas; (Encuestador: a partir de las fichas marque opción correspondiente)	
41.3 Antigüedad del equipo	

41.4 ¿Qué meses la/lo utiliza? (marcar con una x los meses)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag o	Sep	Oct	Nov	Dic
41.5 ¿Cuántas horas del día se encuentra encendida en cada mes que usa calefacción?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

41.6 Marque con una X las horas del día que mantiene encendido su calefactor durante la semana (días laborales) en INVIERNO (JULIO)

Y cantidad de días a la semana

AM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PM	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

41.7 Marque con una X las horas del día que mantiene encendido su calefactor durante el fin de semana (días no laborales) en INVIERNO (JULIO)

Y cantidad de días a la semana

AM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PM	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ENCUESTADOR: Si utiliza sólo un calefactor o estufa, y utiliza calefacción central Salta a P48. Si no utiliza otro método de calefacción, salte a P55.

CALEFACTOR 2 (SEGUNDO MÁS USADO)

42. Fuente de energía que utiliza (Ficha 7)	A. Gas licuado con balones	B. Gas licuado granel	C. Gas licuado medidor	D. Electricidad	E. Parafina	F. Leña	G. Pellet	Otro
	1	2	3	4	5	6	7	9
Saltar a P42.2								Continuar en P42.1

42.1. En caso de ser otro, especificar:

¿Cuál? _____

42.2 Indique tipo de calefactor o estufa FICHA N°8; (Encuestador: a partir de las fichas marque opción correspondiente)	
42.3 Antigüedad del equipo	

42.4 ¿Qué meses la/lo utiliza? (marcar con una x los meses)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag o	Sep	Oct	Nov	Dic
42.5 ¿Cuántas horas del día se encuentra encendida en cada mes que usa calefacción?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

42.6 Marque con una X las horas del día que mantiene encendido su calefactor durante la semana (días laborales) en INVIERNO (JULIO)

Y cantidad de días a la semana

AM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----



PM	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

42.7 Marque con una X las horas del día que mantiene encendido su calefactor durante el fin de semana (días no laborales) en INVIERNO (JULIO)
Y cantidad de días a la semana

AM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PM	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

CALEFACCIÓN CENTRAL

43. ¿Utiliza calefacción central en su hogar?

Sí	No
1	2
Continuar	Saltar a P49

44. ¿Su sistema de calefacción central funciona a través de...?

Radiador	Piso de losa radiante	Otro	Ns-nr
1	2	3	99
Continúe a P44.1.			
44.1. Especificar otro:			

45. ¿Qué energético utiliza su sistema de calefacción central?

Gas Licuado	Diesel	Parafina	Leña	Pellet	Eléctrico	Otro	Ns-nr
1	2	3	4	5	6	7	99

46. Aproximadamente ¿Qué meses del año utiliza la calefacción central en su vivienda? (marcar con una x)	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47. ¿Cuántas horas del día se encuentra encendida en cada mes que lo usa?												

48.1 Marque con una X las horas del día que mantiene encendido su calefactor durante la semana (días laborales) en INVIERNO (JULIO)
Y cantidad de días a la semana

AM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PM	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

48.2 Marque con una X las horas del día que mantiene encendido su calefactor durante el fin de semana (días no laborales) en INVIERNO (JULIO)
Y cantidad de días a la semana

AM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PM	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ENCUESTADOR: CONTESTAN TODOS LOS QUE USAN CALEFACCIÓN

49. En esta vivienda, ¿Se calefacciona la vivienda completa o sólo las habitaciones que estén ocupadas?

La vivienda completa	Solo las habitaciones ocupadas	Ns-nr
1	2	99

50. En esta vivienda, ¿Cómo definiría la temperatura a la que se mantiene la vivienda en invierno por medio de la calefacción?

Muy Fría	Fría	Ni fría ni calurosa	Calurosa	Muy calurosa	Ns-nr
1	2	3	4	5	99

VI. SATISFACCIÓN

51. En general ¿Cómo definiría el confort térmico (su percepción acerca de la comodidad) en relación a la temperatura de su vivienda...?

	Muy Fría	Fría	Ni fría Ni calurosa	Calurosa	Muy calurosa	Ns/Nr
En Verano	1	2	3	4	5	99
En Invierno	1	2	3	4	5	99

52. ¿Usted conoce o ha oído hablar del sistema de calefacción distrital?

Sí	No	Ns/Nr
1	2	99

53. ¿Cuán interesado estaría de cambiar su actual sistema de calefacción?

Muy Interesado	Interesado	Indiferente	Poco interesado	Nada interesado	Ns/Nr
1	2	3	4	5	99
Continuar			Saltar a P56		



53.1 Por un sistema de calefacción menos contaminante y que le haga sentir más confortable ¿Estaría dispuesto a pagar más dinero que lo que paga actualmente?

Sí	No	Ns/Nr
1	2	99

54. ¿Por qué se cambiaría de su actual sistema de calefacción? (Responden quienes se manifestaron Muy Interesados o Interesados en P54)

55. ¿A qué combustible se cambiaría?

Fuente de energía que se cambiaría	A. Gas licuado con balones	B. Gas licuado granel	C. Gas licuado medidor	D. Electricidad	E. Parafina	F. Leña	G. Pellet	Otro
	1	2	3	4	5	6	7	9

Saltar a P57

P55.1 ¿Cuál OTRO? _____

56. ¿Por qué NO se cambiaría de su actual sistema de calefacción? (Responden quienes se manifestaron Indiferentes, Poco interesados o Nada interesados en P54)

57. ¿Cuán dispuesto estaría de incorporar un sistema de calefacción a través de cañerías y radiadores en su hogar?

Muy Dispuesto	Dispuesto	Indiferente	Poco dispuesto	Nada dispuesto	Ns/Nr
1	2	3	4	5	99

58. ¿Cuán dispuesto estaría de efectuar un pago prorrateado en los meses del año para los gastos en calefacción?

Muy Dispuesto	Dispuesto	Indiferente	Poco dispuesto	Nada dispuesto	Ns/Nr
1	2	3	4	5	99

VII. NIVEL SOCIOECONÓMICO

59. ¿Cuál es el n° total de personas que habitan en su hogar?

N° Total de Personas	151.1 Del número total, ¿Cuántas son...?				
	Menor a 3 años	3 - 15 años	16 - 24 años	25 - 60 años	Mayor 60 años

60. Aproximadamente, ¿Cuál es el ingreso monetario total de su hogar al mes, considerando el total de integrantes del grupo familiar? Señale un tramo – **Mostrar Ficha 9**

Tramos de ingreso por hogar	
1	\$0 a \$100.000
2	\$100.001 a \$250.000
3	\$250.001 a \$500.000
4	\$500.001 a \$750.000
5	\$750.001 a \$1.000.000
6	\$1.000.001 a \$1.500.000
7	\$1.500.001 a \$2.000.000
8	\$2.000.001 o más

61. ¿Qué nivel de estudios posee la persona que aporta el ingreso principal de su hogar? **Ficha 10**

BÁSICA INCOMPLETA O MENOS	BÁSICA COMPLETA	MEDIA INCOMPLETA	MEDIA HUMANIST A-CIENTÍFICA COMPLETA	MEDIA TÉCNICA COMPLETA	SUPERIOR TÉCNICA INCOMPLETA	UNIVERSITARIA INCOMPLETA	SUPERIOR TÉCNICA COMPLETA	UNIVERSITARIA COMPLETA	POSTGRADO (MAGISTER / DOCTORADO)	NS-NR
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99



62. ¿En cuál de estas situaciones se encuentra la persona que aporta el ingreso principal de su hogar en el momento actual?

TRABAJANDO POR INGRESO	SIN TRABAJAR, PERO TIENE EMPLEO	BUSCANDO TRABAJO, HABIENDO TRABAJADO ANTES	BUSCANDO TRABAJO POR PRIMERA VEZ	EN QUEHACERES DE SU HOGAR	ESTUDIANDO	JUBILADO O RENTISTA	INCAPACITADO PERMANENTE PARA TRABAJAR (PENSIONADO)	NS-NR
1	2	3	4	5	6	7	8	9

63. ¿Cuál es la actividad principal de la persona que aporta el ingreso principal de su hogar?

POLOLOS, TRABAJOS OCASIONALES O INFORMALES (LAVADO, ASEO) SERVICIO DOMÉSTICO OCASIONAL	OFICIOS MENORES, OBREROS NO CALIFICADOS, JORNALERO, SERVICIO DOMÉSTICO CON CONTRATO, COMERCIO AMBULANTE	OBRERO CALIFICADO, CAPATAZ, MICROEMPRESARIO (KIOSCO, TAXI, COMERCIO MENOR)	EMPLEADO ADMINISTRATIVO MEDIO Y BAJO, VENDEDOR, SECRETARIA, JEFE DE SECCIÓN, TÉCNICO ESPECIALIZADO, PROFESIONAL INDEPENDIENTE DE CARRERAS TÉCNICAS (CONTADOR, ANALISTA DE SISTEMA, DISEÑADOR, MÚSICO) PROFESOR BÁSICA Y MEDIA	EJECUTIVO MEDIO (GERENTE, SUBGERENTE) GERENTE GENERAL DE EMPRESAS MEDIANAS O PEQUEÑAS, PROFESIONAL INDEPENDIENTE DE CARRERAS UNIVERSITARIAS TRADICIONALES (ABOGADO, MÉDICO, ARQUITECTO, INGENIERO, AGRÓNOMO, ETC.)	ALTO EJECUTIVO (GERENTE GENERAL DE EMPRESA GRANDE), DIRECTORES DE GRANDES EMPRESAS, EMPRESARIOS PROPIETARIOS DE EMPRESAS MEDIANAS Y GRANDES, PROFESIONALES INDEPENDIENTES DE GRAN PRESTIGIO
TRABAJOS MENORES	OFICIO NO CALIFICADO	OFICIO CALIFICADO	EMPLEADO	PROFESIONAL, EJECUTIVO Y GERENTE	PATRÓN, EMPLEADOR, ALTO EJECUTIVO
1	2	3	4	5	6

DUEÑAS DE CASA	ESTUDIANTE	RENTISTA	JUBILADO	INCAPACITADO PARA TRABAJAR	NS-NR
7	8	10	11	12	99

CIERRE

Para terminar, ¿me podría dar algún número de teléfono donde pueda ubicarlo?: en los próximos días un supervisor del proyecto podría llamarlo para confirmar aspectos generales de esta entrevista. Sus datos de contacto son únicamente para efectos de supervisión de la realización de la encuesta y no serán entregados bajo ningún motivo. ¿En qué horario usted puede ser ubicado en este teléfono? (encuestador: anote hora de contacto)

SI	NO	SE NIEGA A DAR NÚMERO	NS-NR
1	2	3	99
(ANOTE NÚMERO TELEFÓNICO EN LOS CASILLEROS DE ABAJO)			
NOMBRE DEL ENTREVISTADO :			
HORARIO DE CONTACTO DE PREFERENCIA:			

Hora de Término:

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



2. ANEXO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA Y SISTEMAS DE GENERACIÓN TÉRMICA

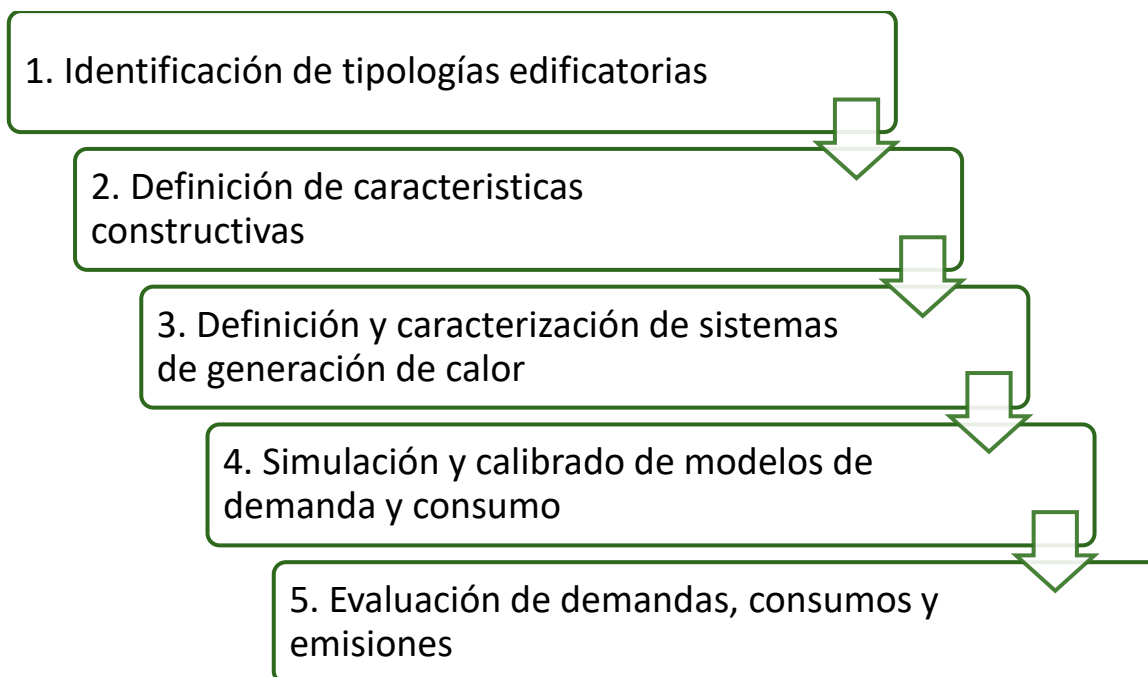
2.1. METODOLOGÍA

El objetivo de este capítulo es definir y caracterizar las tipologías edificatorias incluidas dentro del ámbito del estudio, para poder evaluar posteriormente la demanda y el consumo de energía, las emisiones contaminantes y el gasto en insumos energéticos de cada manzana analizada mediante una asignación individualizada de estas tipologías.

Se trata de una caracterización teórica de unas tipologías teóricas concebidas para contemplar tanto los perfiles de demanda (con resolución horaria) como su totalidad (la integral anual) así como los dispositivos y combustibles utilizados para cubrir dicha demanda.

Para ello se ha procedido como sigue:

Ilustración 39. Esquema de Metodología para la Caracterización de la Demanda Energética





2.2. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE TIPOLOGÍAS EDIFICATORIAS

2.2.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la definición de las tipologías edificatorias de la comuna de Coyhaique se ha trabajado principalmente con tres fuentes de datos de información:

- a) **CENSO 2017** con información de viviendas agrupadas por manzana
- b) **BBDD del SII 2018** con información de edificaciones por predio
- c) **Encuesta a Viviendas** realizada específicamente por el consultor para el proyecto

La Tabla 4 presenta un resumen de la información disponible por cada fuente de información, en donde se aprecia que ninguna de las fuentes en si misma es capaz de entregar toda la información necesaria para la caracterización. En este sentido, esta metodología muestra a partir de qué fuente se tomó qué dato y también muestra las diferentes validaciones que se realizaron para que las definiciones finales adoptadas fueran consistentes y válidas para la realización del estudio.

Tabla 4. Fuentes de Información para Identificación de Tipologías.

FUENTE DE INFORMACIÓN	CENSO 2017	SII 2018	ENCUESTAS
Información de Viviendas	Sí	Sí	Sí
Información de Otros Tipos de Edificaciones	No	Sí	No
Agrupación de Información	Por manzana	Por vivienda	Estadísticamente por vivienda
Identificación de tipo de viviendas (casas, edif., etc)	Sí	No	Sí
Superficie construida	No	Sí	No
Años Construcción de Edificio	No	Sí	No
Materialidad de Muros	Sí	Sí	Sí
Materialidad de Techumbre y Piso	Sí	No	No
Número de habitantes por vivienda	Suma total por manzana	No	Estadísticamente por vivienda
Información de aislamiento térmico	No	No, pero deducible según año de construcción	Sí, pero no georreferenciada
Información georreferenciada	Sí	Sí	No

De la Tabla 4 se pueden rescatar las siguientes conclusiones iniciales:



1. El CENSO solo entrega información agregada por manzana y solo de Viviendas. Además, especifica información de tipos de viviendas (si son casas o edificios), de materialidad constructiva específica y de número de habitantes por manzana.
2. El SII entrega información detallada por predio (es decir, por edificio), además de por manzana, y no solo de viviendas, sino de todo tipo de usos edificatorios. Además, entrega información de m² de superficie construida, año de construcción y materialidad constructiva general que se debe asociar solo a muros. No entrega información de habitantes, ni de tipo de viviendas (edificio o casa), ni de materialidad constructiva de techumbre y piso.
3. La encuesta nos ha permitido rescatar información relevante asociada a las viviendas que nos permiten validar la información de las bases de datos del CENSO y del SII, sin embargo, no posee información georreferenciada, así que se usará en esta parte del estudio principalmente como elemento de validación y ajuste de datos globales para la definición de las tipologías edificatorias.

2.2.1.1. INFORMACIÓN DEL CENSO 2018

El CENSO nos entrega una base de datos que contempla la siguiente información:

- Código de manzanas;
- **Viviendas** por manzana;
- **Personas** por manzana;
- **Edad y sexo**: número de personas por manzana según rango de edades y sexo;
- **Estado de viviendas**: viviendas por manzana que se encuentran en estado aceptable, recuperable e irrecuperable.
- **Estructura edificatoria**: número de viviendas por manzana que se identifican por diferentes tipos. El CENSO identifica los siguientes 7 casos:
 - P01_1: Casa unifamiliar
 - P01_2: Departamento en edificio
 - P01_3: Vivienda tradicional indígena
 - P01_4: Pieza en casa antigua o conventillo
 - P01_5: Mediagua, mejora, rancho o choza
 - P01_6: Móvil (carpa, casa rodante o similar)
 - P01_7: Otro tipo de vivienda particular
- **Material en paredes**: número de viviendas por manzana que utilizan diferentes tipos de materiales en paredes. El CENSO identifica 6 tipologías:
 - P03A_1: materialidad en las paredes de hormigón armada.
 - P03A_2: materialidad en las paredes con albañilería (cemento, piedra, ladrillo).



- P03A_3: materialidad en paredes con tabique forrado por ambas caras (madera o acero).
- P03A_4: materialidad en las paredes con tabique sin forro exterior (madera u otro).
- P03A_5: materialidad en las paredes de adobe, barro, quincha, pirca u otro artesanal tradicional.
- P03A_6: materialidad en las paredes con materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.).
- **Material en techumbre:** número de viviendas por manzana que utilizan diferentes tipos de materiales en techumbre. El CENSO identifica 7 tipologías:
 - P03B_1: materialidad en la cubierta del techo con tejas o tejuelas de arcilla, metálicas, de cemento, de madera, asfálticas o plásticas.
 - P03B_2: materialidad en la cubierta del techo de losa hormigón.
 - P03B_3: materialidad en la cubierta del techo de planchas metálicas de zinc, cobre, etc. o fibrocemento (tipo pizarreño).
 - P03B_4: materialidad en la cubierta del techo de fonolita o plancha de fieltro embreado.
 - P03B_5: materialidad en la cubierta del techo de paja, coirón, totora o caña.
 - P03B_6: materialidad en la cubierta del techo de materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.).
 - P03B_7: materialidad en la cubierta del techo sin cubierta sólida del techo.
- **Material en pisos:** número de viviendas por manzana que utilizan diferentes tipos de materiales en pisos. El CENSO identifica 5 tipologías:
 - P03C_1: materialidad en el piso de parquet, piso flotante, cerámico, madera, alfombra, flexit, cubrepiso u otro similar; sobre radier o vigas de madera.
 - P03C_2: materialidad en el piso de radier sin revestimiento.
 - P03C_3: materialidad en el piso de baldosa de cemento.
 - P03C_4: materialidad en el piso de capa de cemento sobre tierra.
 - P03C_5: materialidad en el piso de tierra.

La información reportada a partir del censo realizado el 2017, utiliza como unidad de medida el número de viviendas que cumplen con una condición particular por manzana, es decir, indica el número de viviendas que corresponden a casas y a edificios, cuántas viviendas se encuentran en un estado aceptable, cuántas en estado recuperable y cuántas otras se encuentran en un estado irrecuperable; también indica el número de viviendas que utilizan un material específico de pared, piso y techumbre; sin embargo, dicha información no relaciona los distintos parámetros que se muestran. Por ejemplo, no detalla el número de viviendas en edificios que se encuentran en un estado aceptable o recuperable, ni tampoco indica cuál es la proporción de este tipo de viviendas



que utiliza hormigón armado en sus muros o material de albañilería. Tampoco señala la combinatoria de viviendas con un respectivo material de muros y otro respectivo material de techumbre o piso.

Por otra parte, la base de datos no entrega información específica de aislamiento térmico de las viviendas, ni superficie construida, ni año constructivo de cada vivienda que permita caracterizar de mejor forma el parque edificatorio de Coyhaique.

2.2.1.2. INFORMACIÓN DEL SII 2018

El SII nos entrega una base de datos que contempla la siguiente información:

- Código de manzanas (diferente a la del CENSO);
- Código de predio;
- Número correlativo de línea de construcción (asimilable a un edificio específico)
- **Materialidad** por línea de construcción (edificio);
 - Se presenta una lista de 26 códigos de materialidad.
- **Calidad** por línea de construcción (edificio);
 - Códigos de 1 a 5: de mala a buena calidad
- **Año de construcción** por línea de construcción (edificio);
- **Superficie Construida** por línea de construcción (edificio);
- **Destino o uso** por línea de construcción (edificio);
 - Se presenta una lista de 20 códigos de destino o usos de las edificaciones.

Esta base de datos entrega información bastante más detallada que la del CENSO, permite identificar y caracterizar edificio por edificio y no solo viviendas, además de permitir rescatar información relevante como su año de construcción, materialidad general, superficie construida y los diferentes usos de cada edificación. Por el contrario, no entrega información de número de habitantes por edificio, ni la tipología de edificación (unifamiliar y/o edificio), ni tampoco información constructiva de techumbres ni pisos.

En términos de materialidad las bases de datos del SII identifican los siguientes códigos.

Tabla 5. Códigos de Materialidad y simplificación efectuada

Códigos SII	Descripción Materialidad	Materialidad Simplificada 1	Materialidad Simplificada 2
GA	Acero	Tabique Acero	Tabiquería
GB	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
GC	Albañilería	Albañilería	Albañilería
GE	Madera	Tabique Madera	Tabiquería
GL	Madera Laminada	Tabique Madera	Tabiquería
GF	Adobe	Adobe	Albañilería



OA	Acero	Tabique Acero	Tabiquería
OB	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
OE	Madera	Tabique Madera	Tabiquería
SA	Silo de Acero	Descartar *	Descartar *
SB	Silo de Hormigón Armado	Descartar *	Descartar *
EA	Estanque de Acero	Descartar *	Descartar *
EB	Estanque de Hormigón Armado	Descartar *	Descartar *
M	Marquesina	Descartar *	Descartar *
P	Pavimento	Descartar *	Descartar *
Q	Piscina	Descartar *	Descartar *
TA	Techumbre Apoyada de Acero	Descartar *	Descartar *
TE	Techumbre Apoyada de Madera	Descartar *	Descartar *
TL	Techumbre Apoyada de Madera Laminada	Descartar *	Descartar *
A	Acero	Tabique Acero	Tabiquería
B	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
C	Albañilería	Albañilería	Albañilería
E	Madera	Tabique Madera	Tabiquería
F	Adobe	Adobe	Albañilería
G	Perfiles Metálicos	Tabique Acero	Tabiquería
K	Estructura con elementos prefabricados e industrializados	Prefabricado	Tabiquería

Esta tabla de materialidades se ha simplificado a dos bases de tipologías constructivas más simples de acuerdo a la simplificación 1: que incluye Tabique Acero, Tabique Madera, Hormigón Armado, Albañilería, Adobe y Prefabricados. Y una simplificación 2, aún más concisa que incluye solo Tabiquería, Hormigón Armado y Albañilería. Estas simplificaciones se han representado para que sean comparables con las características constructivas del CENSO que contempla menos alternativas de soluciones.

Los valores en rojo se han descartado por corresponder a soluciones específicas que no son aplicables a edificaciones cerradas que vayan a tener demandas de calefacción.

Por otra parte, la Tabla 6 presenta los diferentes destinos o usos de los edificios registrados por el SII.

Tabla 6. Tabla con Códigos de Destino de las Edificaciones (Fuente: SII)



TABLA DESTINOS			
CAMPO	DESCRIPCIÓN	CAMPO	DESCRIPCIÓN
A	Agrícola	M	Minería
B	Agroindustrial	O	Oficina
C	Comercio	P*	Administración Pública y Defensa
D	Deporte y Recreación	Q	Culto
E	Educación y Cultura	S	Salud
F	Forestal	T	Transporte y Telecomunicaciones
G	Hotel, Motel	V	Otros no considerados
H	Habitacional	W	Sitio Eriazo
I	Industria	Y	Gallineros, chancheras y otros
L	Bodega y Almacenaje	Z	Estacionamiento
* Nota: para la serie agrícola el destino P corresponde a Casa Patronal			

De esta tabla, para el presente estudio se ha trabajado principalmente con los destinos:

- C: Comercio
- O: Oficinas
- H: Habitacional

Los restantes usos no se utilizaron a nivel de base de datos ya que se prefirió trabajar con datos específicos de Edificios Singulares, que se describen en otro capítulo.

2.2.1.3. INFORMACIÓN DE LA ENCUESTA DESARROLLADA

La encuesta realizada en Coyhaique, contempla una sección específica con información útil para caracterizar las tipologías de viviendas típicas de la ciudad.

Dentro de la información levantada por la encuesta de utilidad para la identificación de tipologías constructivas se pueden resumir la siguientes:

- **Tipos de viviendas:** casas aisladas, pareadas, casa en fila y departamento;
- **Año de Construcción:** <1976, entre 1977 y 2000, entre 2001 y 2007, posterior a 2008;
- **Metros cuadrados construidos:** Hasta 50 m², entre 51 y 70 m², entre 71 y 85 m², entre 86 y 100 m², más de 100 m²;
- **Materialidad muros exteriores:** albañilería, tabiquería liviana, hormigón armado, bloques de hormigón, otros;
- **Aislación térmica de viviendas:** identificación de aislación en techos, muros y piso;
- **Identificación de intervenciones recientes:** cambios de ventanas, aislación en muros, aislación en techos, sellos, otros;

A diferencia de las fuentes anteriores, la encuesta no contiene una base de datos de trabajo, sino unos resultados que permiten identificar las tipologías generales constructivas y serán utilizadas



principalmente para validar y ajustar la información obtenida de las otras bases de datos de modo que las tipologías finalmente identificadas sean consistentes con la realidad de edificios de la ciudad.

2.2.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

A continuación, se muestran las principales características de las bases de datos consultadas en relación a manzanas, números de edificios y viviendas.

Tabla 7. Características principales de las bases de datos consultadas y número de manzanas y edificaciones

Parámetro	BBDD CENSO	BBDD SII
Comuna	Coyhaique	Coyhaique
Número de manzanas	886	987
Número de viviendas	23.863	23.617
Número de personas por viviendas	57.818	-
Número de oficinas	-	544
Número de comercios	-	1.000

De esta comparativa se observa que el número de manzanas del CENSO y del SII difieren, incluso geoespacialmente, lo que dificulta el trabajo en conjunto con los datos de cada fuente. Sin embargo, al analizar el número de viviendas en ambas bases de datos, se puede apreciar que son bastante coincidentes entre 23.500 y 24.000 viviendas. Así también se puede recopilar información adicional de número de habitantes y número de oficinas y comercios que se pueden rescatar de las diferentes bases de datos, pero que no se pueden comparar entre sí.

2.2.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS

La base de datos del CENSO nos entrega información específica de tipos de viviendas existentes en la ciudad de Coyhaique.

Tabla 8. Tipos de Viviendas en Coyhaique según CENSO 2017

Casas	Deptos	Vivienda Indígena	Pieza	Mediagua	Móvil	Otras	TOTAL
22.727	445	1	100	421	14	155	23.863
95,2%	1,9%	0,0%	0,4%	1,8%	0,1%	0,6%	100,0%



Esta caracterización de tipos de viviendas muestra claramente que la gran mayoría de viviendas de la ciudad corresponden a viviendas unifamiliares, alcanzando un 95,2%, mientras que las viviendas multifamiliares o departamentos abarcan solo un 1,9%.

Esta información es consistente con la encuesta realizada (Ilustración 3) en donde también se definió estadísticamente que solo el 2% de las viviendas de la comuna corresponde a departamentos, mientras un 98% corresponden a casas entre pareadas, aisladas y en fila.

2.2.2.2. DESCRIPCIÓN DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA SEGÚN MATERIALIDAD DE MUROS

Como se señaló anteriormente, las diferentes fuentes de información entregan resultados que en el caso de materialidades de muros si se pueden comparar entre si con el fin de definir de mejor forma cuales deberían ser las tipologías edificatorias a considerar para los análisis futuros.

La base de datos del CENSO entrega, como se señaló en la metodología, 6 diferentes tipologías constructivas para los muros. Los resultados de números de viviendas con sus respectivos porcentajes se resumen en la Tabla 9.

Tabla 9. Tipologías de Muros de Viviendas en Coyhaique según CENSO 2017

H.A.	Albañilería	Tabique forrado	Tabique s/forro	Adobe	Mat. Precario	TOTAL
P03A_1	P03A_2	P03A_3	P03A_4	P03A_5	P03A_6	
1.225	1.538	15.107	1.328	32	200	19.430
6,3%	7,9%	77,8%	6,8%	0,2%	1,0%	100,0%

Se aprecia que la gran mayoría de tipologías de muros corresponden a casas de tabiquería, alcanzando un total de 84,6% entre tabiques forrados y sin forro. La materialidad de Hormigón Armado y Albañilería le siguen en importancia, observándose prácticamente nulos casos de viviendas de adobe y de material precario.

La base del SII entrega una clasificación similar

Tabla 10. Tipologías de Muros en Coyhaique según SII 2018

Materialidad	N° Viviendas	Porcentaje
Tabique Acero	4.452	19%
Tabique Madera	17.390	74%
Hormigón Armado	163	1%
Albañilería	1.556	7%
Adobe	4	0%
Prefabricados	52	0%
TOTAL	23.617	100%



Con el fin de comparar en forma más clara ambas fuentes de datos se decidió simplificar aún más las materialidades de muros a solo tabiquería, hormigón armado y albañilería que, de acuerdo a ambas fuentes de datos, concentran más del 99% de las soluciones constructivas. De este modo, la Tabla 11 presenta esta comparativa, que además reúne el levantamiento de datos de la encuesta realizada en Coyhaique.

Tabla 11. Comparativa de Tipologías de Muros en Coyhaique según Fuentes de datos

Materialidad Comparativa	SII	INE-Censo	Encuesta
Tabiquería	92%	85%	81%
Hormigón Armado	1%	6%	2%
Albañilería	7%	8%	10%
Otros	0%	1%	7%

De esta tabla comparativa, se puede observar que, aunque existen diferencias entre los valores recogidos, en general la proporcionalidad viene marcada por una fuerte predominancia de viviendas de tabiquería liviana, que como se observó anteriormente en su gran mayoría corresponden a tabiquerías de madera. Las diferencias principales se aprecian en las viviendas de Hormigón Armado que el CENSO sobrevalora a diferencia de la encuesta y la base de datos del SII.

Por otra parte, si se contempla que el 2% aproximadamente del parque de viviendas de Coyhaique correspondían a viviendas de tipo departamentos, se podría contemplar que prácticamente la totalidad de viviendas constructivas de hormigón armado puedan corresponder a los edificios de departamentos y, por ende, las tipologías de muros de todo el resto de las viviendas se puedan resumir en solo Tabiquería y Albañilería.

2.2.2.3. DESCRIPCIÓN DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA SEGÚN MATERIALIDAD DE TECHUMBRE

En relación a las materialidades constructivas de techumbres, la única fuente de información que nos entrega esta información corresponde a la base de datos del CENSO. Según ésta, se tienen 7 posibilidades:

1. P03B_1: materialidad en la cubierta del techo con tejas o tejas de arcilla, metálicas, de cemento, de madera, asfálticas o plásticas.
2. P03B_2: materialidad en la cubierta del techo de losa hormigón.
3. P03B_3: materialidad en la cubierta del techo de planchas metálicas de zinc, cobre, etc. o fibrocemento (tipo pizarreño).
4. P03B_4: materialidad en la cubierta del techo de fonolita o plancha de fieltro embreado.
5. P03B_5: materialidad en la cubierta del techo de paja, coirón, totora o caña.



6. P03B_6: materialidad en la cubierta del techo de materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.).
7. P03B_7: materialidad en la cubierta del techo sin cubierta sólida del techo.

La Tabla 12 resume el número de viviendas con cada tipo de materialidad de Techumbre.

Tabla 12. Tipologías de Techumbres de Viviendas en Coyhaique según CENSO 2017

Tejas	Losa Horm.	Plan. Metal.	Fieltro	Adobe	Paja	S/techo sólido	TOTAL
P03B_1	P03B_2	P03B_3	P03B_4	P03B_5	P03B_6	P03B_7	
1.808	75	17.434	14	4	63	1	19.399
9,3%	0,4%	89,9%	0,1%	0,0%	0,3%	0,0%	100,0%

De la tabla anterior, se puede observar que el material más frecuente para techumbres de viviendas es el P03B_3, correspondiente a planchas metálicas, con un 89,9% de ocurrencia seguido por las techumbres de tejas que suman un total de 9,3%. Las restantes soluciones constructivas de techumbre se pueden considerar como despreciables.

En cualquier forma, a pesar de que las tejas si pueden considerarse como una opción secundaria de techumbre en Coyhaique, a modo de simplificación, se ha contemplado que todas las viviendas de Coyhaique considerarán techumbres de plantas metálicas tipo zinc.

2.2.2.4. DESCRIPCIÓN DE TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA SEGÚN MATERIALIDAD DE PISO

En relación a las materialidades constructivas de piso, también la única fuente de información que nos entrega esta información corresponde a la base de datos del CENSO. Según ésta, se tienen 5 opciones:

1. P03C_1: materialidad en el piso de parquet, piso flotante, cerámico, madera, alfombra, flexit, cubrepiso u otro similar; sobre radier o vigas de madera.
2. P03C_2: materialidad en el piso de radier sin revestimiento.
3. P03C_3: materialidad en el piso de baldosa de cemento.
4. P03C_4: materialidad en el piso de capa de cemento sobre tierra.
5. P03C_5: materialidad en el piso de tierra.

La Tabla 13 resume el número de viviendas con cada tipo de materialidad de Piso.



Tabla 13. Tipologías de Pisos de Viviendas en Coyhaique según CENSO 2017

Madera	Radier	Baldosa Cemento	Cemento sobre Tierra	Tierra	TOTAL
P03C_1	P03C_2	P03C_3	P03C_4	P03C_5	
17.394	411	1.366	196	20	19.387
89,7%	2,1%	7,0%	1,0%	0,1%	100,0%

Se puede observar que el material más frecuente encontrado en viviendas como material de piso es el de madera, con un 89,7% de ocurrencia seguido por las baldosas de cemento con un 7,0%. Las restantes soluciones constructivas de techumbre se pueden considerar como despreciables.

En forma similar a lo ya señalado para las techumbres, se ha optado por simplificar las tipologías de viviendas en cuanto a su materialidad de suelo y por ende, se ha contemplado que todo el parque edificatorio de viviendas contemple pisos de madera sobre radier como solución constructiva de piso.

2.2.2.5. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS VIVIENDAS

Ni la base de datos del SII ni la del CENSO entrega información directa sobre el número de viviendas que consideran aislamiento térmico en su envolvente. Por este motivo, la encuesta realizada consideró esta pregunta con el fin de tener información sobre esta variable que es relevante de cara al análisis de las tipologías de viviendas de la ciudad, en especial en una ciudad con altos requerimientos de calefacción como ocurre en Coyhaique.

Tabla 14. Número de viviendas con aislación térmica por tipo de envolvente según Encuesta realizada en Coyhaique

Aislación Viviendas	N° Viviendas Aisladas
Techumbre	77%
Muros	74%
Piso	74%

De acuerdo a la Tabla 14 se observa que un gran número de encuestados asegura que su vivienda si tiene aislamiento térmico en prácticamente toda su envolvente, incluido el piso.

Esta información recopilada, aunque responde a las respuestas a una encuesta, difieren de otros estudios que se han realizado del parque de viviendas de Coyhaique. En este sentido, se ha preferido deducir el uso de aislamiento térmico a partir del año de construcción de las viviendas en base a la entrada en vigencia de la reglamentación térmica vigente en Chile, que se materializó en dos etapas. En primer lugar, se define que las viviendas construidas hasta el año 1999 no contemplan aislamiento térmico, ya que hasta esa fecha no existía obligación del uso de estos materiales. Posterior al año



2000, entra en vigencia la primera etapa de la Reglamentación Térmica que obligaba el uso de aislamiento térmico solo en techumbres, esto hasta el año 2007. Entonces a partir de 2008 y hasta la fecha entra en vigencia la Reglamentación Térmica que obliga aislar térmicamente no solo las techumbres sino también muros y pisos ventilados.

En consideración a que la base de datos del SII contempla el año de construcción de las viviendas se rescata esta información que se resume en la

Tabla 15. Número de viviendas construidas por tramos de años de Reglamentación Térmica

	Número de Viviendas	Porcentaje
Viviendas construidas hasta 1999	13.441	57%
Viviendas construidas entre 2000 y 2007	5.447	23%
Viviendas construidas posterior a 2007	4.729	20%

Con esta información se puede inferir entonces que aproximadamente el 57% de las viviendas en Coyhaique no contempla aislación térmica en ninguna parte de su envolvente, mientras un 23% contempla aislamiento solo en su techumbre, mientras solo un 20% contempla aislamiento térmico en muros, techo y pisos ventilados.

Esta situación difiere considerablemente de la información recopilada por las encuestas y no contempla la casuística de todos los reacondicionamientos térmicos que se puedan haber efectuado en los últimos años en las viviendas, ni tampoco la posibilidad de que los propietarios y/o desarrolladores inmobiliarios hayan querido ir más allá de la reglamentación vigente.

En este sentido, se ha considerado definir un caso adicional de vivienda que contemple aislamiento parcial (sin dar cumplimiento a la reglamentación térmica), pero aislando tanto techumbre como muros, pero en un espesor menor a lo definido por la reglamentación térmica.

Es así como finalmente se considerarán 4 condiciones de aislamiento térmico para las viviendas Coyhaique.

2.2.3. DEFINICIÓN DE VIVIENDAS TIPO

En base al análisis resumido de los últimos subcapítulos se puede recapitular y definir las diferentes tipologías de vivienda a contemplar en el análisis de las demandas de calefacción de Coyhaique.

Es así como se pueden identificar dos viviendas tipo en función de la materialidad en su estructura:

1. **Casa tipo 1:** vivienda particular con muros de tabiquería de madera, techumbre de planchas metálicas (zinc) y piso de madera.



2. **Casa tipo 2:** vivienda particular con muros de albañilería, techumbre de planchas metálicas (zinc) y piso de madera.

Sin embargo, en base a las diferentes condiciones de aislamiento térmico de las viviendas, se definen finalmente 8 tipologías constructivas de viviendas para la ciudad de Coyhaique:

1. Casa de tabiquería sin aislación
2. Casa de tabiquería con aislación solo en techumbre según reglamentación térmica (RT)
3. Casa de tabiquería con aislación en muros y techumbre según RT
4. Casa de tabiquería con aislación básica (50 mm) en muros y techumbre
5. Casa de albañilería sin aislación
6. Casa de albañilería con aislación solo en techumbre según reglamentación térmica (RT)
7. Casa de albañilería con aislación en muros y techumbre según RT
8. Casa de albañilería con aislación básica (50 mm) en muros y techumbre

2.2.4. DEFINICIÓN DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA OFICINAS Y COMERCIO

En base a la información factible de analizar de la base de datos del SII, se puede levantar un universo considerable de edificios de oficinas y de comercio para la ciudad de Coyhaique, los cuales además se pueden estudiar en base a su materialidad constructiva principal de muros también rescatada de la misma base de datos. Esta información se puede resumir en las siguientes tablas.

Tabla 16. Tipologías de Muros de Oficinas y Comercio en Coyhaique según SII 2018

Materialidad	Comercio	Oficinas
Tabique Acero	12%	13%
Tabique Madera	63%	58%
Hormigón Armado	3%	8%
Albañilería	22%	21%
Adobe	0%	0%
Prefabricados	0%	0%
TOTAL	100%	100%

Tabla 17. Tipologías Simplificadas de Muros de Oficinas y Comercio en Coyhaique según SII 2018

Materialidad Simplificada	Comercio	Oficinas
Tabiquería	75%	71%
Hormigón Armado	3%	8%
Albañilería	22%	21%
	100%	100%



En base a esta caracterización, se puede observar que la gran mayoría de edificios tanto de comercio como de oficinas contemplan soluciones constructivas de tabiquería liviana, de forma similar a lo visto en viviendas. Así también, al igual que para viviendas, en segundo lugar, se observa a la albañilería como la siguiente solución constructiva de mayor uso en la edificación de comercios y oficinas.

2.3. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS GENERACIÓN DE CALOR

2.3.1. PLANTEAMIENTO

Para evaluar tanto el consumo de energía como la generación de contaminantes ambientales, es necesario caracterizar los sistemas de generación de calor, tanto para calefacción como para ACS y sus características y combustibles asociados. Para ello se ha trabajado en base a bibliografía existente, especialmente con las tres fuentes siguientes, recogidas en la bibliografía del proyecto.

1. Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera (CDT, 2015).
2. Evaluación Independiente del Programa de Reacondicionamiento Térmico. (Fissore, 2013).
3. Análisis de Emisiones Atmosféricas en Coyhaique (EnviroModeling Ltda, 2009).

En base a estos trabajos se ha desarrollado una propuesta de asignación de sistemas de generación y combustibles asociados por tipologías edificatorias, de las que se derivan consumos de energía y emisiones. Los mismos datos se han usado para evaluar la factura energética de las distintas tipologías.

2.3.2. CARACTERIZACIÓN EQUIPOS A LEÑA

Con el objetivo de calcular los consumos energéticos para cada vivienda en la ciudad de Coyhaique y la cantidad de emisiones que generan estas, se requiere caracterizar los equipos a leña utilizados.

El estudio de la CDT contempla 6 tipologías de artefactos de uso de leña, cuya distribución de utilización para la XI Región es la que se recoge en la tabla siguiente:

Tabla 18. Porcentaje de utilización de artefactos de calefacción para el sector residencial, según estudio CDT

Artefactos	% Utilización
Cámara doble	35,8 %



Artefactos	% Utilización
Cocina a leña	38,3 %
Salamandra	1,3 %
Cámara simple	23,7 %
Equipo hechizo	0,0 %
Chimenea	0,6 %
Caldera a Leña	0,3 %

En base a estas tipologías, se ha simplificado la distribución seleccionando cuatro tipologías de artefactos que cubren un 98% de las mismas, agrupando rendimientos similares, de la siguiente forma:

Tabla 19. Porcentaje de utilización de artefactos de calefacción agrupados y rendimientos asociados

Artefactos	% Utilización	Rendimiento ¹
Cámara doble	35,8 %	70%
Cocina a leña o Salamandra	38,3 %	50%
Cámara simple	23,7 %	60%

2.3.3. COMPARATIVA ENTRE ESTUDIOS DE CONSUMO DE LEÑA

A pesar de que el estudio de la CDT da una estructura coherente y un marco de definición y reparto de tecnologías y consumos, es necesario validar si sus valores absolutos son coherentes con otras fuentes.

Para ello se han analizado y cruzado el trabajo de la CDT, con aquellos asociados al PDA y al estudio del programa de reacondicionamiento térmico de viviendas, para definir una referencia central.

El trabajo de la CDT separa para la zona sur el consumo de leña por estrato socioeconómico según:

¹ Aproximación a criterio del consultor en base a distintas fuentes: "Usos finales y curva de oferta de conservación de la energía en el sector de residencial de Chile. CDT 2010", "Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera. CDT 2015" y "Evaluación Independiente del Programa de Reacondicionamiento Térmico Soluciones Energéticas, 2013"



Tabla 20. Consumo promedio de leña y energía en hogares del sector residencial por área geográfica y grupo socioeconómico.

Grupo	Consumo de leña por vivienda [m³/año]	Consumo de leña total [m³/año]
D-E	8	3.587.446
C3	6,8	5.136.014
C2	10,2	1.373.840
C1	9,6	875.103
Urbano	7,6	7.496.914
Rural	7,6	3.475.489
Total	7,6	10.972.403

El promedio ponderado de los distintos grupos arroja un consumo de 7,6m³/viviendas anuales, para la zona sur, correspondientes a entre 11.369 y 14.461KWh/vivienda anual. De este mismo estudio, en la Región de Aysén se tiene un consumo de 17,5 m³/viviendas anuales, lo que en términos energéticos varía entre 19.513 y 25.647 KWh/vivienda anual.

Del PDA podemos tomar lo valores promedio de consumo de leña para el sector residencial de Coyhaique, que, cómo vemos a continuación, corresponde en promedio a 19 m³ por vivienda.

Tabla 21. Cantidad de viviendas, porcentaje de viviendas que consumen leña y consumo promedio de leña por vivienda. Fuente: Decreto 46 “Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para la Ciudad de Coyhaique y su Zona Circundante” (Ministerio del Medio Ambiente), 2016.

Comuna	N° Viviendas tipo casa	Viviendas que consumen leña	Consumo por vivienda [m³/año]
Coyhaique	18.658	94%	19,0

Del trabajo de evaluación del reacondicionamiento, podemos obtener los consumos netos de energía de las viviendas. Se muestra en la siguiente tabla el caso de la vivienda tipo de 51m², tomada para este estudio como referencia por el gran conocimiento que hay de su comportamiento energético.

Tabla 22. Consumo promedio para la región de Aysén. Fuente: Programa de reacondicionamiento térmico (Fissore, 2013).

Consigna	2011	2012	% Reducción del consumo
Consumo Encuestas [kWh/año]	24.770	17.558	29%
Consumo Teórico [kWh/año]	22.784	16.100	29%
Consumo Ideal [kWh/año]	29.361	22.190	24%
T interior [°C]	17,31	17,30	



Si se toman los distintos datos extraídos de estos estudios y se transforman todos a volumen de leña y consumo energético, mediante los PCI y densidades establecidos en las hipótesis, se tiene la siguiente comparación

Tabla 23. Comparación del consumo de leña por vivienda y consumo energético por vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Estudio	Consumo de leña por vivienda [m³/año]	Consumo energético por vivienda [kWh/año]
CDT	17,5	19.513
PDA	19,0	22.190
Fissore		

Finalmente se ha optado por utilizar el consumo propuesto en el estudio de CDT por ser el que presenta una metodología más detallada y con mayor número de datos y mediciones, dado que el estudio realizado por Adelqui Fissore solo muestra datos para la zona sur en conjunto y no para la región o ciudad en específico.

Una vez definidas las tipologías y asignados los sistemas de generación, se puede observar el efecto de este calibrado en el consumo de leña y la consistencia del conjunto de hipótesis. Para validarlas de forma integrada las distintas hipótesis utilizadas, se ha calculado el consumo de leña y la factura correspondiente, por cada tipología.

Así, tal como se puede observar, los consumos oscilan entre los 10 y los 15 m³, mientras que la factura lo hace entre los 270.000CLP y los 405.000CLP. Según las personas conocedoras de la realidad de las comunas objeto del estudio, estos valores son razonables, tanto en volumen como en costo. Además, el volumen es consistente con los tres estudios de consumo de leña de referencia.

Tabla 24. Indicadores integrados para la validación del modelo con los datos socialmente conocidos

Tipología	Demanda (kWh/a)	Consumo de Leña (m3 anuales)	Factura anual (CLP)
UNI-T-A0	12.109	15,78	\$ 406.015
UNI-T-AT	10.041	13,08	\$ 336.675
UNI-T-AMT	8.356	10,89	\$ 280.177
UNI-A-A0	11.740	15,30	\$ 393.642
UNI-A-AT	9.726	12,67	\$ 326.113
UNI-A-AMT	8.027	10,46	\$ 269.145
UNI-T-AL	10.112	13,18	\$ 339.055
UNI-A-AL	9.078	11,83	\$ 304.385



2.3.4. ASIGNACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN Y FUENTES POR TIPOLOGÍAS

2.3.4.1. PLANTEAMIENTO

Se ha procedido a asignar tipologías de sistemas de generación de calor y combustibles a las distintas tipologías edificatorias tanto de vivienda como singulares.

Hay que tener presente que el objeto principal de esta asignación es la evaluación de contaminantes, dado que, en general, la aproximación a los consumos se hace desde las demandas, por lo que la resolución se ha focalizado en el uso de leña, simplificando el uso de otros combustibles, por su relativamente bajo impacto.

2.3.4.2. RESIDENCIAL VIVIENDAS INDIVIDUALES

Se supondrá que el 100% de la zona residencial utiliza leña para la calefacción, con una asignación de equipos que dependerá del tipo de vivienda y estatus socioeconómico.

Se ha procedido a asignar cada equipo a cada tipología edificatoria de las contempladas en el censo, asignando los dispositivos de mejor rendimiento a las viviendas de mayor calidad constructiva, respetando los porcentajes de distribución total de tecnologías en base a su representatividad. A falta de datos que establezcan una correlación entre estas características, se ha establecido esta asignación por una asociación con el poder adquisitivo de las familias, asumiendo que éste tiene un efecto similar en la capacidad de mejorar los materiales constructivos, de comprar mejores equipos de combustión y acceder a leña de mejor calidad. Así se ha hecho una asignación del tipo de leña siguiendo la misma lógica. Partiendo de la distribución total de leña seca y húmeda, se ha asignado la leña seca por orden a las viviendas de mejor calidad y secuencialmente a las de menor calidad, de forma que la leña seca se concentre en las viviendas de mayor calidad constructiva y mejores rendimientos de dispositivos.

Así, para comprender mejor la asignación de las distribuciones, se consideran que las tipologías Uni-T-AMT, Uni-T-AL y Uni-T-AT consumen 100% de leña seca y que representando esta un 42% de las viviendas, el 10% de consumo de leña seca restante, hasta el 9% pasa a la tipología Uni-T-A0, la cual consumirá, consecuentemente, un 91% de leña húmeda, y que representa un 52% de las viviendas. Esta misma lógica distribución se aplica al tipo de artefacto.

Todo lo anterior se concreta en las tipologías de consumo recogidas en la siguiente tabla, que aplica los parámetros y distribuciones del estudio de uso de leña y los distribuye sobre la representatividad tipológica derivada del estudio estadístico hecho en el marco de este trabajo.



Tabla 25. Hipótesis de asignación de artefactos y tipos de leña por tipologías edificatorias

Tipología Edificatoria	Representatividad Tipología	% uso de artefacto en tipología	Tipo de artefacto	Uso de tipo de leña en tipología	Tipo de Leña	Eficiencia
Uni-T-AMT	19,653%	100%	Cámara doble	100%	Seca	70%
Uni-T-AL	0,339%	100%	Cámara doble	100%	Seca	70%
Uni-T-AT	22,544%	80,0%	Cámara doble	100%	Seca	70%
		20,0%	Salamandra	100%	Seca	50%
Uni-T-A0	51,609%	95%	Salamandra	9%	Seca	50%
		5%	Cámara Simple	91%	Húmeda	70%
Uni-A-AMT	0,464%	100%	Cámara Simple	100%	Húmeda	70%
Uni-A-AL	0,017%	100%	Cámara Simple	100%	Húmeda	70%
Uni-A-AT	0,855%	100,0%	Cámara Simple	100%	Húmeda	70%
Uni-A-A0	4,519%	100%	Cámara Simple	100%	Húmeda	70%

2.3.4.3. RESIDENCIAL EDIFICIOS

En base a lo comprendido en las entrevistas con actores, se ha concluido que el uso de gas licuado para calefacción es muy menor para la ciudad de Coyhaique, por lo que se ha optado por establecer la parafina como combustible de calefacción en todos los edificios de viviendas.

2.3.4.4. INDUSTRIAL

El sector industrial considerado para la ciudad de Coyhaique contempla la inclusión de una sola edificación, la cual según las bases de datos establecidas contempla un 100% de leña como calefacción.

2.3.4.5. COMERCIAL

En base a lo comprendido en las entrevistas con actores, se establece una amplia utilización de diésel como combustible en el sector comercial, por lo que se supondrá que el 100% de los recintos comerciales utiliza este combustible para calefaccionar.

2.3.4.6. ESTABLECIMIENTOS DE USO PÚBLICO

En base a lo comprendido en las entrevistas con actores, se supondrá que el 100% de los edificios administrativos utilizan petróleo como combustible para calefaccionar.



En el caso de hospitales, colegios, edificios públicos y centros deportivos se supondrá que el 100% de estas utiliza leña para calefaccionar el recinto. Se hace esta hipótesis en base a las encuestas y bases de datos manejadas.

2.3.4.7. HOTELES Y RESTAURANTES

En base a lo comprendido en las entrevistas con actores, se establece una amplia utilización de diésel como combustible en el sector hotelero, por lo que se supondrá que el 100% de los recintos comerciales utiliza este combustible para calefaccionar.

2.3.5. GENERACIÓN DE ACS

La generación de Agua Caliente Sanitaria se ha supuesto que se genera mediante calderas o calefones de GLP en todos los casos, por considerarse este el estándar en la zona, según el consultor local.

2.3.6. RENDIMIENTOS Y EMISIONES

A efectos de cálculo de rendimientos y emisiones, todo lo anterior se concreta según se recoge simplificada en las tablas siguientes, donde las eficiencias son las eficiencias ponderadas de los dispositivos y participaciones en cada una de las tipologías edificatorias.

Tabla 26. Eficiencias y combustibles por tipologías de edificio y uso

Tipología	Eficiencia	Leña seca	Leña Húmeda	Parafina
Uni-T-AMT	70%	100%	0%	0%
Uni-T-AL	70%	100%	0%	0%
Uni-T-AT	60%	100%	0%	0%
Uni-T-AO	70%	9%	91%	0%
Uni-A-AMT	70%	100%	0%	0%
Uni-A-AL	70%	100%	0%	0%
Uni-A-AT	50%	0%	100%	0%
Uni-A-AO	50%	0%	100%	0%
Departamento	100%	0%	0%	100%
ACS y calefacción con GLP	75%			

Con respecto al cálculo de emisiones asociadas a los equipos se han utilizado los siguientes factores de paso:

Tabla 27. Factores de emisión local de MP10 por tipo de dispositivo y leña en gMP10/kWh neto de leña Fuente: Elaboración propia en base a Informe elaborado por SICAM Ingeniería el año 2014.

Dispositivo	Seca	Húmeda
-------------	------	--------



Cocina	1,86	4,38
Combustión Lenta ST	1,54	3,72
Combustión Lenta CT	1,29	3,47
Salamandra	3,15	8,98
Chimenea	2,50	8,98
Certificado	0,62	3,47
Nueva Tecnología	0,52	1,73

Los factores de emisión expuestos fueron obtenidos del informe desarrollado de SICAM Ingeniería el año 2014 en unidades de g MP10/kg neto de leña, sin embargo, para hacer uso de esta fuente se requiere que la unidad esté en kg/kWh dado que luego estos factores de emisión se deben ponderar con el consumo de las edificaciones.

Luego para obtener los factores de emisión relativos a MP2,5 se consideró que esté contaminante corresponde a un 93,1% de MP10, lo cual se expone en la Tabla 28 y que también es una consideración del estudio desarrollado por SICAM Ingeniería.

Tabla 28. Factores de emisión local de MP2,5 por tipo de dispositivo y leña en gMP2,5/kWh neto de leña Fuente: Programas sobre medio ambiente- Elaboración propia.

Dispositivo	Seca	Húmeda
Cocina	1,73	4,08
Combustión Lenta ST	1,43	3,46
Combustión Lenta CT	1,20	3,23
Salamandra	2,93	8,36
Chimenea	2,33	8,36
Certificado	0,58	3,23
Nueva Tecnología	0,48	1,61

Ahora, para otros tipos de combustibles los factores de emisión se obtuvieron en base a las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero cuadro 1,2, cuadro 2,2 y balance nacional de energía, lo cual se resume en la Tabla 29.

Tabla 29. Factores de emisión local de contaminantes por fuente de energía en g/kWh. Fuente: Elaboración propia

Fuentes	MP10	MP2,5	CO ₂
Gas Licuado	0,528	0,370	227,160
Gas Natural	0,016	0,011	201,960
Diesel Nº2	0,008	0,005	0,000
Parafina	0,011	0,002	257,400



Dando lugar a los siguientes niveles de emisiones específicas por tipologías, resultado de aplicar los factores de emisión anteriores con los rendimientos de los dispositivos y el tipo de combustible para cada caso.

Tabla 30. Emisiones por tipologías de edificio y uso [g/kWh demanda]

Tipología	MP10	MP2,5	CO2
Uni-T-AMT	2,19	2,04	0,00
Uni-T-AL	2,19	2,04	0,00
Uni-T-AT	2,77	2,58	0,00
Uni-T-A0	2,23	2,08	0,00
Uni-A-AMT	12,83	11,94	0,00
Uni-A-AL	12,83	11,94	0,00
Uni-A-AT	7,43	6,92	0,00
Uni-A-A0	7,43	6,92	0,00
Departamento	0,01	0,00	257,40
ACS y calefacción con GLP	0,70	0,49	302,88

La aplicación de la metodología descrita tomando los datos disponibles de tipos de leña y artefactos, arroja unos resultados de emisiones mucho más bajos que los recogidos en el PDA. Un análisis detallado de esta desviación ha permitido observar que parte de ella es debido a la demanda energética calculada para la ciudad, que es un 33% menor en el caso de este estudio respecto a lo implícito en el PDA, mientras que la mayor parte es asociada a una diferencia importante de hipótesis en el tipo de leña y calidad de combustión entre el PDA, lo que lleva finalmente a que el PDA contemple un factor de emisión global de 0,132 kgMP10/kWh de demanda energética (es decir, con el rendimiento energético incluido), mientras que el de este estudio es de 0,003 kgMP10/kWh de demanda energética, lo que supone un ratio de 4,51.

Dado que el objetivo del trabajo es evaluar el impacto dentro del marco del PDA y con los indicadores del PDA, se ha optado por hacer un ajuste de los factores de emisión a la escala de PDA aplicando el ratio calculado, para incorporar de forma implícita y, sobre todo, en los resultados globales, sus hipótesis y valores globales.

2.4. MODELADO Y SIMULACIÓN DE DEMANDAS DE TIPOLOGÍAS EDIFICATORIAS

El presente capítulo presenta la metodología, hipótesis y resultados de las simulaciones energéticas realizadas con el fin de determinar las demandas térmicas de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria (en adelante, ACS) para las diferentes tipologías de edificaciones presentes en la ciudad de Coyhaique.

2.4.1. SIMULACIONES ENERGÉTICAS PARA CALEFACCIÓN

Cada una de las tipologías analizadas y descritas en el capítulo 3.2 fueron simuladas en el software DesignBuilder v5.5 que permite modelar las diferentes tipologías edificatorias insertas en las condiciones climáticas propias de la ciudad en estudio.

El software permite modelar geométricamente cualquier tipología edificatoria y asignar las características técnicas de cualquier solución constructiva a sus propiedades de modo de cuantificar su desempeño energético en forma dinámica para las variaciones horarias de las condiciones climáticas en donde se simule el edificio. El motor de cálculo que utiliza el software es el de ENERGYPLUS, el cual es hoy en día uno de los referentes en el mundo para la simulación energética de edificios. En la Ilustración 40, se observa el entorno de simulación de DesignBuilder, a modo de ejemplificación.

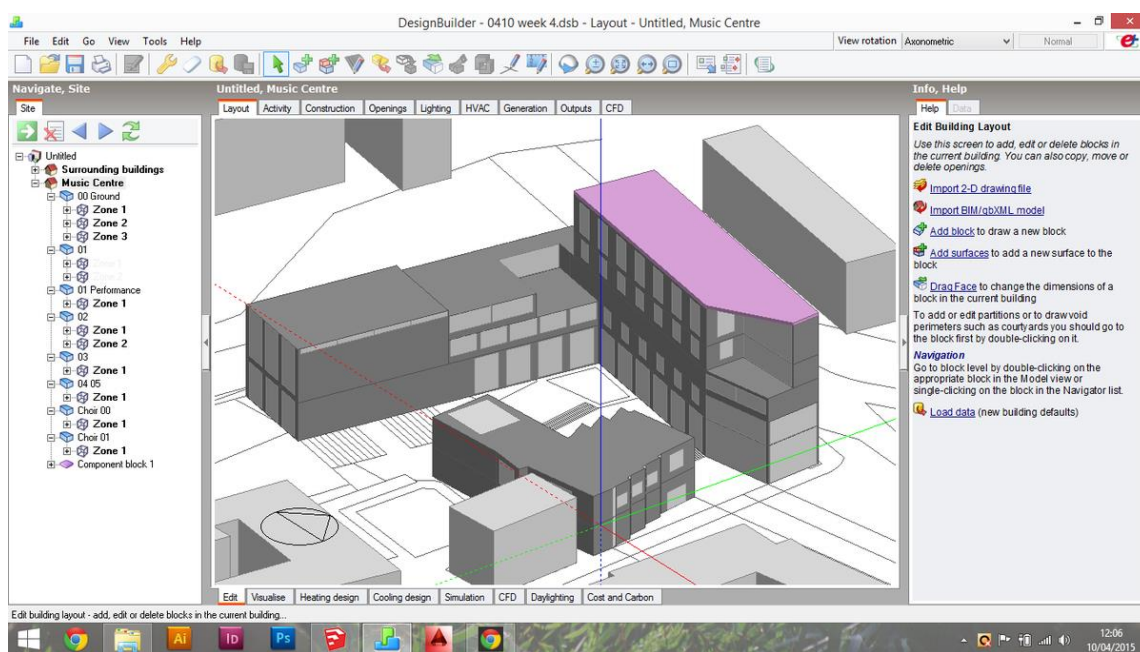


Ilustración 40. Entorno Simulación DesignBuilder



2.4.2. ARCHIVO CLIMÁTICO

Para la simulación del clima de la ciudad de Coyhaique, se consideró la base de datos de Meteonorm, el cual proporciona datos climáticos precisos para cualquier lugar en el planeta. El archivo con la data de la ciudad en estudio se importa al entorno de DesignBuilder, de forma de generar una librería con datos climáticos horarios, que permitan modelar el comportamiento de la localidad en donde se simulan los edificios. En la Ilustración 41 se muestran las características generales del archivo climático generado para la ciudad de Coyhaique.

Hourly weather		»
Data Report (Not Editable)		»
General		
CHL_COYHAIQUE_IWEC		
Source	MN7	
Country	CHILE	
Filename	-_COYHAIQUE-TENIENTE V_	
Details		
Latitude (°)	-45.58	
Longitude (°)	-72.03	
WMO station identifier	858640	
ASHRAE climate zone	4B	
Summer		
Summer start month	Dec	
Summer end month	Feb	
Extreme hot week, starting	Jan 27	
Typical hot week, starting	Jan 6	
Cooling degree-days (Base 10°C) (Degree days)	1054	
Winter		
Winter start month	Jun	
Winter end month	Aug	
Extreme cold week, starting	Jul 13	
Typical cold week, starting	Aug 10	
Heating degree-days (Base 18°C) (Degree days)	2586	

Ilustración 41. Características Generales de Archivo Climático utilizado para las simulaciones

2.4.3. TIPOLOGÍAS SIMULADAS

El estudio contempló la revisión de las siguientes tipologías edificatorias, derivadas del análisis descrito en el capítulo 3.2.

1. Viviendas Unifamiliares



2. Viviendas Multifamiliares
3. Hospitales / Clínicas
4. Centros de Salud / Consultorios / CESFAM
5. Escuelas
6. Hoteles / Hostales
7. Edificios Administrativos / Públicos / de Oficinas
8. Edificios de uso Comercial
9. Centros Deportivos

2.4.3.1. VIVIENDAS UNIFAMILIARES

De acuerdo al análisis de las características constructivas del catastro para generación de tipologías edificatorias analizado en el capítulo 3.2, se determinó que existen principalmente 8 tipologías de viviendas unifamiliares presentes en la ciudad de Coyhaique. Estas tipologías se clasifican en los dos tipos de casas:

1. **Casa tipo 1:** vivienda particular con muros de tabiquería de madera, techumbre de planchas metálicas (zinc) y piso de madera.
2. **Casa tipo 2:** vivienda particular con muros de albañilería, techumbre de planchas metálicas (zinc) y piso de madera.

Cada una con los distintos niveles de aislación, dando pie a las siguientes 8 tipologías simuladas:

1. **UNI-T-A0:** Casa de tabiquería sin aislación
2. **UNI-T-AT:** Casa de tabiquería con aislación solo en techumbre según reglamentación térmica (RT)
3. **UNI-T-AMT:** Casa de tabiquería con aislación en muros y techumbre según RT
4. **UNI-T-AL:** Casa de tabiquería con aislación liviana en muros y techumbre
5. **UNI-A-A0:** Casa de albañilería sin aislación
6. **UNI-A-AT:** Casa de albañilería con aislación solo en techumbre según reglamentación térmica (RT)
7. **UNI-A-AMT:** Casa de albañilería con aislación en muros y techumbre según RT
8. **UNI-A-AL:** Casa de albañilería con liviana en muros y techumbre

Para las simulaciones de estas viviendas tipo se han contemplado las soluciones constructivas descritas en las tablas a continuación.



Tabla 31. Características Soluciones Constructivas de Techos para las Simulaciones de Viviendas

CASO BASE	Solución	U (W/m ² .K)	Imagen Solución Constructiva
Techumbre Sin Aislación	Estructura techumbre con cielo de yeso cartón 15 mm + Chapa de Zinc de 3mm	2,63	Outer surface 3.00mm Zinc(not to scale) 50.00mm Air gap >=25mm 15.00mm Plasterboard Inner surface
Techumbre Con Aislación	Estructura techumbre con cielo de yeso cartón 15 mm + Lana de vidrio ² de 127 mm y densidad 25 kg/m ³ + Chapa de Zinc de 3mm	0,25	Outer surface 3.00mm Zinc(not to scale) 30.00mm Air gap >=25mm 127.00mm Glass fibre/wool fibre slab 15.00mm Plasterboard Inner surface

² Se ha optado por una techumbre con aislamiento térmico que permita dar cumplimiento a la reglamentación térmica vigente desde el año 2000. Además, este tipo de techumbre es la observada y cuantificada por el estudio de Adelqui Fissore (2013) "Evaluación Independiente del Programa de Reacondicionamiento Térmico. Informe Final", utilizado como referencia para calibrar las simulaciones realizadas.



Tabla 32. Características Soluciones Constructivas de Piso para las Simulaciones de Viviendas

CASO BASE	Solución	U (W/m ² .K)	Imagen Solución Constructiva
Suelo	Losa de Hormigón Armado Aislada	2,47	



Tabla 33. Características Soluciones Constructivas de Muros para las Simulaciones de Viviendas

CASO BASE	Solución	U (W/m ² .K)	Imagen Solución Constructiva
Muro Albañilería Sin Aislación	Albañilería de ladrillo de 143 mm estucado en ambas caras con mortero de 25 mm de espesor por cara. Sin Aislación.	2,283	
Muro Albañilería Con Aislación	Albañilería de ladrillo de 143 mm estucado en ambas caras con mortero de 25 mm de espesor por cara. Con 50 mm de espesor de Poliestireno Expandido	0,59	



Muro
Albañilería con
aislación
liviana

Albañilería de
ladrillo de 143
mm estucado
en ambas caras
con mortero de
25 mm de
espesor por
cara. Con 10
mm de espesor
de Poliestireno
Expandido

1,45



Muro
Tabiquería sin
aislación

Tabiquería
liviana con
estructura de
madera de 50
mm de espesor,
cubierta con
una cara
exterior de
fibrocemento
de 8 mm de
espesor y una
cara interior de
yeso-cartón de
15 mm. Sin
aislación.

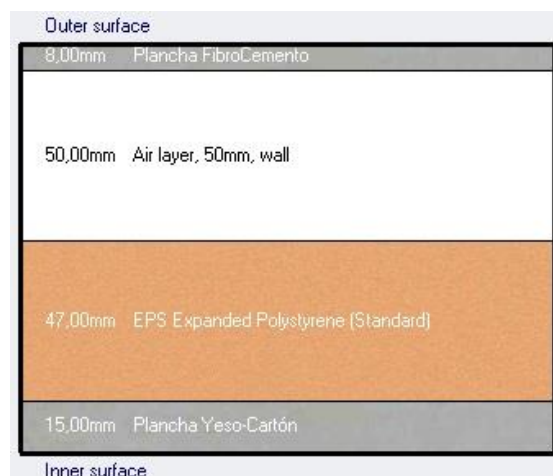
1,99



Muro
Tabiquería sin
aislación

Tabiquería
liviana con
estructura de
madera de 50
mm de espesor,
cubierta con
una cara
exterior de
fibrocemento
de 8 mm de
espesor y una
cara interior de
yeso-cartón de
15 mm + 47 mm
de Poliestireno
expandido como
aislación

0,60





Muro	Tabiquería liviana con estructura de madera de 50 mm de espesor, cubierta con una cara exterior de fibrocemento de 8 mm de espesor y una cara interior de yeso-cartón de 15 mm + 2,5 mm de Poliestireno expandido como aislación	1,77
------	--	------

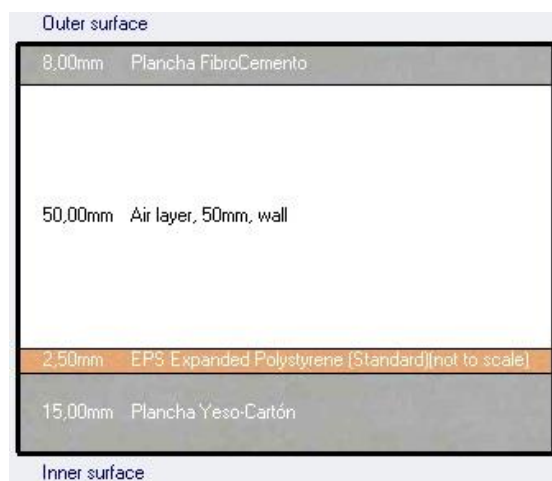


Tabla 34. Características de Ventanas para Simulación de Viviendas

Descripción Ventanas	U (W/m ² .K)	SHGC	Trans. Visual	% Ventana/ Muro
Vidrio monolítico de 3mm y marco aluminio simple	5,8	0,87	0,8	12%

NOTA: Se contempló un % de Ventana de 12% que corresponde al máximo exigido por la OGUC para la zona térmica en donde se emplazan la ciudad en estudio.

Otras hipótesis para las simulaciones:

- Se contempló una vivienda rectangular de 7,14 m de ancho (superficie interior) y altura 2,4 m. De este modo, la vivienda totaliza una superficie útil de 51 m² en 2 dormitorios. Esta superficie se especificó de este modo con el fin de calibrar el modelo con las encuestas realizadas en el marco del Estudio de Adelqui Fissore (2013)³ dentro del Programa de Reacondicionamiento Térmico impulsado por el MINVU a nivel nacional.
- Cargas Internas se han considerado las señaladas en el Manual de Calificación Energética de Viviendas:
 - De acuerdo a la NCh 3309 se define que hay un usuario más que dormitorios. En este caso se consideró una casa de 2 dormitorios con 3 habitantes.

³ Fissore y Colonelli 2013, Evaluación Independiente del Programa de Reacondicionamiento Térmico. Informe Final.



- Usuarios generan: 98,4 [W] entre 7 y 21 hrs; y 82,0 [W] entre 22 y 06 hrs.
- Iluminación se fijó en 1,5 W/m² para todo horario en que radiación interior sea menor que 250 Lux.
- No se consideran otras cargas internas en las viviendas.
- El Perfil de Ocupación de las Viviendas, también de acuerdo al Manual de Calificación de Viviendas, se contempló de Lunes a Viernes en base a este perfil horario:

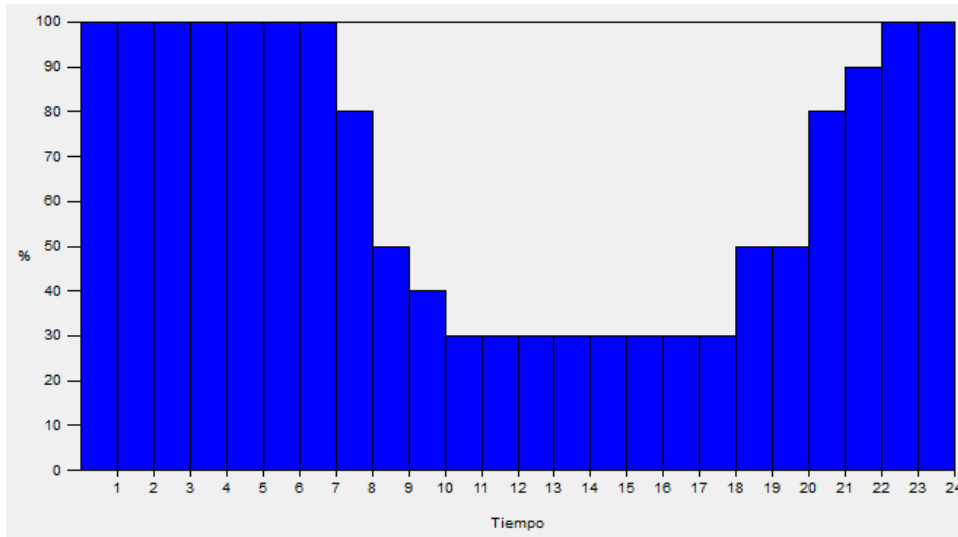


Ilustración 42. Perfil de ocupación de las viviendas, de Lunes a Viernes.

El perfil de Ocupación de las Viviendas para Sábado y Domingo se consideró 100%.

- Ventilación e Infiltraciones: Se contempló la suma de ambos flujos en un total de 13 RAH. Se contempló la suma de ambos flujos en un total de 13 RAH. Este valor correspondiente a la tasa de infiltración se adoptó de acuerdo a la calibración realizada entre los modelos y los consumos, tomando en consideración la información recopilada en la encuesta y el estudio realizado por Adelqui Fissore⁴.

En la Ilustración 43 se muestra una imagen del modelo geométrico utilizado para simular el comportamiento energético de las viviendas unifamiliares.

⁴ Fissore y Colonelli 2013, Evaluación Independiente del Programa de Reacondicionamiento Térmico. Informe Final.

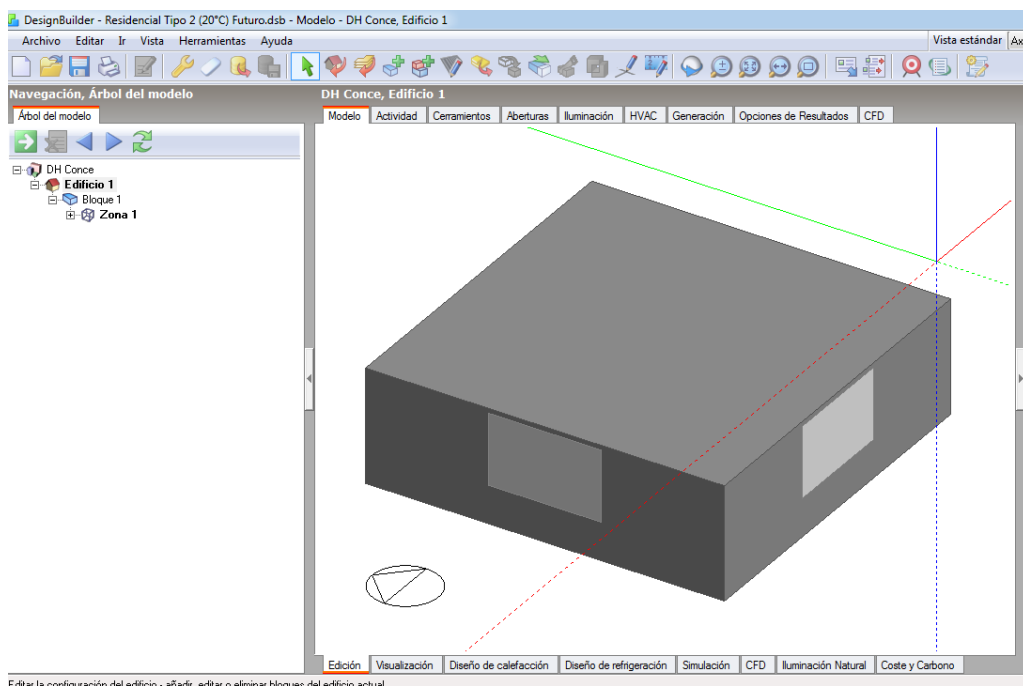


Ilustración 43. Modelo DesignBuilder Vivienda Unifamiliar

Calibración:

La calibración de modelos para estimar las demandas de viviendas residenciales se realizó considerando tanto la encuesta realizada en la localidad como la información extraída del documento de Adelqui Fissori. Dado que la temperatura de consigna utilizada coincide con la utilizada en el estudio, la calibración se realizó mediante el nivel de infiltraciones llegando al nivel mencionado previamente, de 10 RAH.

2.4.3.2. VIVIENDAS MULTIFAMILIARES

De acuerdo al mismo análisis de características constructivas del catastro para generación de tipologías edificatorias analizado previamente, se determinó que las viviendas multifamiliares existentes en Coyhaique se caracterizan por tener muros de hormigón armado principalmente.

Para mantener coherencia con el análisis anterior, se contempló que tanto el piso en contacto con el terreno como la techumbre del último piso tendrían las mismas características constructivas que las de las viviendas unifamiliares. Las losas intermedias si se contemplaron de Hormigón Armado de 150 mm de espesor (sin aislar). De esta forma, se generaron tres tipologías de edificios de viviendas multifamiliares:

1. **MUL-H-A0:** Edificio de muros de hormigón armado, sin aislación



2. **MUL-H-AT:** Edificio de muros de hormigón armado con aislación solo en techumbre según reglamentación térmica (RT)
3. **MUL-H-AMT:** Edificio de muros de hormigón armado con aislación en muros y techumbre según RT

Para las simulaciones de este tipo de vivienda se han contemplado las siguientes soluciones constructivas específicas.

Tabla 35. Características Soluciones Constructivas para Simulación de Viviendas Multifamiliares

CASO BASE	Solución	U (W/m2.K)	Imagen Solución Constructiva
Techumbre sin Aislación	Estructura techumbre con cielo de yeso cartón 10 mm + Chapa de Zinc de 3mm	2,63	
Techumbre Aislada	Estructura techumbre con cielo de yeso cartón 10 mm + Lana de vidrio de 178 mm y densidad 10 kg/m3 + Chapa de Zinc de 3mm	0,38	



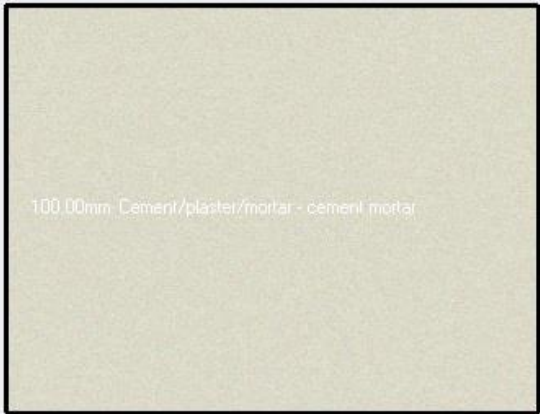
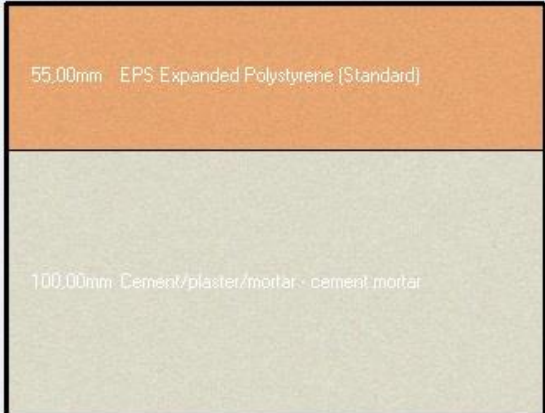
CASO BASE	Solución	U (W/m ² .K)	Imagen Solución Constructiva
Suelo	Losa Hormigón Armado aislada	2,47	Superficie interior  Superficie exterior
Muro Hormigón Sin aislación	Hormigón de 100 mm. Sin Aislación.	3,24	Outer surface  Inner surface
Muro Hormigón Aislado	Hormigón de 100 mm + 55 mm de Poliestireno Expandido	0,59	Outer surface  Inner surface

Tabla 36. Características de Ventanas para Simulación de Viviendas



Descripción Ventanas	U (W/m ² .K)	SHGC	Trans. Visual	% Ventana/ Muro
Vidrio monolítico de 6mm y marco aluminio simple	3,6	0,87	0,8	12%

NOTA: Se contempló un % de Ventana de 12% que corresponde al máximo exigido por la OGUC para la zona térmica en donde se emplazan las comunas en estudio.

Otras hipótesis para las simulaciones:

- Se contempló un block de 10 pisos con 4 viviendas por piso de 51 m² cada una y de 2 dormitorios cada una.
- Se consideraron las mismas Cargas Internas, Perfil de Ocupación y Ventilación e infiltraciones que para el caso de las viviendas unifamiliares.

Modelo DesignBuilder:

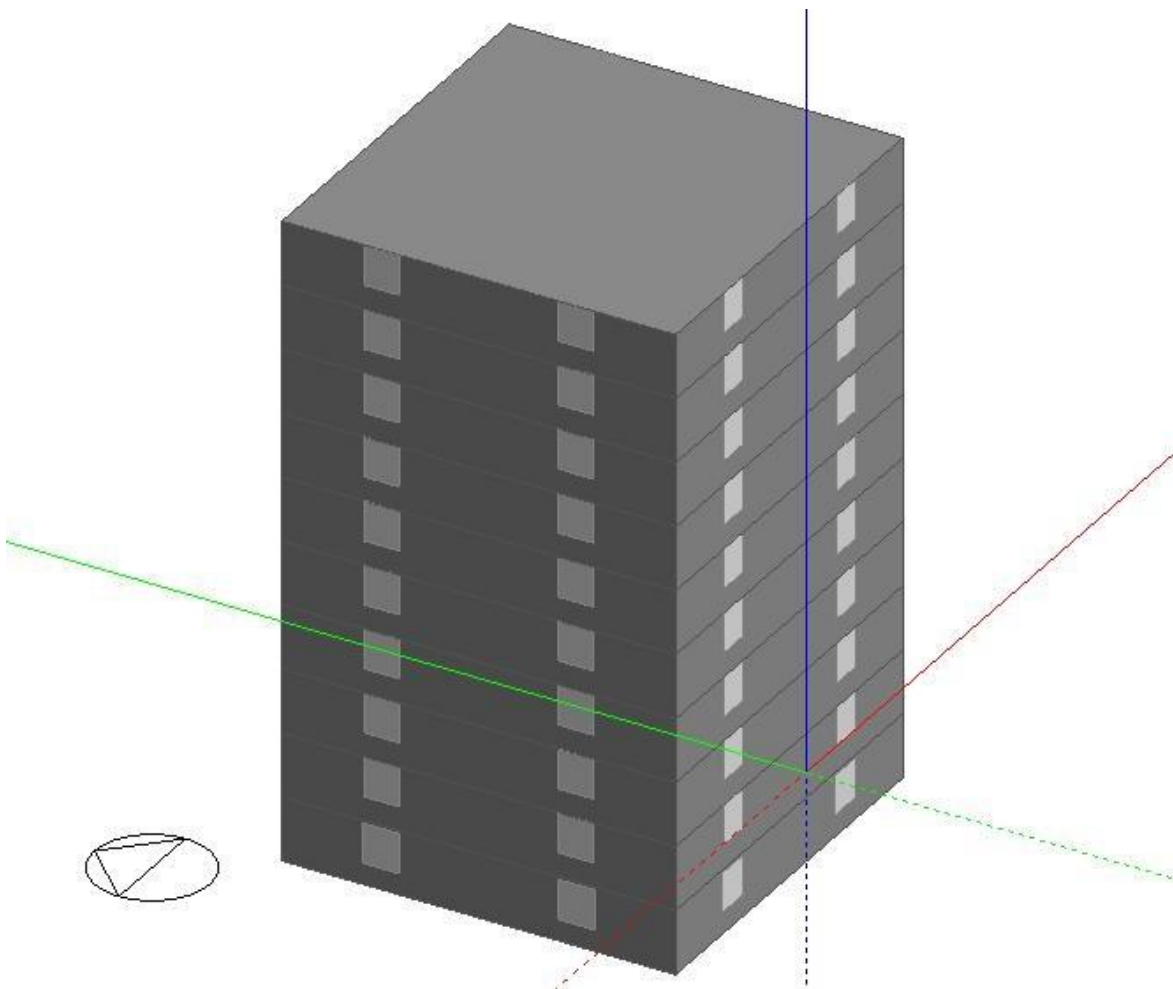




Ilustración 44. Modelo DesignBuilder Vivienda Multifamiliar

El perfil de ocupación de estas edificaciones se supone igual al de las viviendas unifamiliares.

2.4.3.3. COLEGIOS / ESCUELAS

Para la simulación energética de los colegios se contempló un establecimiento de un piso rectangular y con un patio central de tal forma de generar pabellones edificatorios simétricos en torno a este patio central. Esta representación geométrica simplificada se consideró por ser una solución representativa de cualquier tipo de colegio y que no se ve influenciada por orientaciones particulares al ser simétrico. Así también se contempló una construcción de una planta para retratar un caso conservador en cuanto a sus demandas térmicas. La superficie total del este colegio tipo simulado fue de 988,29 m².

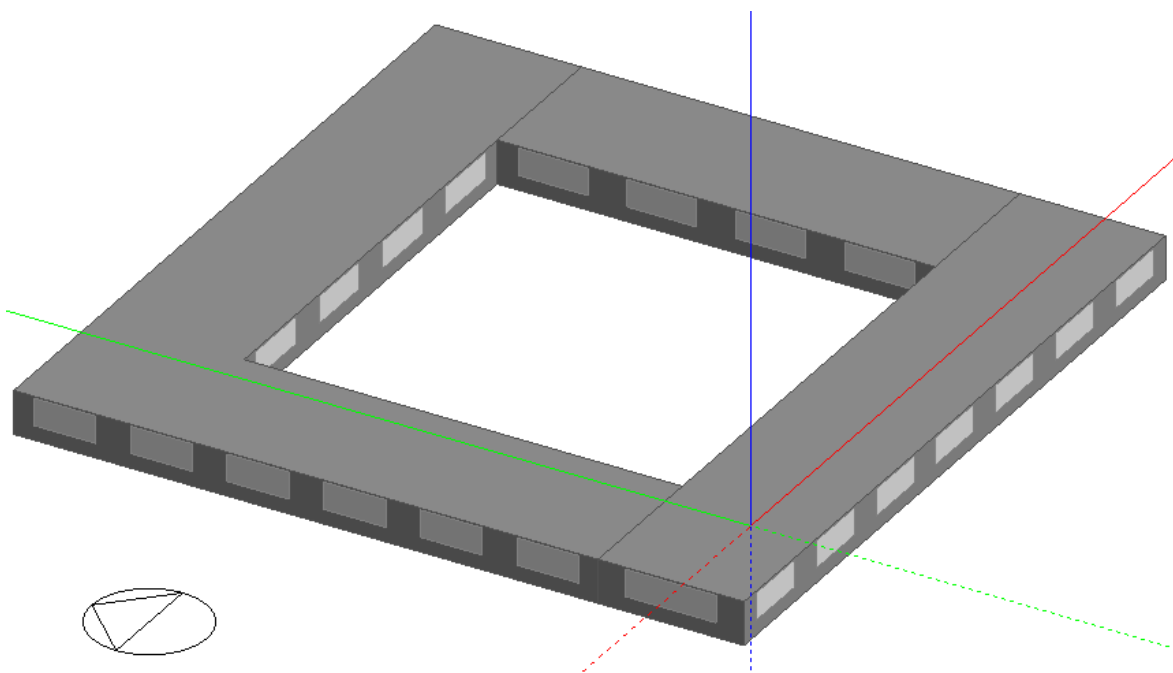


Ilustración 45. Modelo DesignBuilder Colegio

Para las simulaciones de este edificio, y de los siguientes que se analizarán, se ha seguido como referencia las hipótesis contempladas en la Certificación Edificio Sustentable (CES) que es hoy en día el estándar de referencia para la evaluación energética de edificios no residenciales.

Dentro de los parámetros considerados para las simulaciones basados en este estándar se resumen las siguientes:

- Temperatura de Consigna de 20°C



- Tasa de Infiltración: 0,5 RAH en condición normal. Esta tasa se eligió en función de las hipótesis de la Certificación Edificio Sustentable (CES). Se tomó la decisión de considerar este valor a modo de hipótesis primaria para trabajar. Se consideran un poco bajas para las condiciones de la ciudad, pero se estima que el impacto es de subestimación de demanda y tiene un impacto menor en el número final.
- Densidad de ocupación: 0,91 personas/m²
- Transmitancia Térmica: Mínimos exigidos por zona térmica según Requerimiento Obligatorio CES ARQ.Energía 5R (Fuente: Manual CES)⁵.

Transmitancia térmica (U - W/m ² K) para muros y ventanas, y Factor Solar Modificado (FSM) para ventanas de fachadas y cubierta									
Elemento	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	An
U – Cubierta y Piso Ventilado	1,35	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,3	0,5
U – Muro	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
U – ventana y lucernarios	5,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0
FSM - N y NE/NO	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	-	0,75	-	-
FSM – E/O	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	0,6	-	-

Ilustración 46. Transmitancias máximas para muros y ventanas según Manual CES

- Se ha seleccionado la columna SE correspondiente a la zona térmica Sur Extremo, que corresponde a la zona donde se enmarca la ciudad de Coyhaique.
- Factor Solar Ventanas: 0,87 o la siguiente según requerimiento por zona térmica, de acuerdo a la tabla de la Ilustración 47.

Transmitancia térmica (U –Wh/m ² K)	Factor solar de la parte semitransparente (g _⊥)	Transmitancia de luz visible (TLV)
5,7	0,87	87%
3,6	0,77	79%
3	0,77	79%
2,4	0,65	77%

Ilustración 47. Características Técnicas de Ventanas (Fuente: Manual CES, Apéndice 9, página 117).

- Se ha seleccionado la fila con U=3 en consideración de ser éste el valor mínimo exigido por el Manual CES en la zona térmica SL señalada anteriormente.

⁵ Manual de Evaluación y Calificación. Sistema Nacional de Certificación de Calidad Ambiental y Eficiencia Energética para Edificios de Uso Público (CES). Versión Mayo 2014 (pagina 34).



- U piso contacto terreno: 3,85 W/m K, equivalente a radier de H.A.-10cm., calculado según norma ISO 6946:2007.
- Factor Ventana-Muro: 40% de ventana respecto al resto de fachadas opacas
- Albedo de cubierta: Reflectividad de 0.30

En consideración a que el estudio se realiza en una ciudad correspondiente a la zona térmica de Sur Extremo (SE), se han contemplado las siguientes soluciones constructivas para los modelos realizados:

Tabla 37. Características Constructivas para la simulación de un colegio tipo.

CASO BASE	Solución	U (W/m2.K)	Imagen Solución Constructiva
Techumbre	Estructura techumbre con cielo de yeso cartón 15 mm + Lana de vidrio de 105 mm + Capa de Aire de 30 mm + Chapa de Zinc de 3mm	0,30	
Suelo	Losa Hormigón Armado contra terreno	3,853	



CASO BASE	Solución	U (W/m2.K)	Imagen Solución Constructiva
Muros	Albañilería de ladrillo de 116 mm estucado en una cara con mortero de 10 mm de espesor. Sin Aislación.	2,899	Superficie exterior 10,00mm Cement/plaster/mortar - cement mortar 116,00mm Brick Superficie interior

Tabla 38. Características de Ventanas para Simulación de Viviendas

Descripción Ventanas	U (W/m2.K)	SHGC	Trans. Visual	% Ventana/ Muro
Vidrio termo panel	3	0,77	0,79	40%

El Perfil de Ocupación de Colegios, también basado en las recomendaciones de la certificación CES es el siguiente:

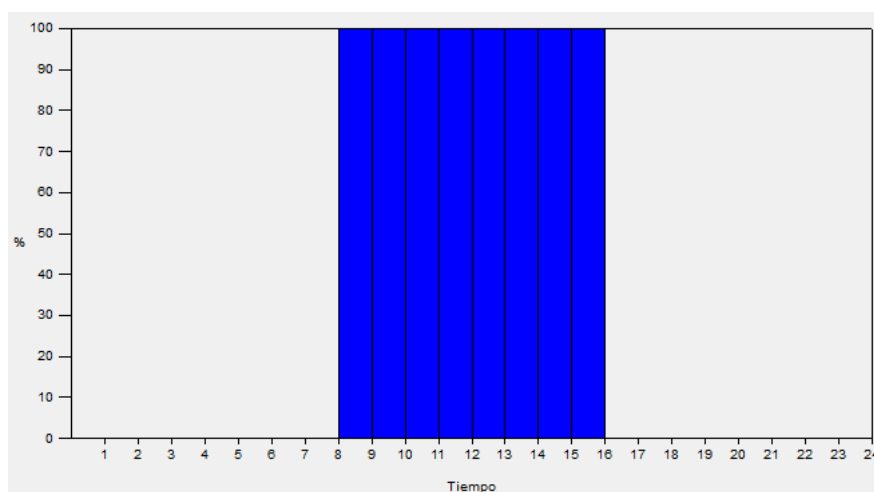


Ilustración 48. Perfil de ocupación de colegios, de Lunes a Viernes.



Este perfil se contempló de lunes a viernes y entre Marzo y Diciembre. En enero y febrero se considerado que no se utiliza el edificio. Hay que recordar que se trata de perfiles teóricos que no pueden ni buscan representar singularidades de edificios concretos.

2.4.3.4. HOSPITALES

Para la simulación energética de los hospitales se contempló un edificio de base similar al de las escuelas, pero de 3 pisos. Esta representación geométrica simplificada se consideró por ser una solución representativa de cualquier tipo de hospital y que no se ve influenciada por orientaciones particulares al ser simétrico. Se contempló una solución de 3 plantas y con un patio central para generar un factor de forma equilibrado y promedio de las diferentes soluciones arquitectónicas posibles de hospitales. La superficie total del este hospital tipo simulado fue de 2.964,87 m².

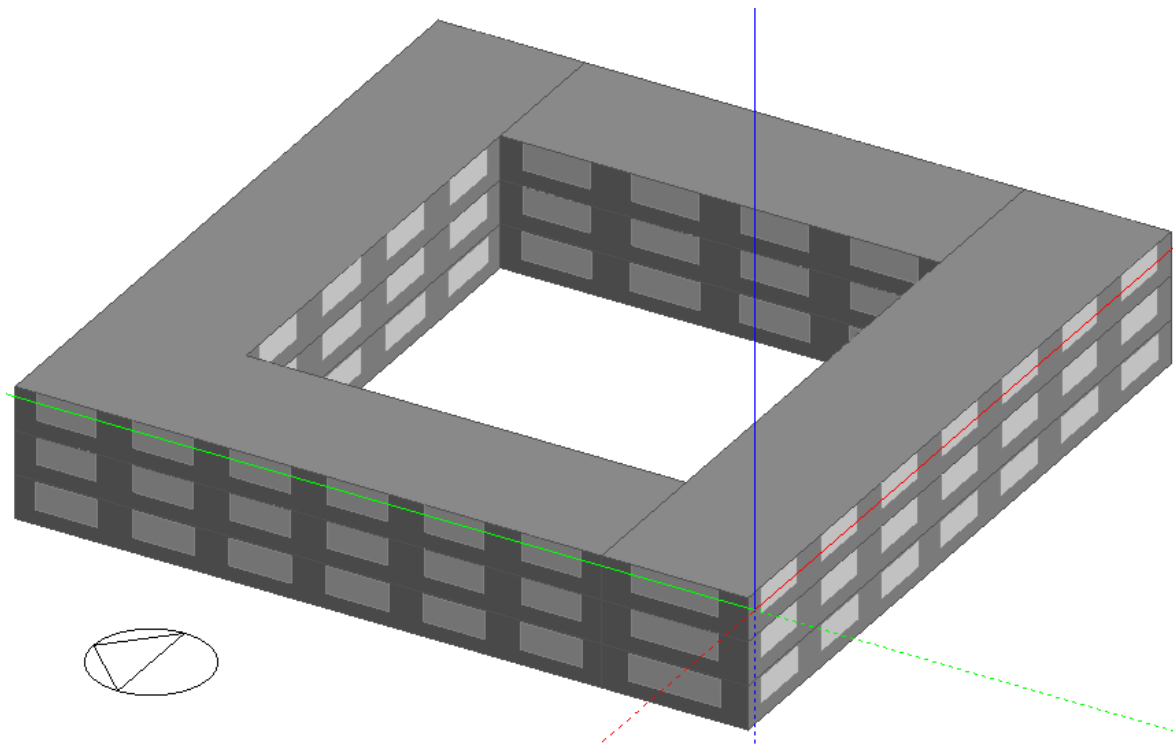


Ilustración 49. Modelo DesignBuilder Hospital

Para las simulaciones de este edificio, al igual que el anterior, se ha seguido como referencia las hipótesis contempladas en la Certificación Edificio Sustentable (CES).

Dentro de los parámetros considerados para las simulaciones basados en este estándar se resumen las siguientes:

- Temperatura de Consigna de 20°C
- Tasa de Infiltración: 0,5 RAH en condición normal
- Densidad de ocupación: 0,17 personas/m²



- Transmitancia Térmica:
 - o Muros: $U = 2,899 \text{ W/m K}$
 - o Techumbre: $U = 0,30 \text{ W/m K}$
 - o Piso: $U = 3,853 \text{ W/m K}$
 - o Ventanas: $U = 3,0 \text{ W/m K}$
- Factor Ventana-Muro: 40% de ventana respecto al resto de fachadas opacas
- Albedo de cubierta: Reflectividad de 0.30

El Perfil de Ocupación de Hospital es de siempre encendido 24/7 todo el año.

2.4.3.5. CONSULTORIOS

Para la simulación energética de los centros de salud de menor tamaño como Consultorios o CESFAM se contempló un edificio rectangular de 50x50 m y de un piso. Se observó que la gran mayoría de estos edificios corresponden a edificios simples de un piso y con superficies de entre 2000 y 3000 m², por este motivo se seleccionó esta geometría que además al ser cuadrada no posee una orientación específica. La superficie total del este Consultorio tipo simulado fue de 2.474,86 m².

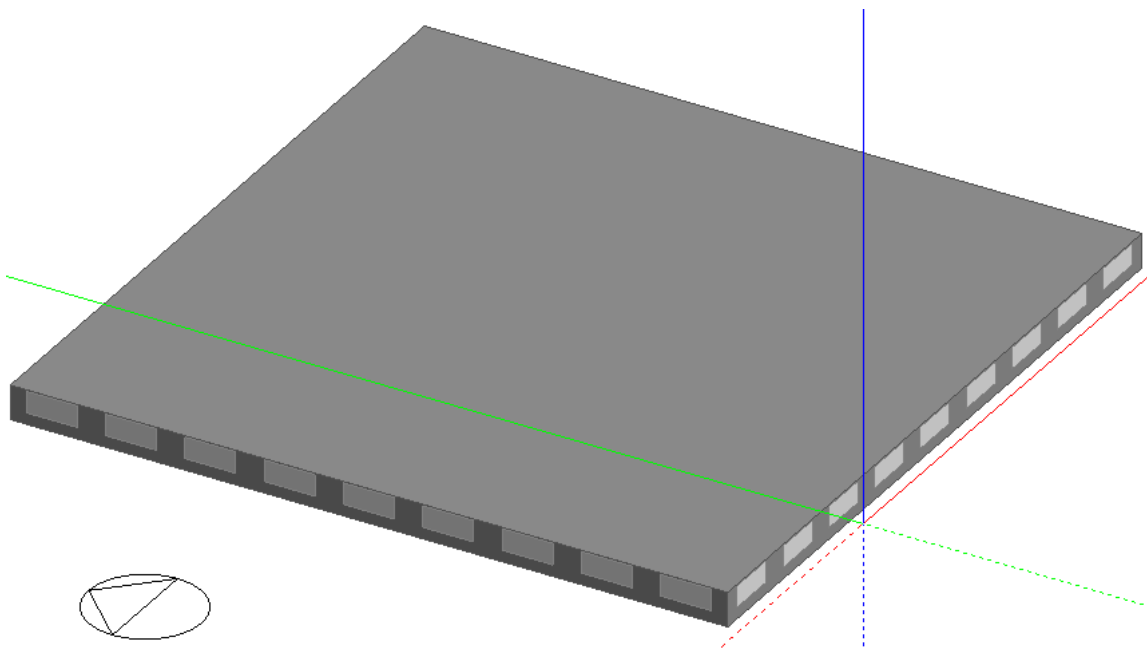


Ilustración 50. Modelo DesignBuilder Consultorio Tipo

Para las simulaciones de este edificio, al igual que los anteriores, se ha seguido como referencia las hipótesis contempladas en la Certificación Edificio Sustentable (CES).

Dentro de los parámetros considerados para las simulaciones basados en este estándar se resumen las siguientes:

- Temperatura de Consigna de 20°C



- Tasa de Infiltración: 0,5 RAH en condición normal
- Densidad de ocupación: 0,17 personas/m²
- Transmitancia Térmica:
 - o Muros: $U = 2,899 \text{ W/m K}$
 - o Techumbre: $U = 0,30 \text{ W/m K}$
 - o Piso: $U = 3,853 \text{ W/m K}$
 - o Ventanas: $U = 3,0 \text{ W/m K}$
- Factor Ventana-Muro: 40% de ventana respecto al resto de fachadas opacas
- Albedo de cubierta: Reflectividad de 0.30

El Perfil de Ocupación de Hospital es de Lunes a Viernes todo el año, con un perfil horario diurno como se aprecia a continuación.

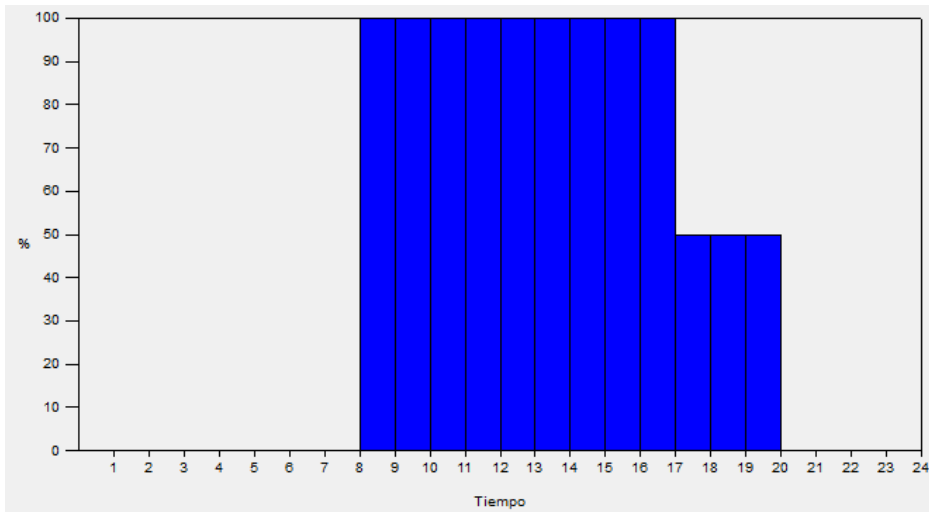


Ilustración 51. Perfil de ocupación de consultorios, de Lunes a Viernes.

2.4.3.6. HOTELES Y HOSTALES

Para la simulación energética de un hotel tipo se contempló un edificio rectangular de 20x20 y de 2 pisos. Se seleccionó esta geometría por ser en primer lugar simétrica en cuanto a sus orientaciones y por ser de tamaño medio a pequeño con el fin de representar a hoteles medianos, pequeños y hostales que son más frecuentes en las comunas en estudio. La superficie total del este hotel tipo simulado fue de 779,70 m².

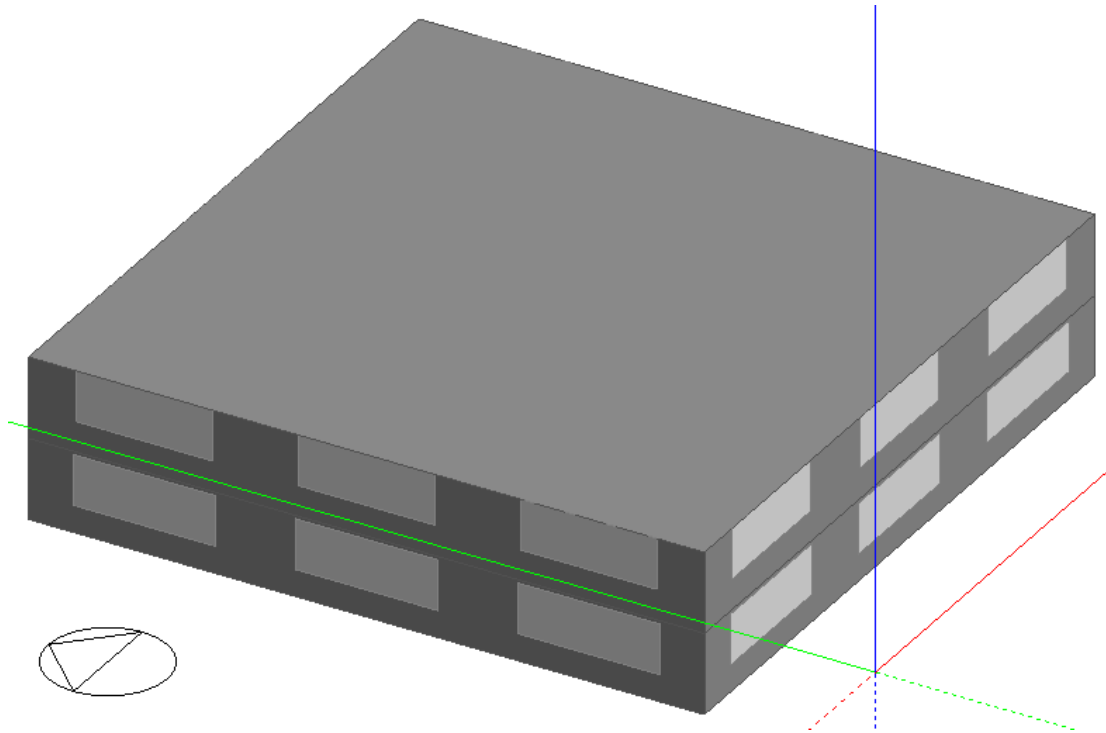


Ilustración 52. Modelo DesignBuilder Hotel

Para las simulaciones de este edificio, al igual que los anteriores, se ha seguido como referencia las hipótesis contempladas en la Certificación Edificio Sustentable (CES).

Dentro de los parámetros considerados para las simulaciones basados en este estándar se resumen las siguientes:

- Temperatura de Consigna de 20°C
- Tasa de Infiltración: 0,5 RAH en condición normal
- Densidad de ocupación: 0,125 personas/m²
- Transmitancia Térmica:
 - o Muros: $U = 2,899 \text{ W/m K}$
 - o Techumbre: $U = 0,30 \text{ W/m K}$
 - o Piso: $U = 3,853 \text{ W/m K}$
 - o Ventanas: $U = 3,0 \text{ W/m K}$
- Factor Ventana-Muro: 40% de ventana respecto al resto de fachadas opacas
- Albedo de cubierta: Reflectividad de 0.30

El Perfil de Ocupación del Hotel tipo es de siempre encendido 24/7 todo el año.



2.4.3.7. EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS, PÚBLICOS Y DE OFICINAS

Para la simulación energética de un edificio de oficinas tipo se contempló un edificio rectangular de 20x20 y de 2 pisos. Se seleccionó esta geometría por ser en primer lugar simétrica en cuanto a sus orientaciones y por ser de tamaño medio a pequeño debido a que, en principio, no se identifican edificios de gran magnitud en la ciudad de Coyhaique destinados a edificios con utilización de oficina. La superficie total del este edificio tipo simulado fue de 779,70 m².

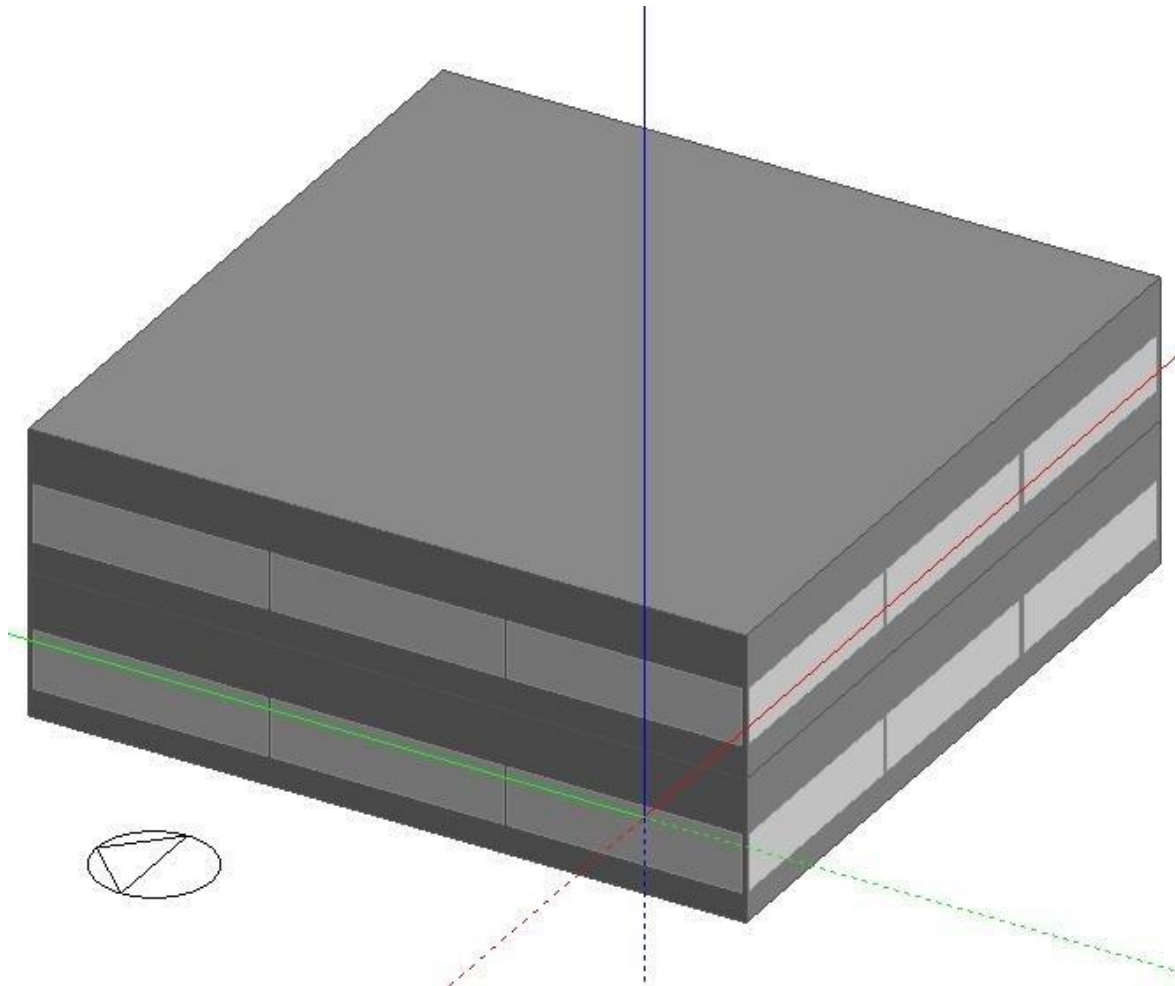


Ilustración 53. Modelo DesignBuilder Edificios Administrativos y Públicos

Para las simulaciones de este edificio, la simulación se realizó de forma distinta a la de los otros edificios dado que, al realizar una revisión exhaustiva de los tipos de edificios con uso no residencial y no comercial, se pudo observar que existía una dispersión en la materialidad, por lo que la suposición de una materialidad con condiciones CES podía no resultar representativa. Así, se generaron tipologías de oficina, algunas con condiciones CES y otras con materialidad sin aislación



en muros, diferenciadas por el año de construcción siguiendo el esquema diferenciador de las viviendas residenciales.

Las tipologías generadas quedan definidas como sigue:

1. **OFI-T-AO:** Edificio de Oficinas de Tabiquería, sin aislación.
2. **OFI-T-CES:** Edificio de Oficinas con muros de Tabiquería, con condiciones de aislación que cumplen con los requisitos de la Certificación de Edificio Sustentable (CES).
3. **OFI-H-AO:** Edificio de Oficinas con muros de Hormigón Armado, sin aislación
4. **OFI-H-CES:** Edificio de Oficinas con muros de Hormigón Armado, con condiciones de aislación que cumplen con los requisitos de la Certificación de Edificio Sustentable (CES).
5. **OFI-A-CES:** Edificio de Oficinas con muros de Albañilería, con condiciones de aislación que cumplen con los requisitos de la Certificación de Edificio Sustentable (CES).

Dentro de los parámetros considerados para las simulaciones basados en este estándar se resumen las siguientes:

- Temperatura de Consigna de 20°C
- Tasa de Infiltración: 0,5 RAH en condición normal
- Densidad de ocupación: 0,125 personas/m²
- Transmitancia Térmica:
 - o Muros: $U = 2,899 \text{ W/m K}$
 - o Techumbre: $U = 0,30 \text{ W/m K}$
 - o Piso: $U = 3,853 \text{ W/m K}$
 - o Ventanas: $U = 3,0 \text{ W/m K}$
- Factor Ventana-Muro: 40% de ventana respecto al resto de fachadas opacas
- Albedo de cubierta: Reflectividad de 0.30

El Perfil de Ocupación de edificios administrativos y públicos queda descrito por el siguiente perfil diario, sin ocupación en fines de semana y válido para todos los meses del año.

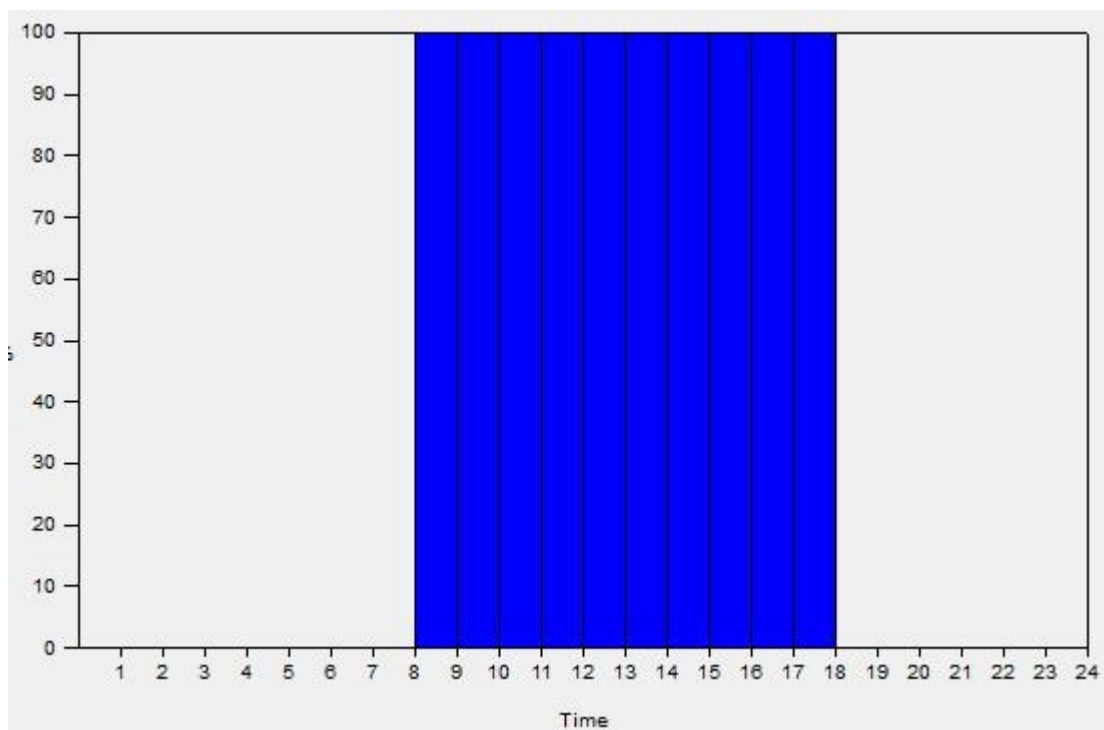


Ilustración 54. Perfil de ocupación de oficinas, de Lunes a Viernes.

2.4.3.8. EDIFICIOS DE COMERCIO

Para la simulación energética de un hotel tipo se contempló un edificio rectangular de un piso. Se seleccionó esta geometría por ser en primer lugar simétrica en cuanto a sus orientaciones y por ser de tamaño medio a pequeño con el fin de representar a edificaciones promedio de utilización de comercio. La superficie total del este edificio tipo simulado fue de 2725,25 m².

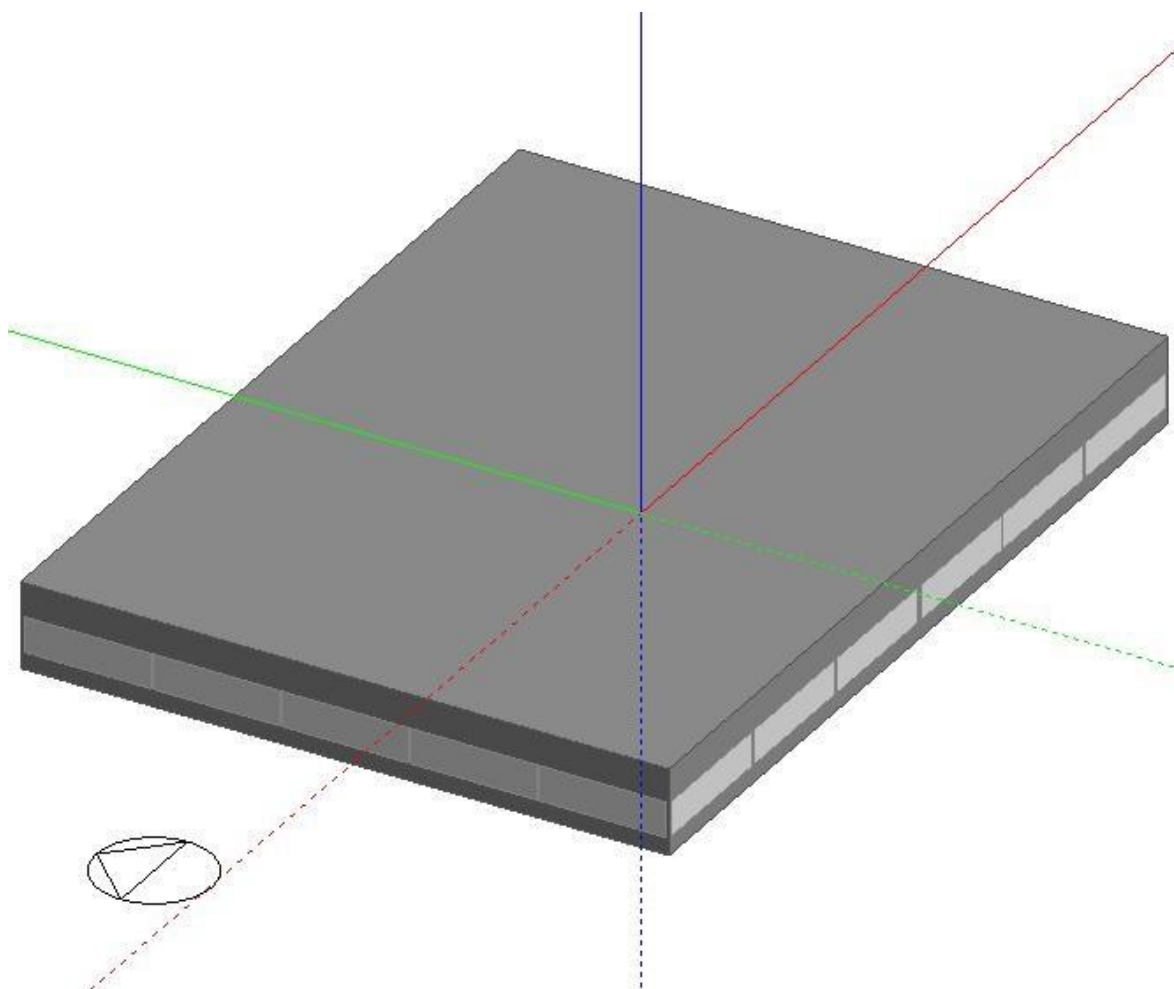


Ilustración 55. Modelo DesignBuilder Edificios Administrativos y Públicos

Para las simulaciones de estos edificios se siguió el mismo esquema que para las edificaciones administrativas, debido a la alta variabilidad de tipo de edificios que se pueden encontrar.

Las tipologías generadas quedan definidas como sigue:

1. **COM-T-A0:** Edificio de uso Comercial de Tabiquería, sin aislación.
2. **COM-T-CES:** Edificio de uso Comercial con muros de Tabiquería, con condiciones de aislación que cumplen con los requisitos de la Certificación de Edificio Sustentable (CES).
3. **COM-H-A0:** Edificio de uso Comercial con muros de Hormigón Armado, sin aislación
4. **COM-H-CES:** Edificio de uso Comercial con muros de Hormigón Armado, con condiciones de aislación que cumplen con los requisitos de la Certificación de Edificio Sustentable (CES).
5. **COM-A-CES:** Edificio de uso Comercial con muros de Albañilería, con condiciones de aislación que cumplen con los requisitos de la Certificación de Edificio Sustentable (CES).



Dentro de los parámetros considerados para las simulaciones basados en este estándar se resumen las siguientes:

- Temperatura de Consigna de 20°C
- Tasa de Infiltración: 0,5 RAH en condición normal
- Densidad de ocupación: 0,125 personas/m²
- Transmitancia Térmica:
 - o Muros: $U = 2,899 \text{ W/m K}$
 - o Techumbre: $U = 0,30 \text{ W/m K}$
 - o Piso: $U = 3,853 \text{ W/m K}$
 - o Ventanas: $U = 3,0 \text{ W/m K}$
- Factor Ventana-Muro: 40% de ventana respecto al resto de fachadas opacas
- Albedo de cubierta: Reflectividad de 0.30

El Perfil de Ocupación de edificios de comercio contempla el siguiente perfil para ocupación diaria, válido de lunes a sábado, todos los meses del año. Se simuló un edificio de comercio sin utilización el día domingo.

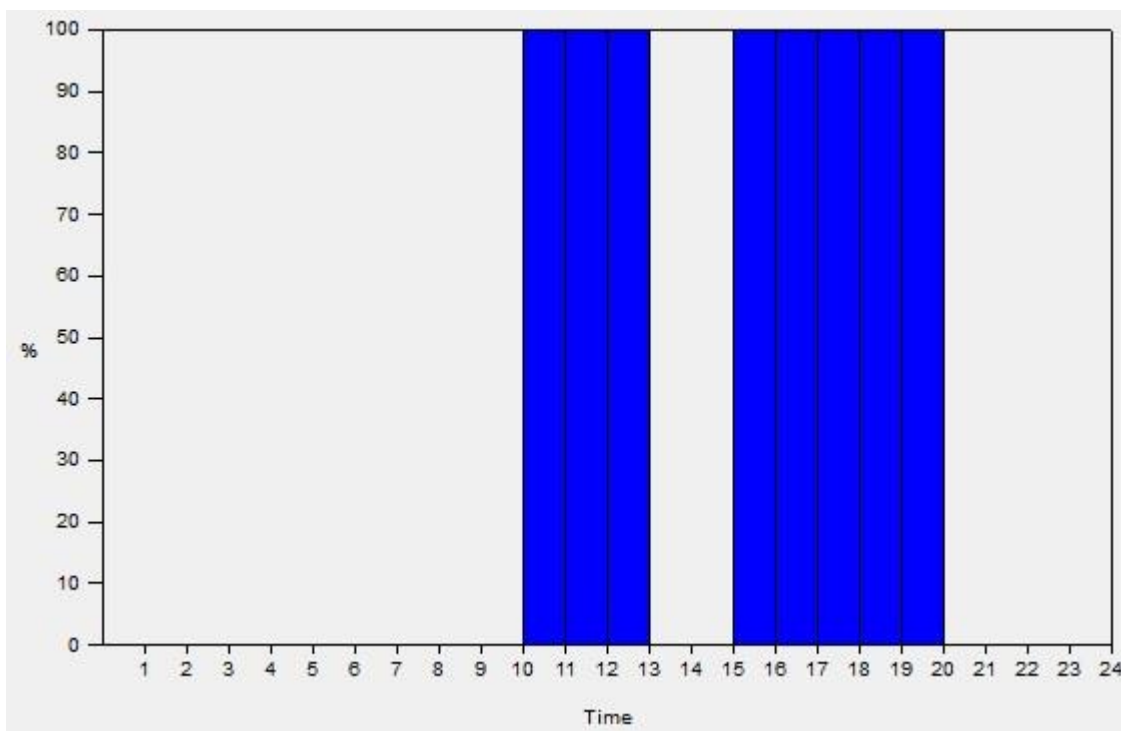


Ilustración 56. Perfil de ocupación de los edificios de uso comercial, de Lunes a Sábado.



2.4.3.9. CENTROS DEPORTIVOS

Para la simulación energética de un centro deportivo se contempló un edificio rectangular de un piso. Se seleccionó esta geometría por ser simétrica en cuanto a sus orientaciones. La superficie total del este hotel tipo simulado fue de 3146,95 m².

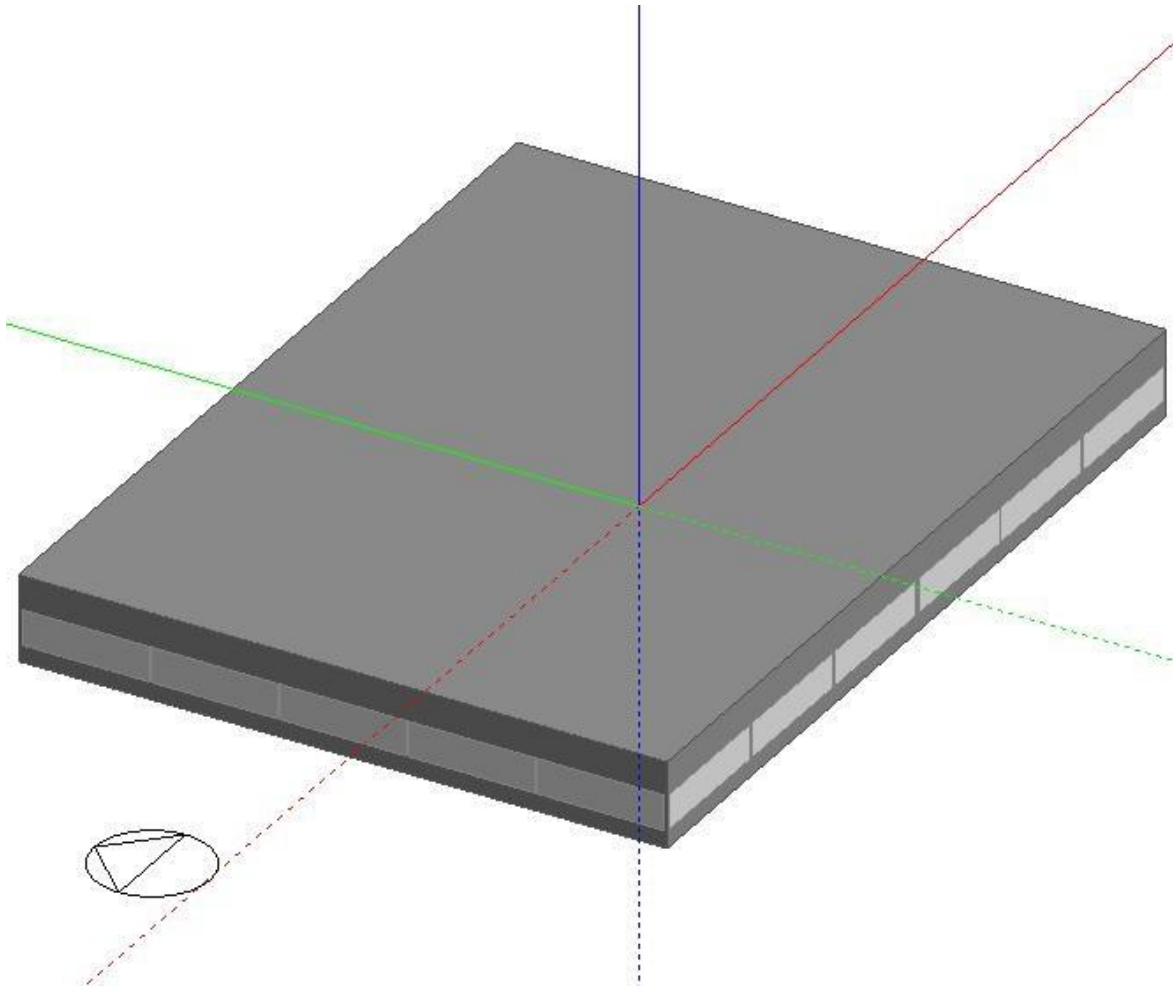


Ilustración 57. Modelo DesignBuilder Edificios Administrativos y Públicos

Para las simulaciones de este edificio, al igual que los anteriores, se ha seguido como referencia las hipótesis contempladas en la Certificación Edificio Sustentable (CES).

Dentro de los parámetros considerados para las simulaciones basados en este estándar se resumen las siguientes:

- Temperatura de Consigna de 20°C
- Tasa de Infiltración: 0,5 RAH en condición normal
- Densidad de ocupación: 0,125 personas/m²
- Transmitancia Térmica:



- Muros: $U = 2,899 \text{ W/m K}$
- Techumbre: $U = 0,30 \text{ W/m K}$
- Piso: $U = 3,853 \text{ W/m K}$
- Ventanas: $U = 3,0 \text{ W/m K}$
- Factor Ventana-Muro: 40% de ventana respecto al resto de fachadas opacas
- Albedo de cubierta: Reflectividad de 0.30

El Perfil de Ocupación de un centro deportivo siguió el siguiente modelo, válido de lunes a domingo, todos los meses del año.

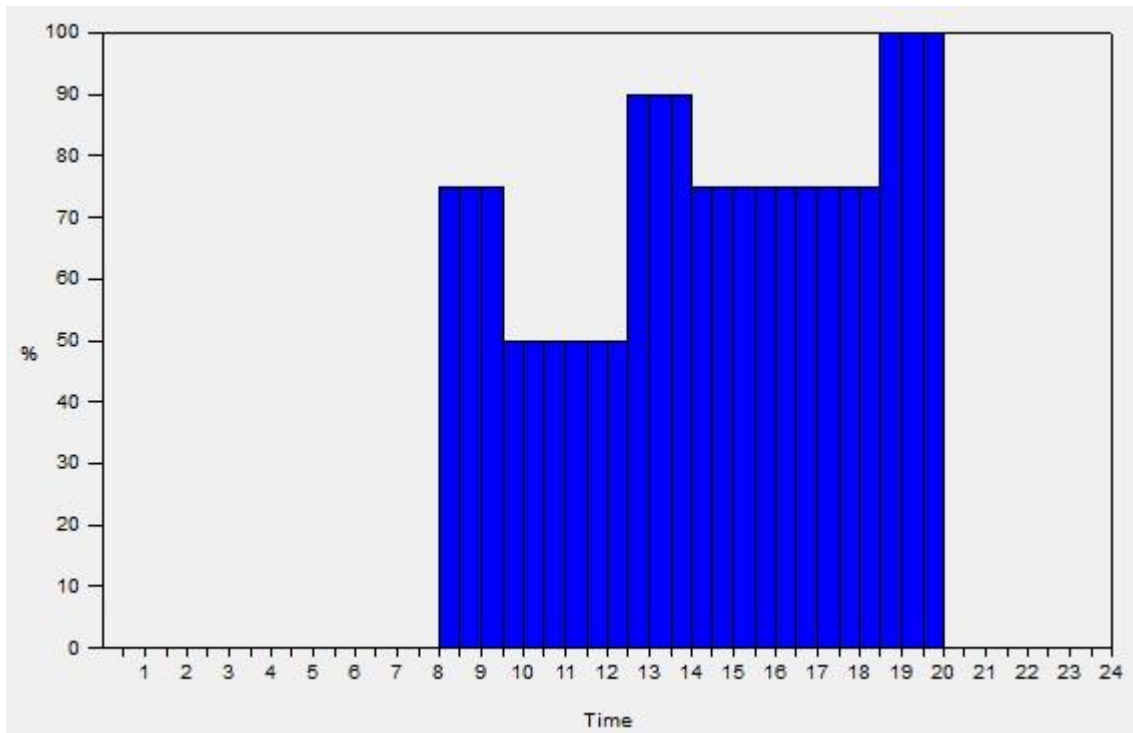


Ilustración 58. Perfil de ocupación de centros deportivos.



2.4.4. RESULTADOS SIMULACIONES PARA CALEFACCIÓN

A continuación, se presentan los resultados de las demandas energéticas calculadas para los diferentes casos simulados.

2.4.4.1. VIVIENDAS UNIFAMILIARES

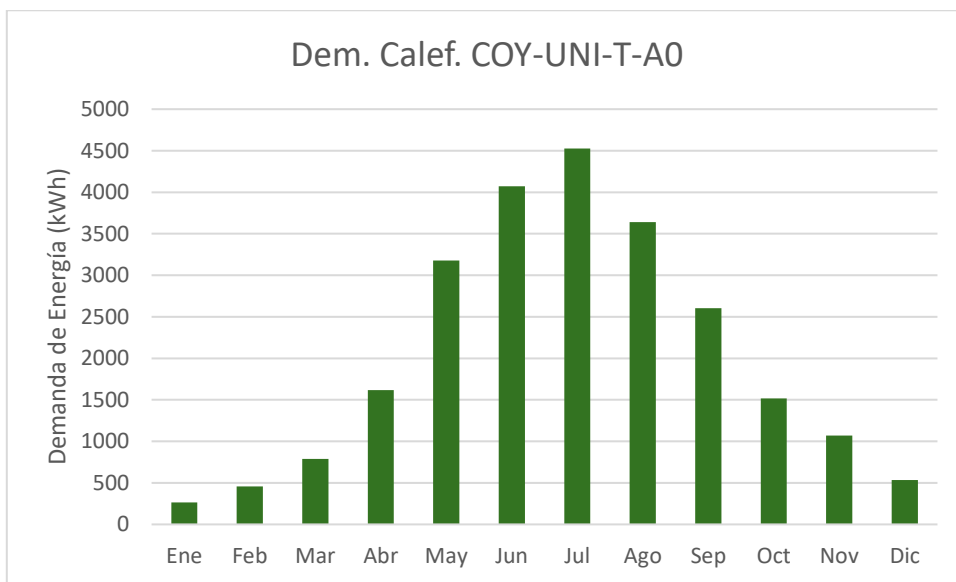


Ilustración 59. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-T-A0

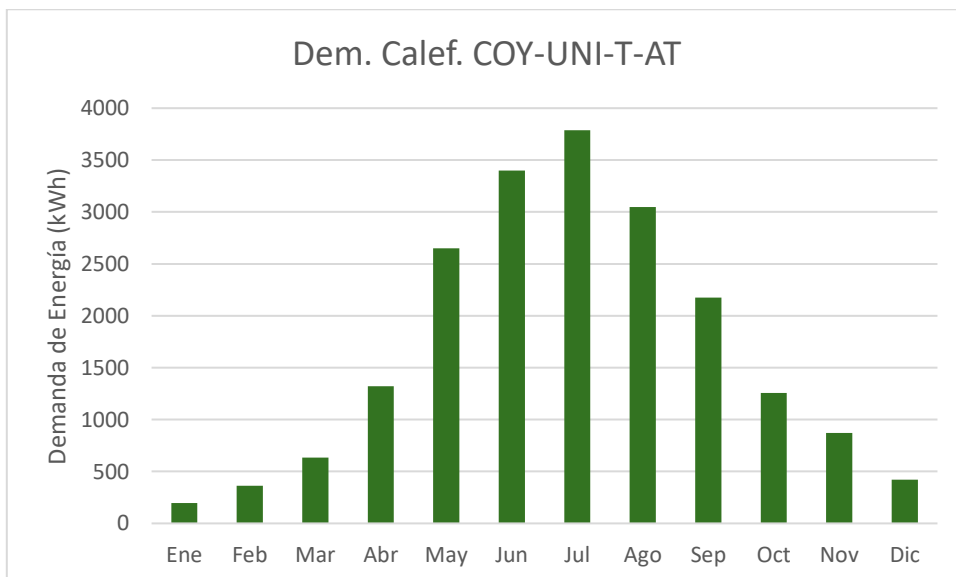


Ilustración 60. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-T-AT

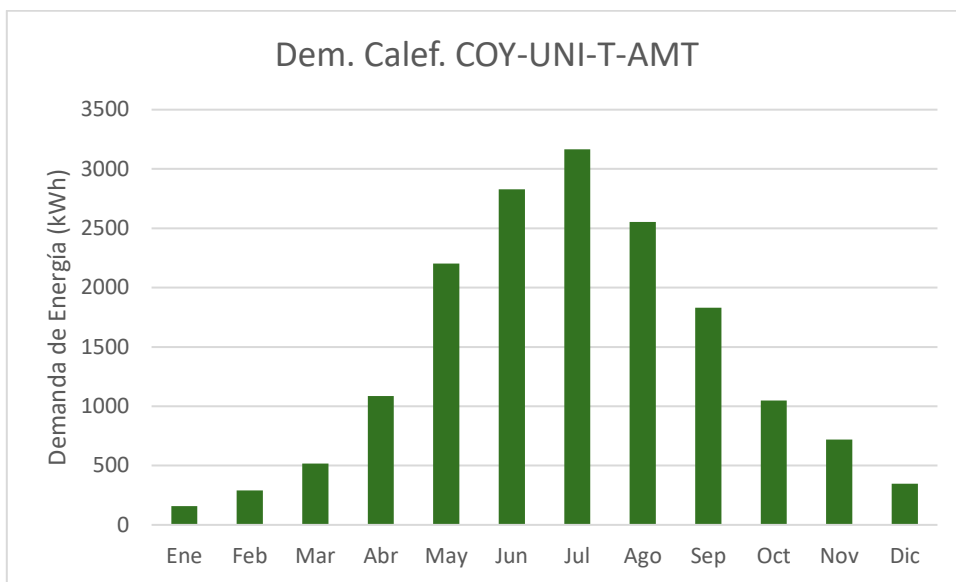


Ilustración 61. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-T-AMT

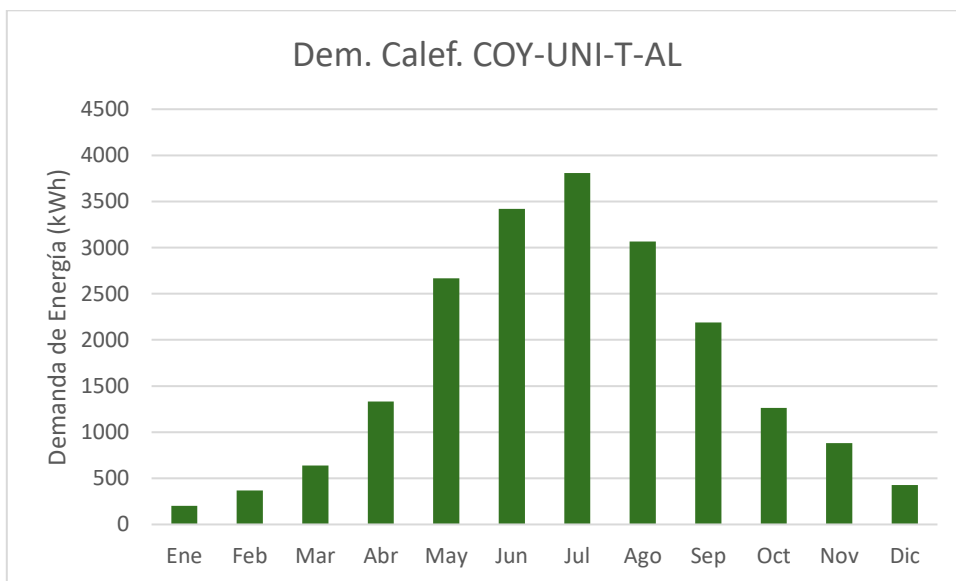


Ilustración 62. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-T-AL

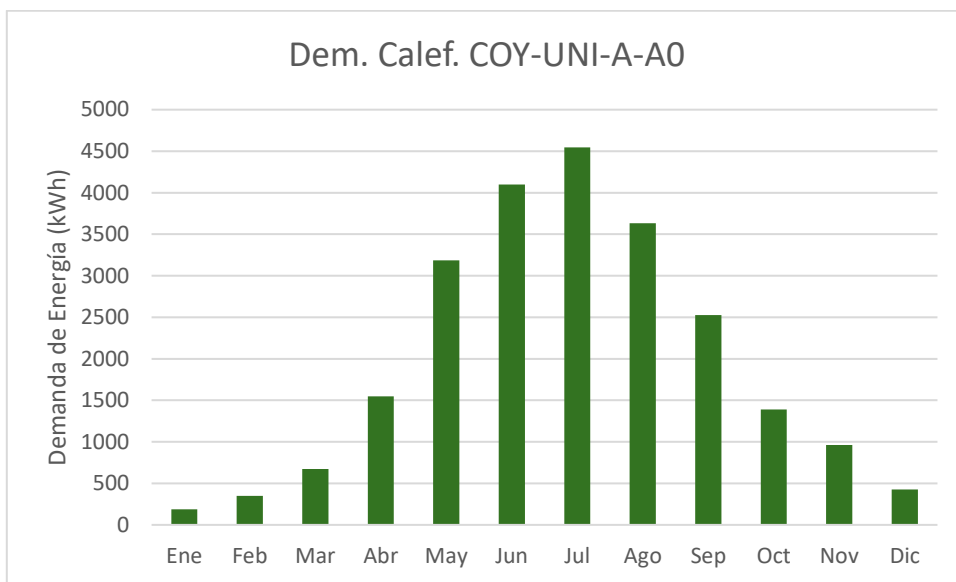


Ilustración 63. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-A-A0

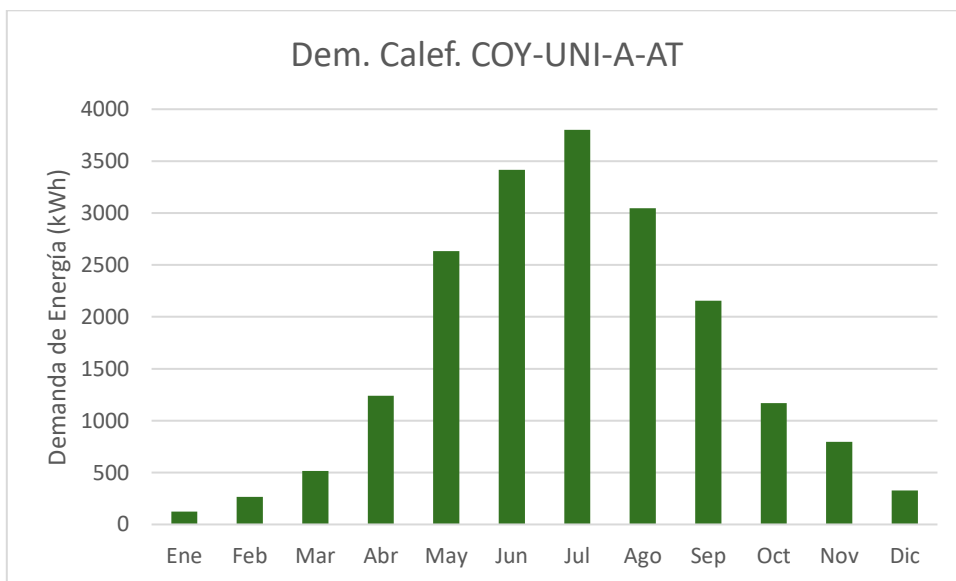


Ilustración 64. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-A-AT

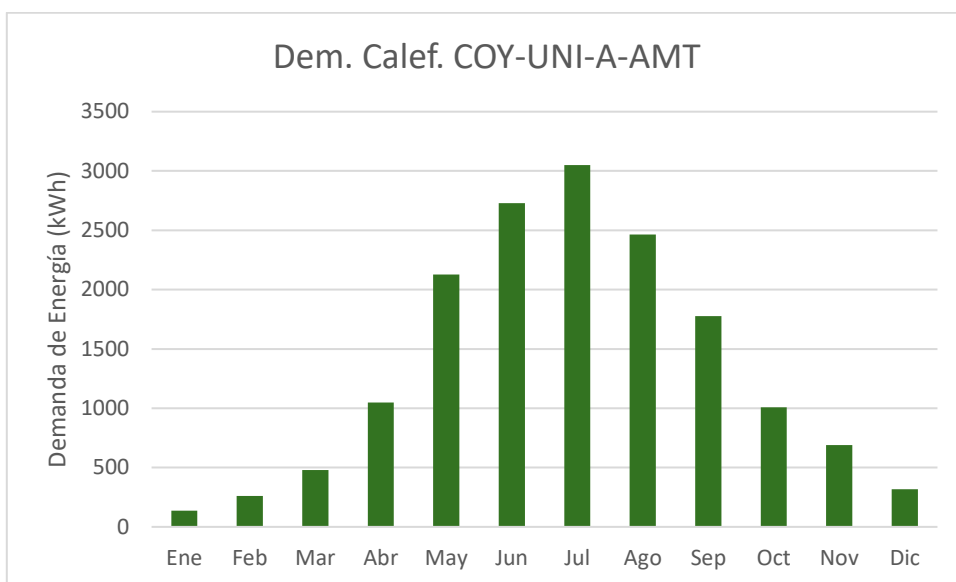


Ilustración 65. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-A-AMT

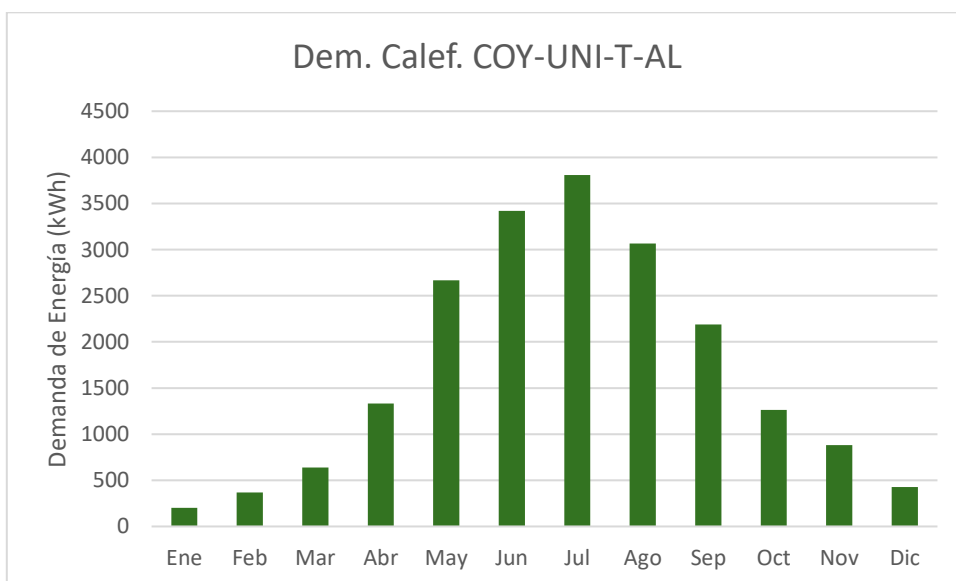


Ilustración 66. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares UNI-A-AL



Finalmente, se presenta también la gráfica que representa las demandas de calefacción de las viviendas unifamiliares de forma específica, por unidad de metro cuadrado. Este resultado es fundamental para realizar el cálculo final de las demandas totales de calefacción de la ciudad de Coyhaique.

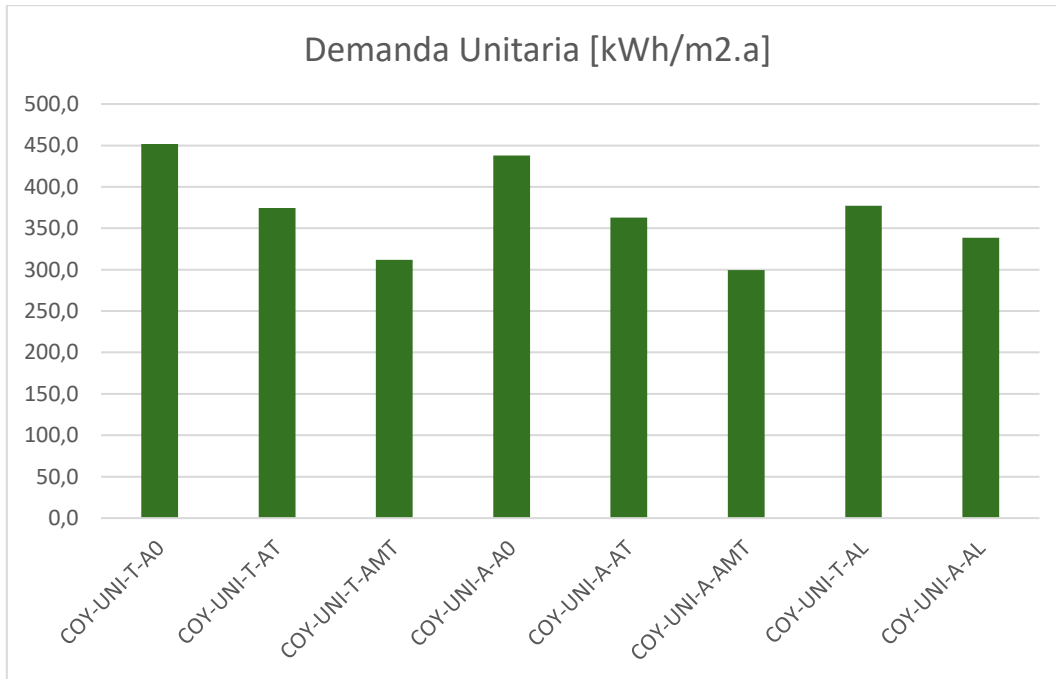


Ilustración 67. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Unifamiliares

2.4.4.2. VIVIENDAS MULTIFAMILIARES

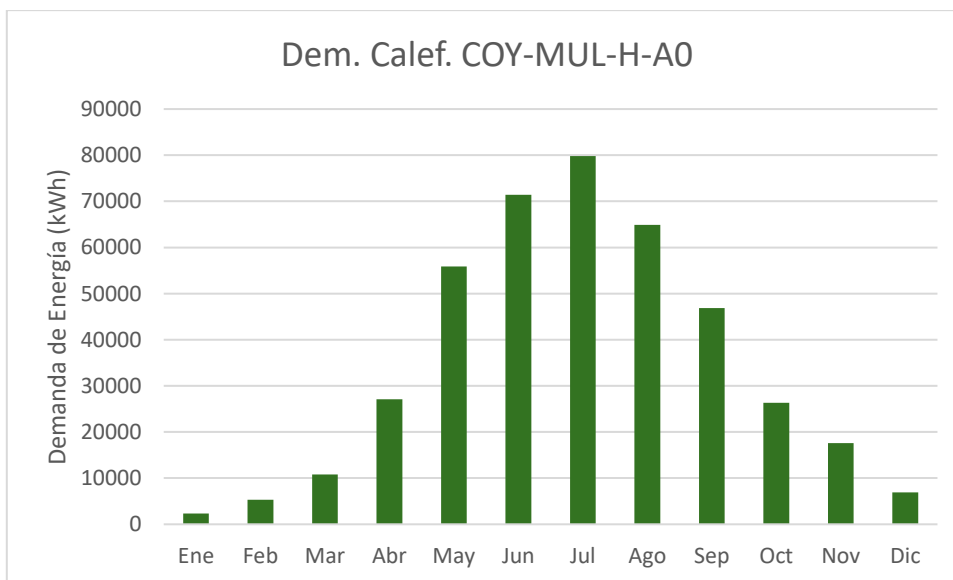


Ilustración 68. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Multifamiliares MUL-H-A0

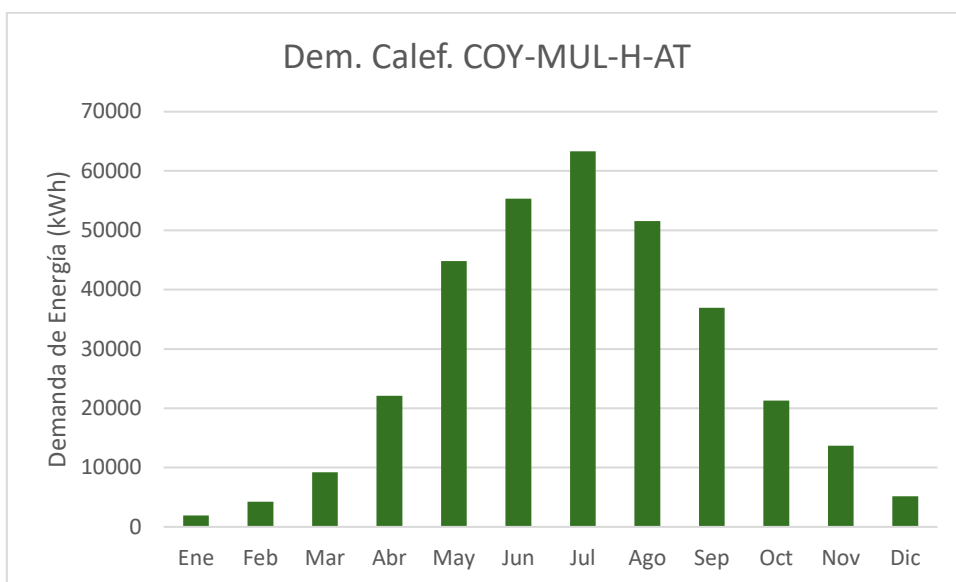


Ilustración 69. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Multifamiliares MUL-H-AT

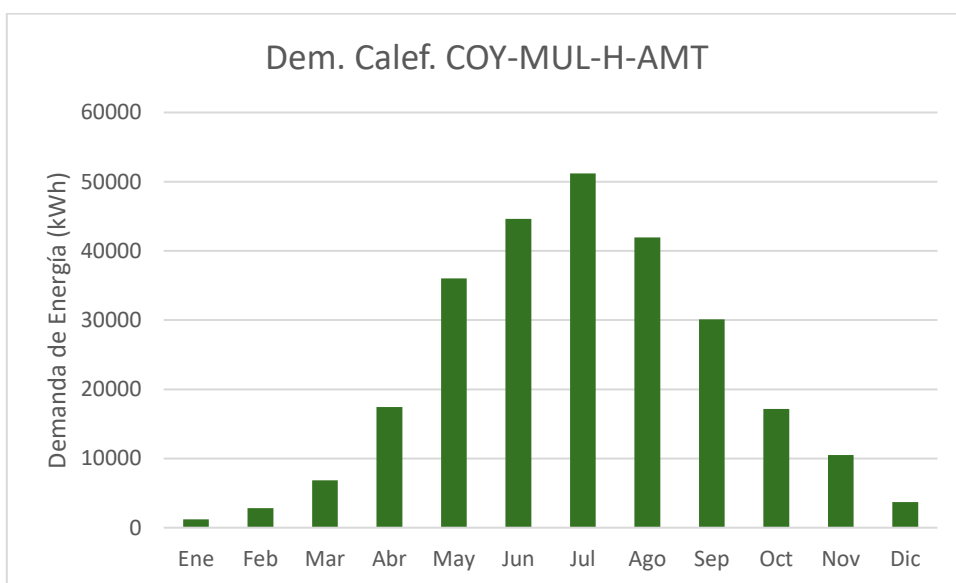


Ilustración 70. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Multifamiliares MUL-H-AMT

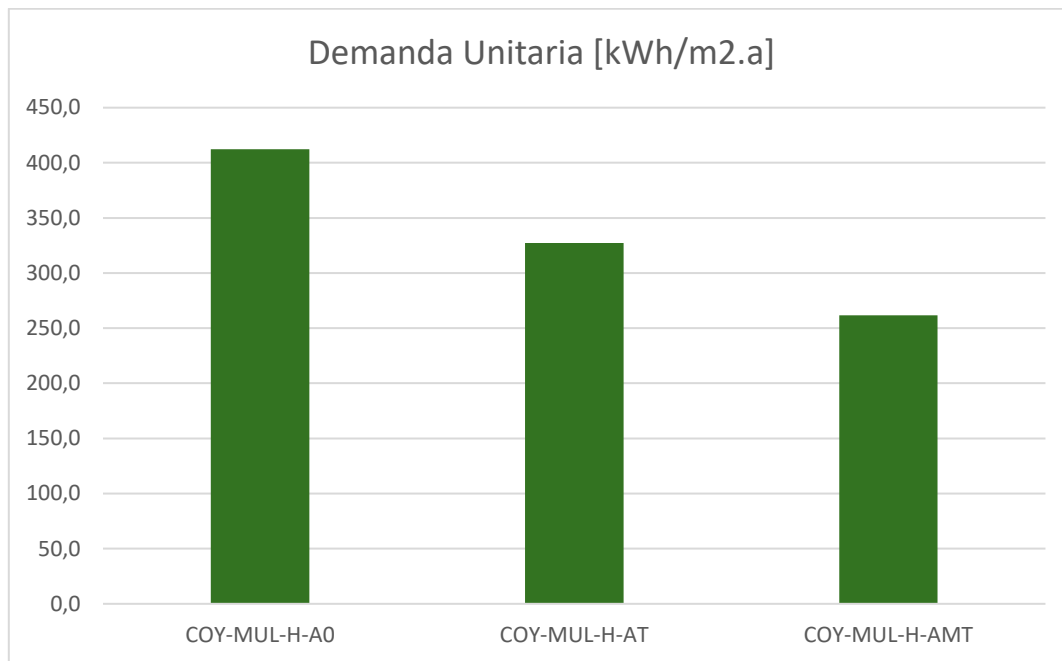


Ilustración 71. Demandas Calefacción Mensuales para Viviendas tipo Multifamiliares

2.4.4.3. DEMANDAS EDIFICIOS NO-RESIDENCIALES

Las simulaciones efectuadas arrojaron los siguientes resultados de demanda térmica mensual para los diferentes edificios no-residenciales analizados. Para que los valores sean comparables entre ellos se han contemplado las demandas unitarias por m².

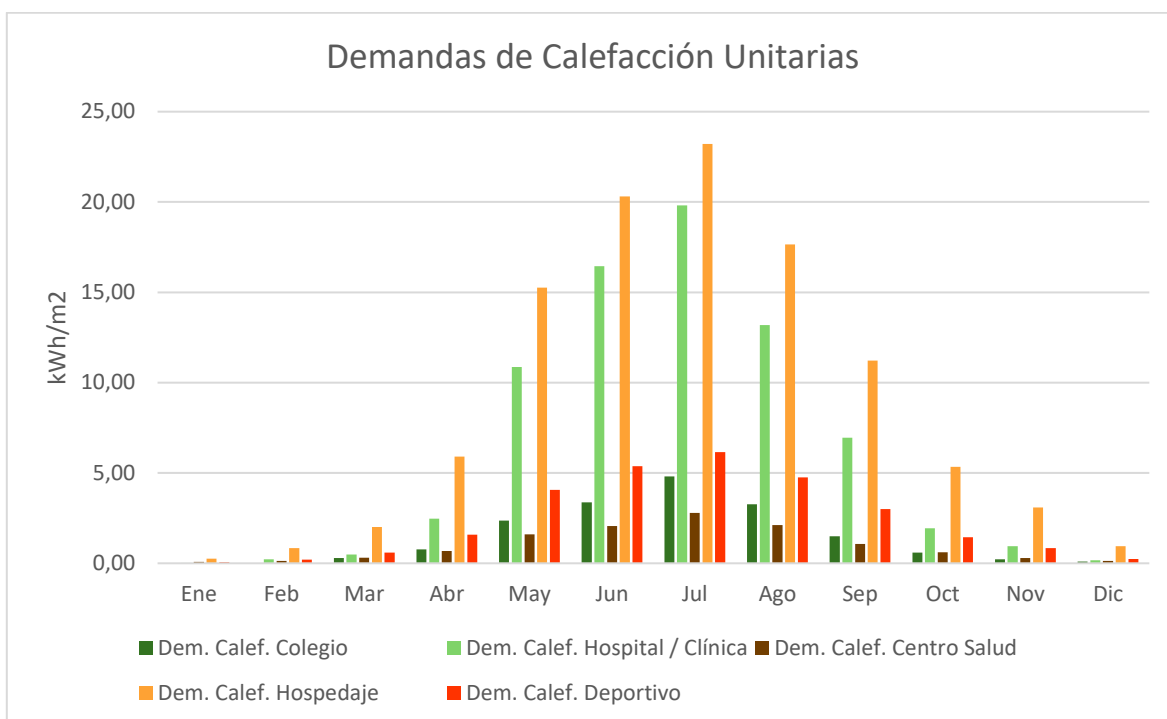


Ilustración 72. Demandas Calefacción Unitarias Edificios No-Residenciales

Se observa que el principal consumo unitario de calefacción es atribuible a los hoteles y hostales en consideración a un uso continuo todo el año de edificio. Las escuelas y centros de salud pequeños marcan demandas bajas en consideración a que el uso de los edificios es solo de lunes a viernes y en horarios restringidos. A diferencia, los hospitales, contemplan una demanda de calefacción más baja ya que éstos poseen cargas internas mucho más considerables que el caso de hoteles y, por lo tanto, estas cargas reducen las demandas de calor del edificio.

2.4.5. DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Para determinar el consumo de agua caliente sanitaria se toma como consumo de referencia el indicado por la vigente *Ley 20.365* que considera, para viviendas unifamiliares, un volumen de consumo de 40 litros/persona,día (45°C). Por otra parte, se asume una ocupación media de 3 personas por vivienda. Por tanto, el consumo volumétrico diario de agua caliente sanitaria considerado para el presente estudio es de 120 litros/vivienda,día (45°C).

Para los restantes tipos de edificios se consideraron los siguientes consumos volumétricos diarios para los cuales se calculó la demanda de energía para cada caso. Esto se resume en la siguiente tabla.



Tabla 39. Resumen consumo y demanda de energía para ACS por tipología

Tipo de Edificio	Consumo unitario (litros/pers.día)	Demanda Energía (kWh/p)	Demanda Energía (kWh/m2)
Residencial	40,0	549,7	32,3
Hospitales y clínicas	80,0	1.099,4	183,2
Ambulatorio y centro de salud	60,0	824,6	137,4
Escuela con duchas	30,0	82,5	75,0
Comercio Pequeño y Oficinas	3,0	20,6	2,1
Hotel/Hostal/Apart hotel	50,0	343,6	42,9
Restaurantes	12,0	329,8	362,4

El cálculo desarrollado en la tabla anterior se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$DE_{ACS} = Q_{ACS} (T_u) \cdot \rho \cdot Cp \cdot (T_u - T_{AF})$$

Y los datos de consumo se obtuvieron de los recomendados por la Norma Técnica aprobada en la Res Ex N° 502, del 30 de septiembre de 2010, del Ministerio de Energía.

La temperatura considerada para el agua de consumo suministrada es la indicada en la misma norma y que se resume a continuación.

Tabla 40. Temperaturas de agua de consumo consideradas. FUENTE: Ley 20.365

Mes	Temperatura de red [°C]
ENERO	10,7
FEBRERO	9,3
MARZO	9,3
ABRIL	7,6
MAYO	6,1
JUNIO	4,5
JULIO	4,5
AGOSTO	5,2
SEPTIEMBRE	6,2
OCTUBRE	7,7
NOVIEMBRE	8,7
DICIEMBRE	10,0
PROMEDIO	7,5



2.4.5.1. POTENCIA DE ACS

Para el cálculo de la potencia de ACS requerida para cada una de las tipologías de edificios en Coyhaique, se necesita conocer los perfiles horarios de demanda de energía para ACS. Para realizar esto, se construyen perfiles de utilización diaria y semanal, para luego generar perfiles horarios para el año completo para cada una de las tipologías.

2.4.5.1.1. Viviendas Residenciales

Para determinar el perfil residencial, se utiliza como referencia la *Guía de Diseño y Montaje de Instalaciones Solares Térmicas para Agua Caliente Sanitaria* del Ministerio de Energía, páginas 124 a 127, en donde se muestra el siguiente perfil horario de consumo en un día para una vivienda tipo.

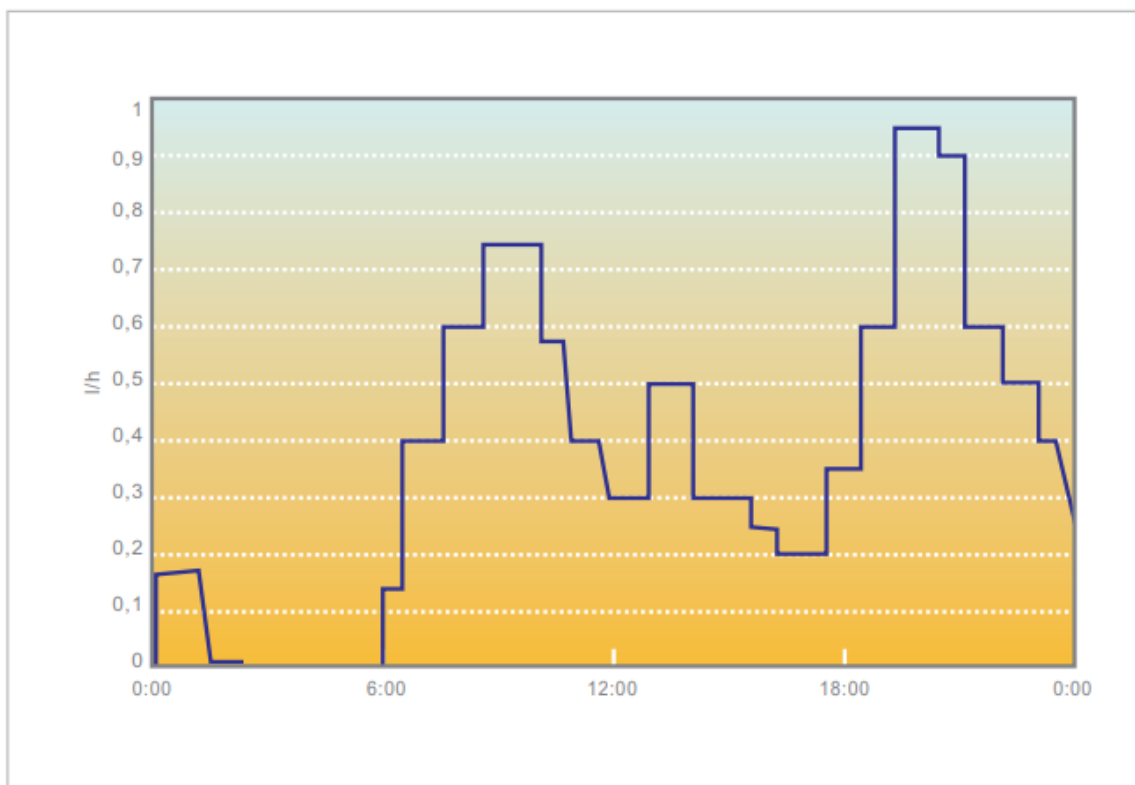


Ilustración 73. Perfil diario de utilización de ACS en las viviendas.

De esta forma se construye el perfil de utilización diaria de ACS para una vivienda. Con este perfil, y la construcción de uno semanal se puede generar el registro de 8760 horas de utilización de ACS, el que, ponderado por los resultados de demanda de energía indicados en la sección anterior, entrega un perfil de demanda de energía hora a hora durante todo el año. Con este perfil, se puede identificar un peak de demanda de energía en una hora, el que se interpreta como la potencia necesaria para cubrir las necesidades de ACS de una vivienda. Sin embargo, esta potencia puede encontrarse



sobredimensionada si se utiliza de forma directa sobre todas las viviendas, esto pues se estaría suponiendo que todas las viviendas demandan el peak de energía exactamente al mismo tiempo, lo que sugeriría que todas las viviendas estarían usando el ACS exactamente al mismo tiempo. Esto tiene que ver con la simultaneidad del servicio entre viviendas y es un factor muy importante por tomar en cuenta. Para corregir este efecto, se generaron perfiles atenuados de demanda de energía en las viviendas, en los que se desfasó el peak de demanda de forma de suponer que entre las viviendas no todas demandarán este peak al mismo tiempo. Esto permite generar un perfil con varios peaks menores, en lugar de un peak muy pronunciado en el año.

2.4.5.1.2. Edificios No Residenciales

Los gráficos de las ilustraciones siguientes muestran los perfiles de utilización diaria construidos para los edificios de uso no residencial. Notar que estos perfiles pueden no necesariamente coincidir de forma exacta con los perfiles utilizados para la simulación de la demanda de calefacción pues se entiende que los momentos de demanda de ACS pueden no ser los mismos que para la demanda de calefacción, especialmente para edificios de uso no residencial, en donde el ACS es utilizado principalmente por personal de servicio, quienes no necesariamente son quienes demandan calefacción.

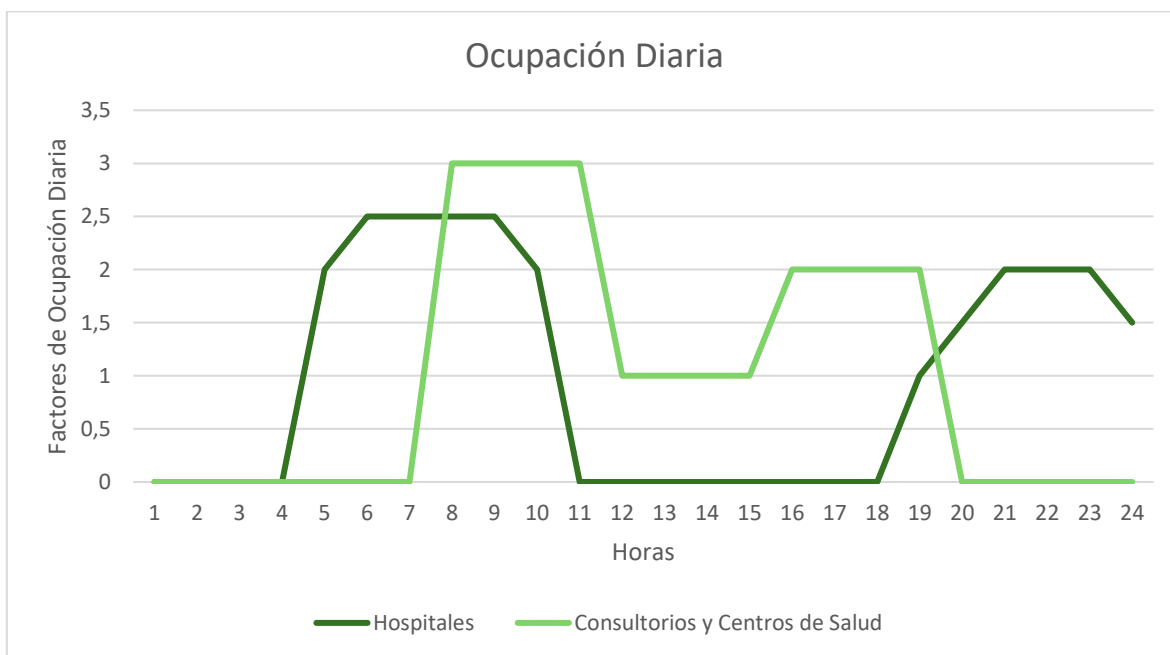


Ilustración 74. Perfil diario de utilización de ACS en Hospitales y Centros de Salud



Ilustración 75. Perfil diario de utilización de ACS en Oficinas y Comercios Pequeños

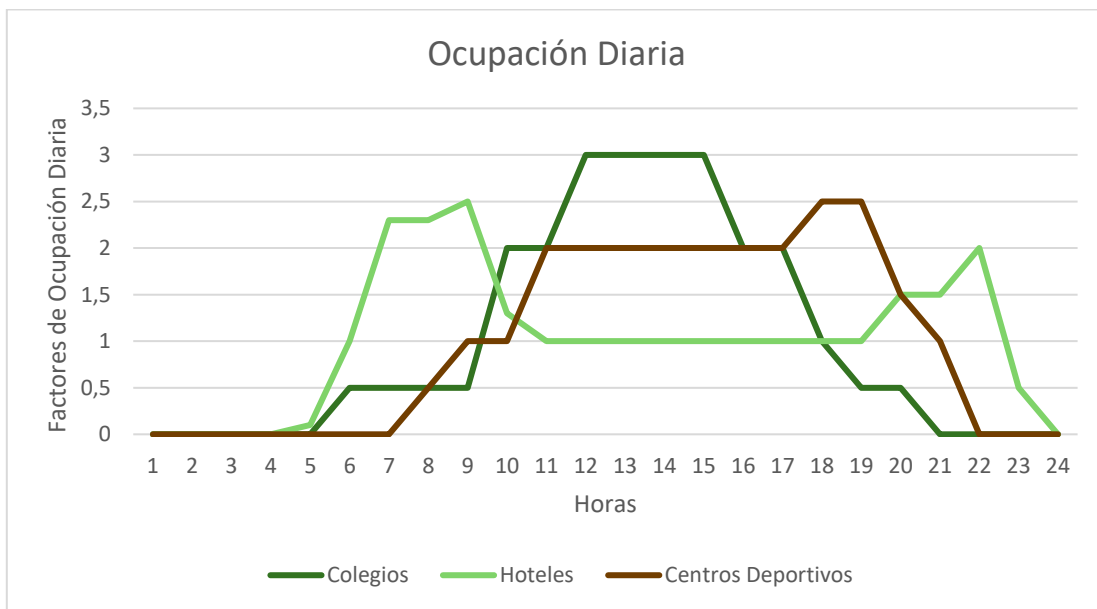


Ilustración 76. Perfil diario de utilización de ACS en Colegios, Hoteles y Centros Deportivos

Al igual que en las viviendas residenciales, en estos edificios también deben generarse perfiles de uso atenuados, sin embargo, esto se debe a que los edificios mantienen un estanque acumulador, el que atenúa y desfasa el peak de demanda, respecto a otros edificios.



2.4.6. RESULTADOS TOTALES SIMULADOS

La tabla a continuación resume los resultados de demanda de calor y potencias obtenidos para las tipologías de las edificaciones en Coyhaique.

Tabla 41. Resumen demandas de calor y potencias simuladas por tipología para Coyhaique

Tipología	Demanda CC Específica (kWh/m2)	Demanda ACS Específica (kWh/p)	Demanda ACS Específica (kWh/m2)	Potencia Total Específica (kW/m2)	Potencia Total Específica Atenuada (kW/m2)
Uni-T-A0	439,45	533,38	23,47	0,353	0,269
Uni-T-AT	364,40	533,38	23,47	0,334	0,250
Uni-T-AMT	303,28	533,38	23,47	0,317	0,234
Uni-A-A0	426,07	533,38	23,47	0,349	0,265
Uni-A-AT	352,99	533,38	23,47	0,329	0,245
Uni-A-AMT	291,34	533,38	23,47	0,311	0,227
Uni-T-AL	366,99	533,38	23,47	0,334	0,250
Uni-A-AL	329,45	533,38	23,47	0,322	0,238
Mul-H-A0	804,07	533,38	23,47	0,366	0,293
Mul-H-AT	638,21	533,38	23,47	0,391	0,318
Mul-H-AMT	510,32	533,38	23,47	0,343	0,271
Ofi-T-A0	36,40	23,91	2,66	0,062	0,062
Ofi-T-CES	29,80	23,91	2,66	0,058	0,053
Ofi-H-A0	46,90	23,91	2,66	0,064	0,064
Ofi-H-CES	39,90	23,91	2,66	0,061	0,056
Ofi-A-CES	43,20	23,91	2,66	0,062	0,058
Com-T-A0	76,76	23,91	3,98	0,082	0,082
Com-T-CES	52,21	23,91	3,98	0,067	0,061
Com-H-A0	65,82	23,91	3,98	0,076	0,076
Com-H-CES	61,55	23,91	3,98	0,072	0,066
Com-A-CES	61,55	23,91	3,98	0,072	0,066
ADM	39,85	23,91	2,66	0,061	0,056
COM	3,50	23,89	2,99	0,012	0,008
HOTEL	106,00	666,72	37,04	0,316	0,182
HOSPITAL	73,50	1274,04	115,82	0,443	0,247
COL	17,30	173,50	43,37	0,172	0,119
CS	11,90	955,98	477,99	0,454	0,243
DEP	28,30	262,77	65,69	0,113	0,072



3. ANEXO 3. METODOLOGÍA DE GENERACIÓN DE MAPAS DE DEMANDAS Y CONTAMINANTES

3.1. INTRODUCCIÓN

Para identificar sobre el territorio las oportunidades de implementación de sistemas distritales es primordial visualizar la distribución de la demanda sobre el territorio, lo que se concreta en la densidad de demanda que equivale a la cantidad de energía demandada por unidad de superficie en una zona concreta, indicador de la potencial rentabilidad de un sistema de este tipo.

Los análisis de demanda se pueden hacer sobre edificios singulares en los que se identifique un potencial de demanda importante que incluso pueda convertirse en un consumo ancla, o pueden hacerse de forma continua sobre el entramado urbano, buscando la rentabilidad integrada de las demandas singulares con las demandas más difusas que constituyen las zonas residenciales. Dado que uno de los objetivos de este proyecto es mejorar la calidad ambiental de las comunas y, por lo tanto, reducir el consumo de leña que se concentra especialmente en las zonas residenciales de viviendas individuales, se ha procedido a caracterizar la demanda en el segundo modo planteado, para lo cual ha habido que hacer un minucioso trabajo de caracterización del entramado urbano, manzana a manzana e incluyendo en el mismo viviendas y edificios singulares.

Tal como se puede observar en la ilustración siguiente, se han identificado las manzanas de la ciudad, caracterizando las edificaciones de cada una según las tipologías constructivas y sus tipos de uso. Además, se les han añadido la información levantada en relación a los consumos de los edificios de carácter singular y así, para cada manzana se ha calculado la demanda de energía en función de los edificios que contiene, en base a la cual se ha determinado la densidad energética (la energía total demandada dividida por la superficie total de la manzana) y las emisiones contaminantes asociadas, según la tipología de sistemas de calefacción y ACS, según el tipo de combustible utilizado en ellos.

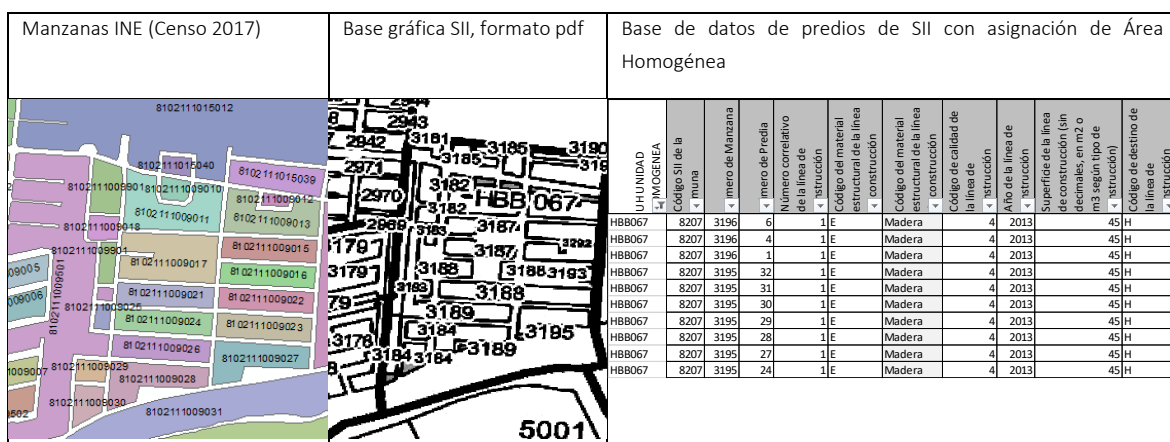


Ilustración 77. Codificación e identificación de manzanas.

3.2. DATOS DE PARTIDA

En términos espaciales los elementos gráficos se obtendrán de las siguientes fuentes:

- **Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU:** Planos Reguladores vigentes para cada una de las comunas georreferenciadas en formato shp (shape) ⁶.
- **Instituto Nacional de Estadísticas INE:** Base gráfica de manzanas de Censo 2017 georreferenciada en formato shape ⁷.
- **Servicio de Impuestos Internos SII:** Base gráfica de manzanas y unidades homogéneas⁸ no georreferenciada, en formato PDF.
- **Levantamiento en Terreno:** Definición de edificios singulares tales como hospitales, establecimientos educacionales, industrias, etc.

Y se utilizaron las siguientes bases de datos:

- **Planos Reguladores vigentes para cada una de las comunas (PRC):** Definición de límite urbano y usos de suelo permitidos para cada área urbana. La definición del límite urbano dada por el PRC es importante debido a que las bases de datos consideradas del INE y SII, no necesariamente conciben los espacios urbanos con los mismos límites. Por otra parte, el identificar los usos permitidos, serán referencias para definir y modelar las capacidades que pueda llegar a tener una red de calefacción distrital.
- **Base de datos del Censo 2017:** Caracterización de las manzanas urbanas en cuanto a población y tipologías de vivienda, asociada a la materialidad de estas.

⁶ <http://www.ide.cl/descarga/capas/item/zonificacion-planos-reguladores-comunales-region-del-biobio.html>

⁷ <http://www.ine.cl/herramientas/galeria-de-mapas/censo>

⁸ Sectorización de espacios de territorio que presentan características urbanas comunes, como por ejemplo en cuanto a uso del suelo, infraestructura vial, categoría de las edificaciones, accesibilidad y equipamiento urbano, entre otras. A estos sectores urbanísticamente comunes el SII los denomina Áreas Homogéneas (AH).



- **Base de datos de reevalúo fiscal de bienes raíces por línea constructiva, predio y comuna:**
Definición de la ocupación y del uso de suelo de cada una de las líneas constructivas (número de rol del SII) y así mismo de los predios asociados a estas. Esta base de datos fue descargada en su formato original para luego ser procesada en busca de poder identificar los distintos destinos de uso de las edificaciones, tanto a nivel de línea constructiva como de predio. Esto permite diferenciar las construcciones en altura (edificios multifamiliares) de las viviendas residenciales (unifamiliar) y los condominios, permitiendo una mejor caracterización energética de las manzanas. Además, se obtiene el año de construcción de la edificación y clasificación constructiva de cada edificación lo cual permite definir ciertas tipologías de edificación:

COD_SII	COD_PR	N_MZ	N_PR	Dirección	COD_DEST_PRI	SUP_TERRENO
11401	1-1	1	1	GRAL BAQUEDANO	W	23300
11401	6010-1	6010	1	SECTOR ESC AGRICOL	W	39964
11401	6000-1	6000	1	SECTOR ESC AGRICOL	W	19803
11401	5090-10	5090	10	SEC ESCUELA AGRICO	W	1078
11401	5090-4	5090	4	SECTOR ESCUELA AGF	W	8195
11401	5090-2	5090	2	SEC ESCUELA AGRICO	W	2243
11401	5085-18	5085	18	PASAJE 5 377	H	120
11401	5085-17	5085	17	PASAJE 5 371	H	122
11401	5085-16	5085	16	PASAJE 5 363	H	122
11401	5085-15	5085	15	PASAJE 5 357	H	122
11401	5085-14	5085	14	PASAJE 5 351	H	122
11401	5085-13	5085	13	PASAJE 5 345	H	122
11401	5085-12	5085	12	PASAJE 5 339	H	122
11401	5085-11	5085	11	PASAJE 5 333	H	122
11401	5085-10	5085	10	PASAJE 5 325	H	124
11401	5085-9	5085	9	PASAJE 6 326	H	125

Ilustración 78. Base de Datos de Predios.



COD_MZ-LC ▾	COD_SII ▾	N_MZ ▾	N_PR ▾	N_Coor_LC ▾	COD_MAT_LC ▾	C ▾	AÑO_LC ▾	SUP_LC (m2) ▾	COD_DESTINO ▾
1-2-1	11401	1	2	1	E	3	2006	36	O
5085-18-1	11401	5085	18	1	G	4	2016	43	H
5085-17-1	11401	5085	17	1	G	4	2016	43	H
5085-16-1	11401	5085	16	1	G	4	2016	43	H
5085-15-1	11401	5085	15	1	G	4	2016	43	H
5085-14-1	11401	5085	14	1	G	4	2016	43	H
5085-13-1	11401	5085	13	1	G	4	2016	43	H
5085-12-1	11401	5085	12	1	G	4	2016	43	H
5085-11-1	11401	5085	11	1	G	4	2016	43	H
5085-10-1	11401	5085	10	1	G	4	2016	43	H
5085-9-1	11401	5085	9	1	G	4	2016	43	H
5085-8-1	11401	5085	8	1	G	4	2016	43	H
5085-7-1	11401	5085	7	1	G	4	2016	43	H
5085-6-1	11401	5085	6	1	G	4	2016	43	H
5085-5-1	11401	5085	5	1	G	4	2016	43	H
5085-4-1	11401	5085	4	1	G	4	2016	43	H
5085-3-1	11401	5085	3	1	G	4	2016	43	H
5085-2-1	11401	5085	2	1	G	4	2016	43	H

Ilustración 79. Base de Datos de Líneas Constructivas (Rol del SII).

Adicionalmente, el cruce de estas dos fuentes de información permite identificar las áreas homogéneas, en términos de su destino de uso y tipología constructiva, dentro de un mismo predio, para así caracterizar de mejor forma cada una de las manzanas definidas por el SII.

COD_DESTINO ▾	DESCRIPCIÓN ▾
A	Agrícola
B	Agroindustria
C	Comercio
D	Deporte y Recreación
E	Educación
F	Forestal
G	Hotel
H	Habitacional
I	Industrial
L	Bodega y Almacenaje
M	Minería
O	Oficina
P	Adm Pública
Q	Culto
S	Salud
T	Transporter y Telecom
V	Otros
W	Sitios Eriazo

Ilustración 80. Códigos del Destino de Uso de una edificación según el SII.



A modo general y como ejemplo, el proceso fue el siguiente a través de superposición de bases gráficas:

3.3. CONSTRUCCIÓN BASE GRÁFICA DIGITAL Y CODIFICACIONES

Dada la necesidad de contar con una base gráfica que permitiera definir visualmente las características urbanas del área de estudio, sobre la cartografía base de manzanas del INE de formato shape codificada con un ID único, fueron georreferenciados de manera manual los planos de formato pdf del SII con el objetivo de poder asignar el código de la unidad homogénea del SII a cada una de las manzanas INE. Luego, también a las manzanas, se le fue asignado su código de plano regulador con el objeto de poder visualizar gráficamente en términos regulatorios sus usos potenciales, permitidos y restricciones.

Se debe aclarar que las manzanas del INE no son coincidentes con las SII en términos de superficie geográfica, pudiendo estar una subdividida por la otra, ser un subconjunto o la unión de varias de la otra y viceversa. Con tal de solucionar esta dificultad para poder cruzar la información de ambas bases de datos, se definió cada manzana con la unidad mínima producida por la intersección de ambas bases de datos y se le asignó un código único.



Ilustración 81. Ejemplo elementos gráficos.



Ilustración 82. Sistema georreferenciado con manzanas del SII.



Ilustración 83. Sistema georreferenciado con información de manzanas del INE.

Por otra parte, mediante recopilación de información en terreno y bases gráficas georreferenciadas de elementos puntuales como establecimientos educacionales (base MINEDC) y Servicios de Salud (Base MINSAL), además de otros disponibles en plataforma IDE (Infraestructura de Datos Espaciales de Chile), fueron localizados los edificios singulares de interés.

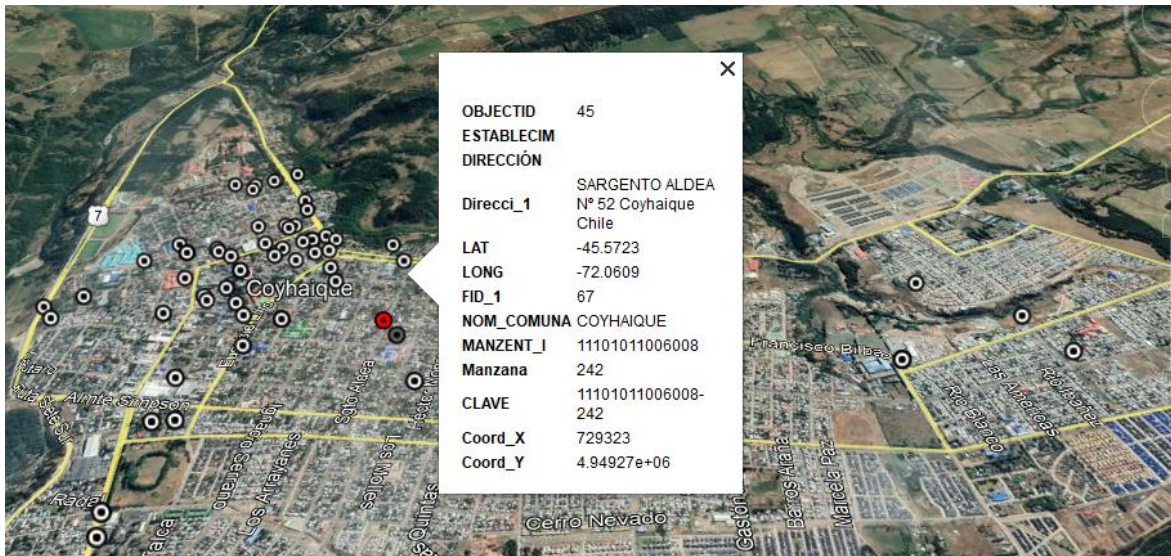


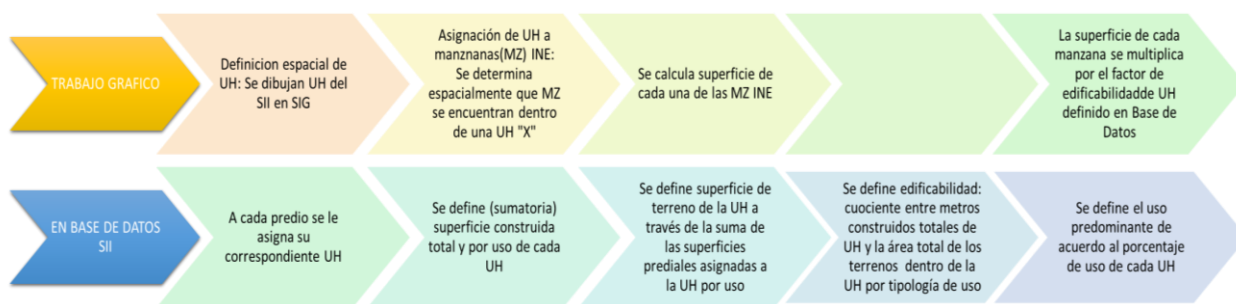
Ilustración 84. Sistema georreferenciado con información de edif. Singulares.

3.4. ASIGNACIÓN DE BASE DE DATOS A ELEMENTOS GRÁFICOS

Una vez que cada manzana cuenta con un código asociado a la base de datos, estas son vinculadas a cada componente gráfico, en este caso, a cada manzana mínima (entre la base del SII y la del INE), lo que finalmente determina:

- Cantidad de viviendas y personas por manzana, necesarias para el cálculo de potencia y demanda de ACS respectivamente (base de datos Censo 2017).
- Características del PRC asignado a la manzana en cuanto a usos permitidos, preferentes y restricciones de uso.
- Superficie construida de cada edificación ubicada dentro de una manzana, así como el año de construcción y su clasificación constructiva.
- Definición del destino de uso de cada edificación y/o predio, permitiendo así obtener dentro de una manzana su distribución de superficie construida, según los tipos de uso asignados (vivienda, estacionamiento, comercio, etc).

Cabe señalar que la base de datos del SII otorga información a nivel de línea constructiva (rol) y de predio (predial), que debe ser cruzada, con tal de poder identificar la superficie construida según cada uso. Esto permite sumar la información y definir por manzana (sumar predios) las superficies edificadas por uso y a su vez sumar manzanas para definir por Unidad Homogénea las características constructivas de las manzanas que la componen.



3.5. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR MANZANA

Una vez asignadas a cada manzana las propiedades de esta desde las distintas fuentes, se procede, por manzanas, como sigue:

A nivel de base de datos, a cada edificación identificada por el SII, se le asigna un código que identifica la tipología del edificio, la cual permitirá posteriormente, asignarle una demanda de energía específica según las tipologías predefinidas que serán simuladas (Capítulo 0).

Dado que las manzanas definitivas, establecidas como la unidad de superficie mínima de la intersección de ambas bases de datos, no coinciden con las de la fuente de información, se debe redistribuir el número de personas que viven en una manzana según el CENSO en esta nueva distribución de territorial que posee una superficie distinta.

Se asigna a cada edificación la demanda específica de calefacción, la demanda específica de ACS, la potencia específica y una potencia específica atenuada; según la tipología de cada una.

Tipología	Demanda CC Especifica	Demanda ACS Especi	Demanda ACS Especifi	Potencia Total Especifica (kW)	Potencia Total Especif
Uni-T-A0	225,36	533,38	23,47	0,353	0,269
Uni-T-AT	186,87	533,38	23,47	0,334	0,250
Uni-T-AMT	155,53	533,38	23,47	0,317	0,234
Uni-A-A0	218,50	533,38	23,47	0,349	0,265
Uni-A-AT	181,02	533,38	23,47	0,329	0,245
Uni-A-AMT	149,40	533,38	23,47	0,311	0,227
Uni-T-AL	188,20	533,38	23,47	0,334	0,250
Uni-A-AL	168,95	533,38	23,47	0,322	0,238
Mul-H-A0	412,34	533,38	23,47	0,366	0,293
Mul-H-AT	327,29	533,38	23,47	0,391	0,318
Mul-H-AMT	261,70	533,38	23,47	0,343	0,271
Ofi-T-A0	36,40	23,91	2,66	0,062	0,062
Ofi-T-CES	29,80	23,91	2,66	0,058	0,053
Ofi-H-A0	46,90	23,91	2,66	0,064	0,064

Ilustración 85. Demandas y Potencias Específicas por Tipología.



Cálculo de la demanda de calefacción anual de cada edificación como el producto del área construida de este por su consumo anual específico tipo.

De la misma forma, se calcula la demanda total de ACS, la potencia requerida y la potencia atenuada de cada edificio.

Para cada edificación se suma la potencia total de calefacción con la potencia total de ACS con tal de obtener la demanda energética total.

Para cada manzana se suman las variables calculadas (demandas y potencias totales) de cada construcción perteneciente a ella, pero agrupadas según los tipos de uso de estas (viviendas residenciales, escuelas, comercio, oficinas, etc.).

Por otro lado, los edificios singulares son asignados en las manzanas definitivas y se identifican con sus respectivas superficies construidas, tipos de uso, sus demandas energéticas y potencias totales. Esto genera una duplicidad de superficies y demandas en la manzana, con respecto a lo calculado teóricamente a través de la información de la base de datos del SII.

Substracción del área ocupada por el edificio singular al área total de la manzana, así como de la demanda calculada teórica para cada tipo de uso que sea coincidente.

Validación de los resultados de demandas y potencias por manzana en función del número de habitantes y el número de edificaciones asignadas a cada tipo de uso de estas.

Corrección de la distribución de la demandas y potencias en función de la distribución de edificaciones de cada manzana según su uso. Para ello se contrasta visualmente la información con las gráficas del sistema georreferenciado.

Presentación de la densidad de demanda como la demanda energética agregada de cada manzana dividida entre el área total de la manzana.

Presentación de la densidad de potencia como la potencia energética agregada de cada manzana dividida entre el área total de la manzana.

3.6. CÁLCULO DE CONSUMO ENERGÉTICO Y LAS EMISIONES

Para cada una de las tipologías edificatorias de cada una de las manzanas que aparece en los datos del Censo 2017, se asigna una de las tipologías edificatorias establecidas en el presente estudio, es decir, sea una vivienda o edificio singular, se asigna en la base de datos un tipo de sistema de generación de ACS y otro de calefacción, así como un tipo de fuente energética para éste. Utilizando los rendimientos y factores de emisión estipulados para cada uno de los sistemas, se calcula el consumo de energía, separado en tipología de fuente energética, y las emisiones asociadas al mismo.



Para entender el cálculo de las emisiones por tipología de casa se establecieron los diferentes tipos de equipos de calefacción, teniendo tres tipos. Estos artefactos son distribuidos con un porcentaje de uso.

Tipología edificatoria	Rep. [%]	Artefacto [% Utilización]		Leña [% Utilización]	
Uni-T-AMT	19,653%	100%	Cámara doble	100%	Seca
Uni-T-AL	0,339%	100%	Cámara doble	100%	Seca
Uni-T-AT	22,544%	80,0%	Cámara doble	100%	Seca
		20,0%	Salamandra	100%	Seca
Uni-T-A0	51,609%	95%	Salamandra	9%	Seca
		5%	Camara Simple	91%	Húmeda
Uni-A-AMT	0,464%	100%	Camara Simple	100%	Húmeda
Uni-A-AL	0,017%	100%	Camara Simple	100%	Húmeda
Uni-A-AT	0,855%	100,0%	Camara Simple	100%	Húmeda
Uni-A-A0	4,519%	100%	Camara Simple	100%	Húmeda

Ilustración 86: Distribución de utilización de artefactos por tipo de combustible.

Dichos valores, calculados por conjunto de tipología dentro de cada manzana, se agregan para calcular el consumo y las emisiones por manzana.

Tabla 42: Ejemplo de tabla con factores de conversión de emisiones según tipología

Tipologías Constructivas	Descripción	COD_VIV	MP10 [kg/kWh]	MP2,5 [kg/kWh]	Sox [kg/kWh]	Nox [kg/kWh]	CO2 [kg/kWh]
Uni-T-AL	Casas	V	0,001232	0,001073	0,001060	0,033841	0,228427
Ofi-H-CES	Edificio Administrativo	EO	0,000008	0,000005	0,001333	0,000386	0,000000
Com-T-A0	Comercial	VC	0,000008	0,000005	0,000000	0,000353	0,000000
HOTEL	Hospedaje	VH	0,000008	0,000005	0,001333	0,000386	0,000000
HOSPITAL	Hospital	VS	0,000528	0,000370	0,000356	0,033137	0,227724
COL	Centro Educacional	EE	0,004620	0,004284	0,000168	0,739230	0,000401
COL	Jardín Infantil	VE	0,004620	0,004284	0,000168	0,739230	0,000401
CS	Centro Salud	CS	0,000528	0,000370	0,000356	0,033137	0,227724
ADM	Edificio Administrativo	VP	0,000008	0,000005	0,001333	0,000386	0,000000
HOTEL	Hostal	VH	0,000008	0,000005	0,001333	0,000386	0,000000
DEP	Deportivo	VD	0,000471	0,000446	0,001333	0,000386	0,000000



Para la obtención de las emisiones del material particulares y gases contaminantes se trabaja en base a los factores de emisión de diferentes combustibles. Estos datos son recopilados a partir de diferentes fuentes como:

- 1) Factores de emisión de CO₂ para combustibles utilizados en Chile como Gasolina, Kerosene, Diesel, GLP, Gas natural, Carbón:

-Elaboración en base a las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efectos invernaderos cuadro 1.2, cuadro 2.2 y Balance Nacional de Energía.

-Huella de carbono de minergía Chile / Combustibles Chile.

- 2) Factores de emisión para la leña seca y húmeda de MP 10, MP 2,5:

-SICAM INGENIERÍA, 2014.

En base a esta bibliografía se establece el Resumen de Emisiones Principales Fuentes (kg/kWh):

RESUMEN DE EMISIONES PRINCIPALES FUENTES (kg/kWh)								
COMBUSTIBLE	MP10	MP2,5	SO ₂	Nox	CO	COV's	CO ₂	HAP's
LEÑA SECA								
Cocina a leña	1,86E-03	1,73E-03	9,91E-05	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,37E-04	1,56E-02
Combustión lenta S/T	1,54E-03	1,44E-03	9,91E-05	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,37E-04	1,56E-02
Combustión lenta C/T	1,29E-03	1,21E-03	9,91E-05	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,37E-04	1,56E-02
Salamandra	3,15E-03	2,92E-03	9,91E-05	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,37E-04	1,56E-02
Chimenea	2,50E-03	2,28E-03	9,91E-05	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,37E-04	1,56E-02
Calefactor Certificado	6,19E-04	5,70E-04	9,91E-05	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,37E-04	1,56E-02
Nueva Tecnología	5,20E-04	4,95E-04	9,91E-05	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,37E-04	1,56E-02
Calefactor a pellet	4,71E-04	4,46E-04	9,91E-05	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	2,37E-04	1,56E-02
LEÑA HÚMEDA								
Cocina a leña	4,38E-03	4,10E-03	1,26E-04	5,54E-01			3,01E-04	2,98E-02
Combustión lenta S/T	3,72E-03	3,47E-03	1,26E-04	5,54E-01			3,01E-04	2,98E-02
Combustión lenta C/T	3,47E-03	3,21E-03	1,26E-04	5,54E-01			3,01E-04	2,98E-02
Salamandra	8,98E-03	8,35E-03	1,26E-04	5,54E-01			3,01E-04	2,98E-02
Chimenea	8,98E-03	8,38E-03	1,26E-04	5,54E-01			3,01E-04	2,98E-02
Calefactor Certificado	3,47E-03	3,21E-03	1,26E-04	5,54E-01			3,01E-04	2,98E-02
Nueva Tecnología	1,73E-03	1,61E-03	1,26E-04	5,54E-01			3,01E-04	2,98E-02
Calefactor a pellet	0,00E+00	0,00E+00		5,54E-01			3,01E-04	2,98E-02
MALA OPERACIÓN (LEÑA SECA Y HÚMEDA)								
Cocina a leña								
Combustión lenta S/T								
Combustión lenta C/T								
Salamandra								
Chimenea								
Calefactor Certificado								
Nueva Tecnología								
Calefactor a pellet								
Gas Natural	1,64E-05	1,15E-05	0,00E+00	3,53E-04	1,56E-04	8,20E-06	0,00E+00	
Carbón Bituminoso	1,05E-03	3,36E-04	0,00E+00	1,23E-03	3,36E-05	1,68E-06	3,41E-01	
Carbón antracita	1,44E-03	4,58E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
Diesel Nº2	8,22E-06	4,64E-06	1,33E-03	3,86E-04	4,64E-05	4,64E-06	0,00E+00	
Diesel Nº4	3,90E-02	1,26E-02	1,25E+00	4,37E-01	4,29E-02	3,46E-03	0,00E+00	
Diesel Nº5	2,89E-04	3,22E-05	1,34E-03	3,01E-04	4,39E-05	1,44E-05	2,79E-01	
Diesel Nº6	4,50E-04	2,43E-04	1,31E-03	2,95E-04	4,34E-05	1,42E-05	2,79E-01	
GLP	5,28E-04	3,70E-04	3,56E-04	3,31E-02	1,86E-02	2,43E-03	2,28E-01	

Ilustración 87: Resumen de Emisiones Principales Fuentes



Por último, se presenta un diagrama conceptual de metodología antes descrita y la tabla resultante de este proceso:

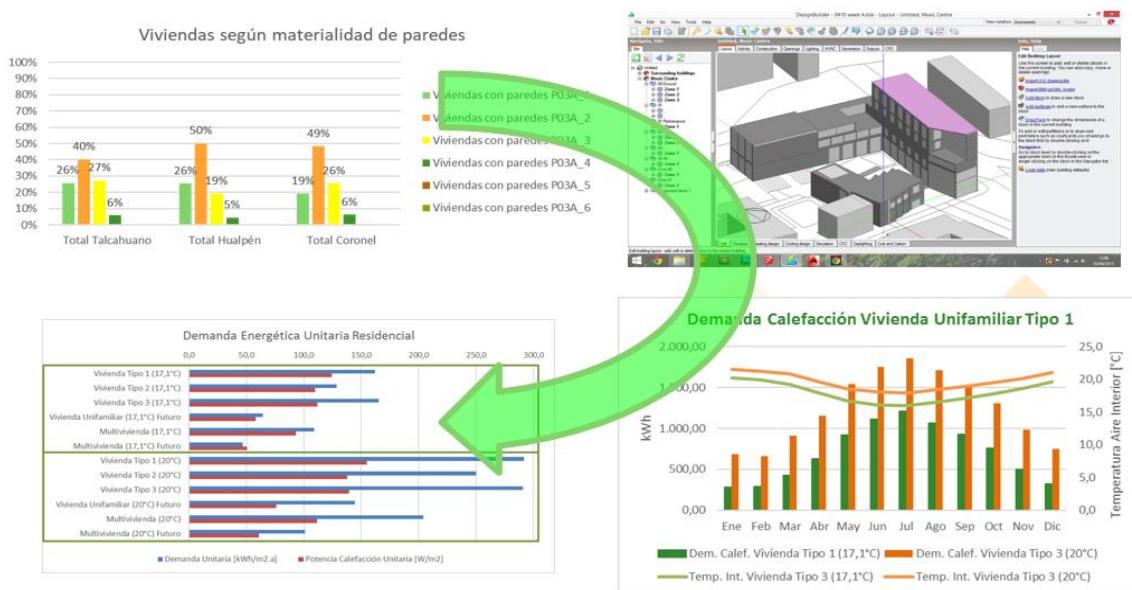


Ilustración 88. Diagrama conceptual de la asignación de consumos por tipologías

Tabla 43: Ejemplo Tabla resultante del proceso

CLAVE	SUP_MZ_IN E-SII [m2]	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]	EMI_MP10 (Kg/m2*año)	EMI_MP2,5 (Kg/m2*año)
11101011001001-73	12.852	76	64	827	0,1365	0,1256
11101011001002-53	12.841	29	25	324	0,0776	0,0716
11101011001003-43	11.086	132	106	1.172	0,1493	0,1361
11101011001004-33	6.725	145	111	746	0,1475	0,1351
11101011001005-34	11.472	99	93	1.067	0,2709	0,2508
11101011001006-44	12.460	94	78	972	0,1572	0,1450
11101011001008-54	7.373	49	72	528	0,0201	0,0182
11101011001009-74	7.281	64	63	461	0,1104	0,1017
11101011001010-150	7.069	38	39	279	0,0881	0,0813



Fase 1

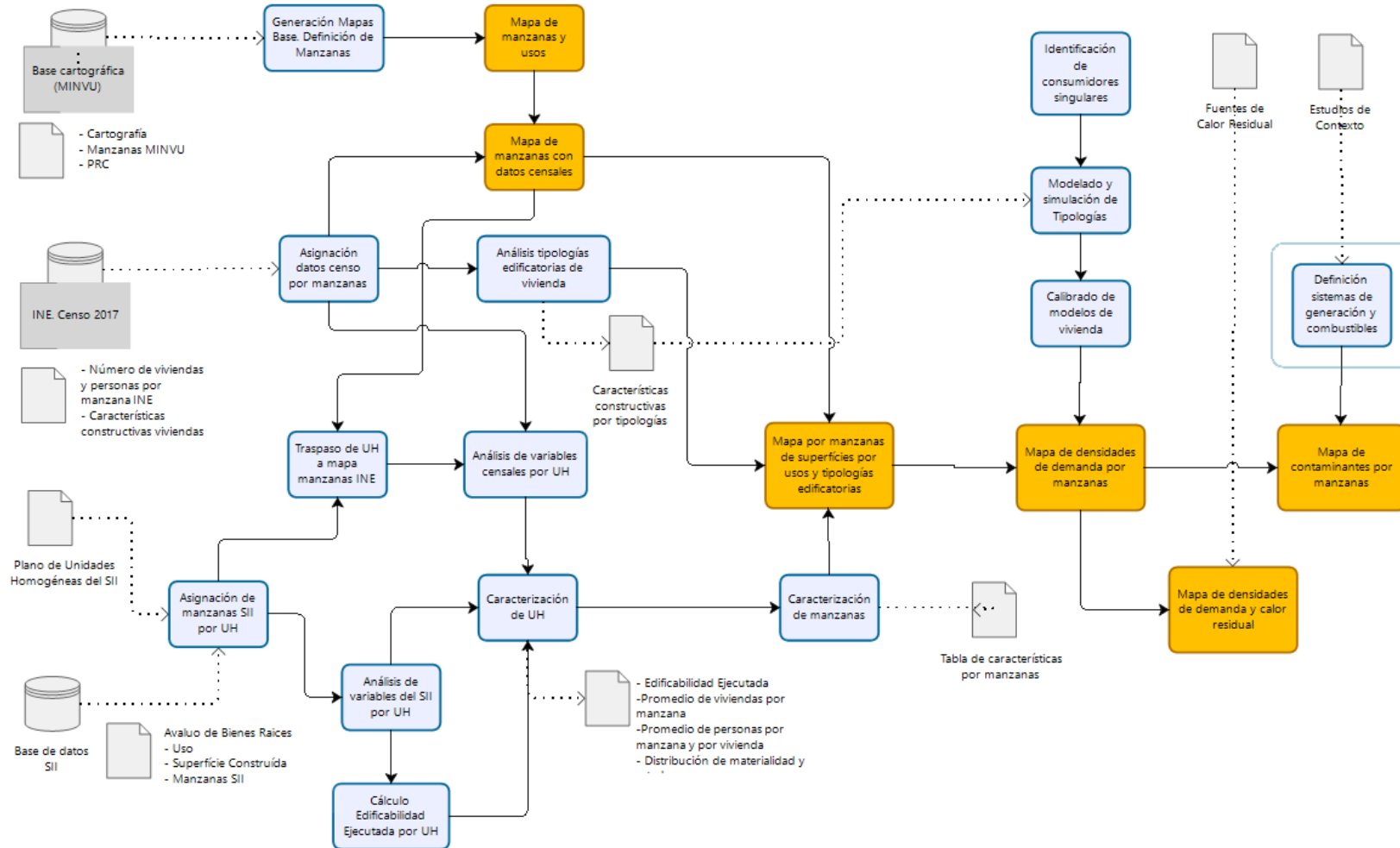


Ilustración 89. Metodología de generación de mapas de demandas y contaminantes



4. ANEXO 4. DESARROLLO DEL DISEÑO CONCEPTUAL

4.1. METODOLOGÍA

4.1.1. DIAGRAMA

Para el desarrollo del diseño conceptual, la metodología general utilizada se expone a continuación.

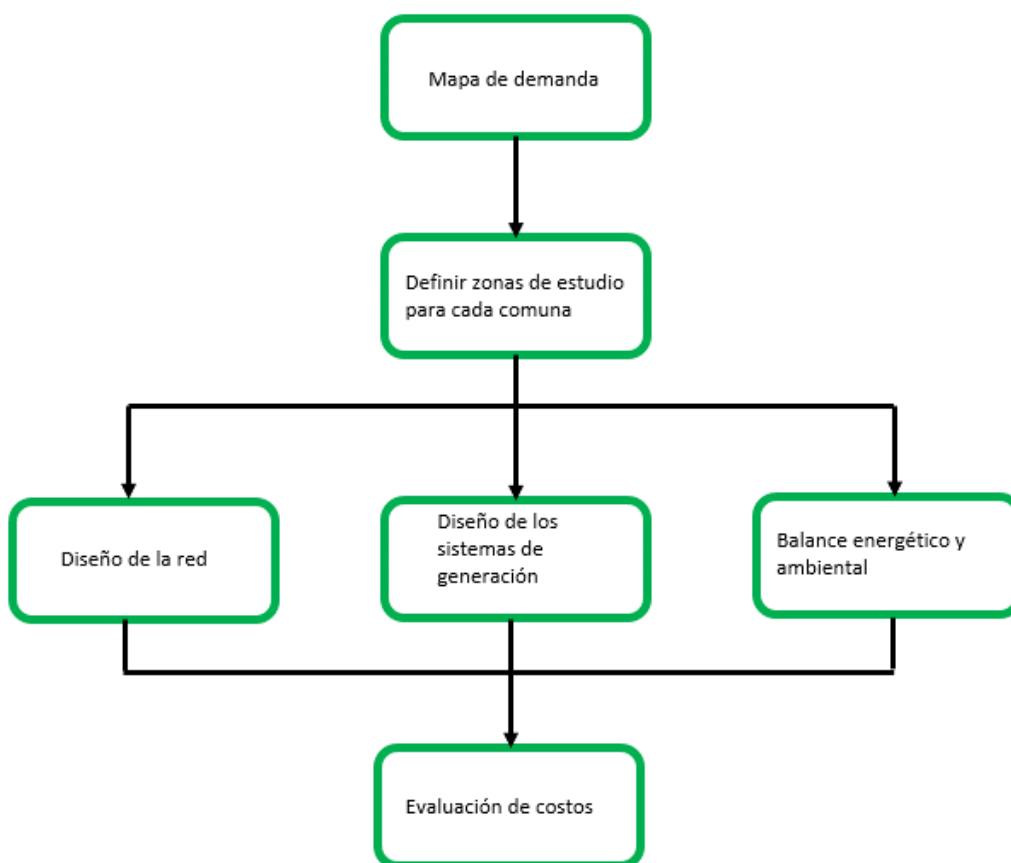


Ilustración 90 Metodología general en etapa de diseño conceptual



4.2. DISEÑO DE LA RED

La red distrital en el presente estudio tiene como objetivo satisfacer las demandas de agua caliente sanitaria y de calefacción que cada cliente necesita. Para este fin, se desarrolló un diseño de red que consiste en definir la distribución de las cañerías que distribuyen agua caliente desde la central térmica hacia cada una de las edificaciones.

A partir del mapa de demanda, donde se puede apreciar la cantidad de energía demandada, se definieron fases de desarrollo de la red de calefacción distrital en la ciudad. Una vez definidas estas fases se procedió a evaluar tanto de manera técnica como económica la factibilidad de implementar los sistemas distritales. Considerando lo antes mencionado, se agruparon tanto, edificios como casas en manzanas tal como se muestra, a modo de ejemplo en la Ilustración 91.

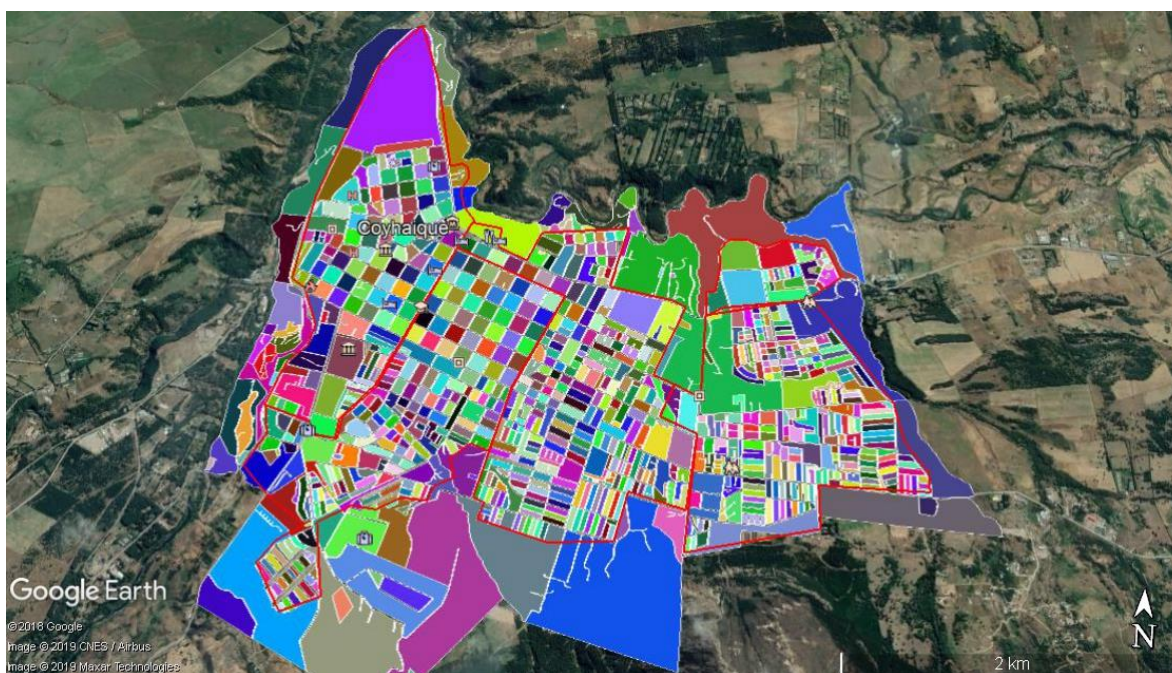


Ilustración 91. Mapa de manzanas definidas para el diseño de la red distrital en Coyhaique

Se llevó a cabo un diseño de red, consistente en un esquema de las líneas de cañerías, las cuales fueron agrupadas en principales, secundarias y menores. Luego, considerando la posible ubicación de la central térmica, se utilizó una morfología de red tipo “árbol”, es decir, que en la central térmica comienza una cañería que luego se va bifurcando a otros sectores. En el caso de Coyhaique, debido a su extensión, se considera la existencia de varias centrales térmicas, que alimentarían las distintas



fases de desarrollo. En la Ilustración 92 se muestra, a modo de ejemplo el esquema de cañerías para la Fase 2 de desarrollo de Coyhaique

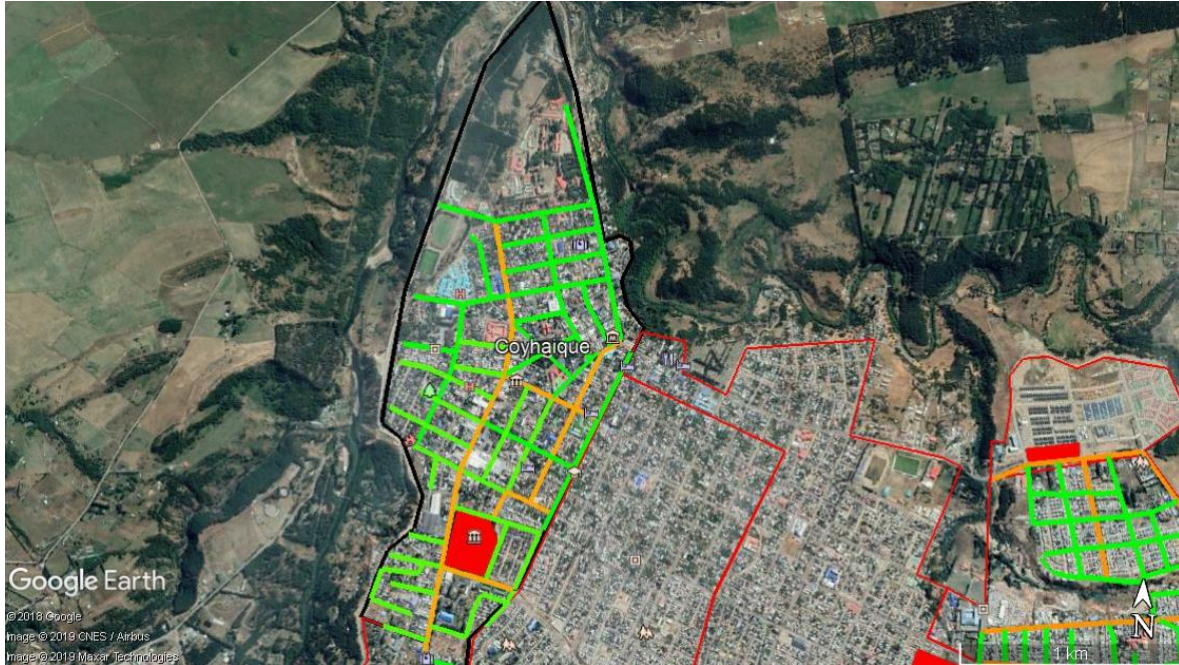


Ilustración 92. Diseño de red para calefacción distrital tipo árbol en Coyhaique

De la imagen anterior se puede observar que el tipo de línea de cañería del sistema se puede identificar, a través de colores, los cuales se describen a continuación:

- Color Naranja: Líneas de cañerías principales. Estas cañerías son las que transportan un mayor caudal y se encuentran unidas a la línea que se conecta directamente con la central térmica, por lo que deben ser capaces de llevar todo el caudal requerido.
- Color Verde: Líneas de cañerías secundarias. Estas se encuentran conectadas a las líneas de cañerías principales y deberán conectar directamente a algunas edificaciones con una línea principal.

Debido a la extensión de la ciudad, no se dibujaron en forma detallada la red de cañerías menores, las que se calcularon, pero no se dibujaron en el mapa de la misma forma que las principales.

Cabe mencionar que se tomó en consideración que cada una de las cañerías o un grupo de estas, debía alimentar a cada una de las manzanas. De este modo se va a considerar por ejemplo que, si tres cañerías rodean a una manzana, un tercio de la potencia proviene de cada una de las cañerías. En el caso de que una manzana estuviera rodeada por dos cañerías, la potencia demandada se verá



dividida en dos por lo que una cañería entrega la mitad de la potencia y la otra cañería entregaría la otra mitad. Se puede apreciar mejor este proceso en la siguiente ilustración.

ID MANZANA	Partes de Manzana	¿Existe?	Tubos por manzana	Singular	Potencia Singular	Potencia Casas	Potencia Casas	Potencia Total
12201011001064-57	12201011001064-57-1	1	2			352	176	176
12201011001064-57	12201011001064-57-2	1					176	176
12201011001064-57	12201011001064-57-3	0						0
12201011001064-57	12201011001064-57-4	0						0
12201011001063-56	12201011001063-56-1	1	3			884	295	295
12201011001063-56	12201011001063-56-2	1					295	295
12201011001063-56	12201011001063-56-3	1					295	295
12201011001063-56	12201011001063-56-4	0						0

Ilustración 93. División de potencia demandada a partir de las cantidades de cañerías que rodean a una manzana

Una vez divida la potencia que entra a cada manzana, dependiendo de la cantidad de cañerías que la rodean, se procede a determinar el caudal de agua caliente requerida por cada manzana diferenciando la alimentación que se hace a un edificio singular con la alimentación que requiere una vivienda, como también se puede apreciar Ilustración 93. Para determinar el caudal a partir de la potencia demandada, se utiliza la siguiente expresión matemática.

$$Q = \frac{860 * P}{\Delta t * C_e * \gamma}$$

Donde:

P : Potencia en Watts

t : Temperatura en °C

C_e : Calor específico correspondiente a 1Kcal/hKgC

γ : Peso específico correspondiente a 1000 Kg/m³

El caudal en cada manzana se va a distribuir considerando la metodología de cañerías que rodean a una manzana como se mencionó anteriormente.

Luego de obtener el caudal de agua caliente para alimentar a cada manzana, se procedió a analizar el caudal por tramo de red, es decir, se analizó el recorrido que debe hacer el agua caliente desde la central térmica a cada manzana. Si observamos la Ilustración 94 se puede ver que la manzana anaranjada es alimentada por la cañería principal CQ_1_1 en un frente, luego por CQ_2_15 y CQ_1_1 en otro, mientras por un tercer frente es alimentada por CQ_1_3, para finalmente ser alimentada en el cuarto frente rodeado de cañería por la ruta CQ_2_12 y CQ_1_1. Este procedimiento se llevó a cabo para cada manzana, con lo que se pudo definir el caudal que se necesita transportar en cada cañería, de este modo también se pudo definir el diámetro de cada cañería, lo que permite estimar



costos en cañerías y las obras civiles para instalarlas. Las condiciones para determinar el diámetro de cada cañería fue la imposición de que en cada tubo no podía existir una pérdida de carga mayor a 40 mmca y no se puede superar una velocidad de flujo de 2,5 m/s. En algunos casos, y para permitir el crecimiento posterior de la cañería, se utilizó un criterio más exigente, que supuso un límite de velocidad de flujo de 2,0 m/s.



Ilustración 94. Ejemplo de tramo recorridos para alimentar con agua caliente a la manzana 1060-55

En la ilustración a continuación se indica la ubicación de diseño de la central térmica, se observa que se encuentra cercana a la costa, periférica a las manzanas que debe alimentar. Esto indica que la morfología de la red de cañerías debe nacer desde la central e ir avanzando a través de las distintas rutas de la ciudad, lo que se condice con una morfología tipo “árbol” en donde cada cañería se asemeja a ramas que avanzan y se bifurcan a medida que llegan a diferentes manzanas.



Ilustración 95. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 0 de Desarrollo de Coyhaique

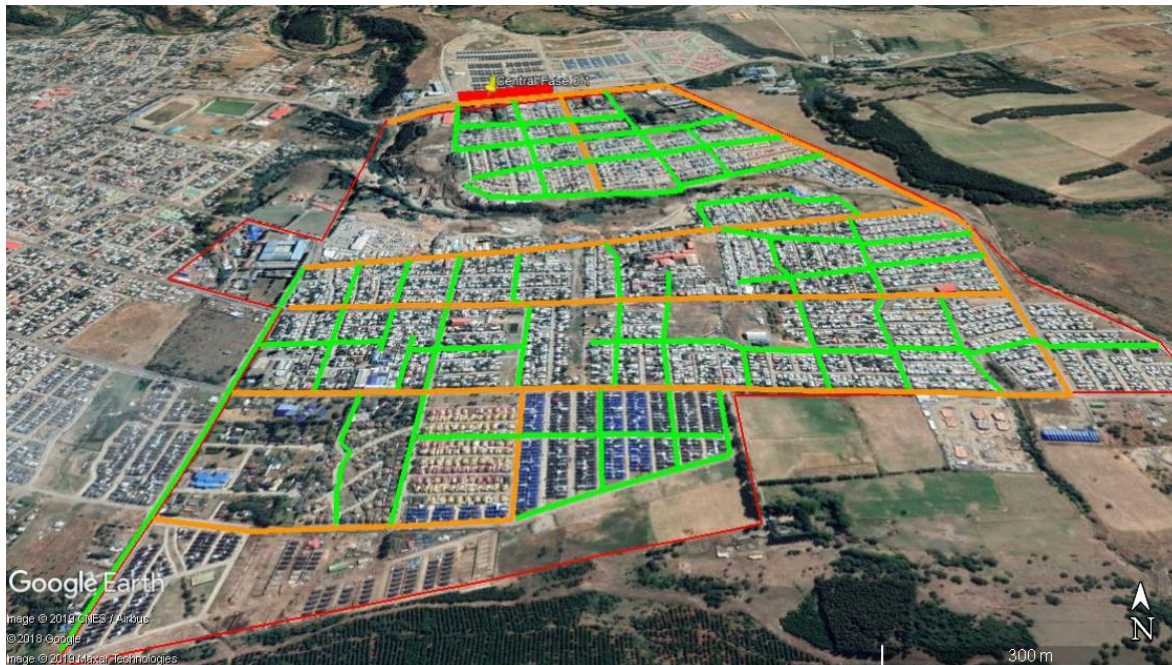


Ilustración 96. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 1 de Desarrollo de Coyhaique



Ilustración 97. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 2 de Desarrollo de Coyhaique



Ilustración 98. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 3 de Desarrollo de Coyhaique



Ilustración 99. Diseño de Red de Calefacción Distrital para la Fase 4 de Desarrollo de Coyhaique

Como se mencionó en la sección anterior, en función de la potencia demandada por cada manzana, se establece el caudal que debe llevar cada cañería de la red. En la Tabla 44 se lista la densidad de potencia y potencia para cada manzana de la ciudad.

Tabla 44. Resumen de la potencia demandada por manzana en la ciudad de Coyhaique considerando edificios singulares y tipología de vivienda

CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m ² *año]	Densidad de Potencia [W/m ²]	Potencia [kW]
11101011001001-73	52	53	675
11101011001002-53	17	19	248
11101011001003-43	100	90	993
11101011001004-33	92	94	633
11101011001005-34	72	82	944
11101011001006-44	66	68	846
11101011001008-54	45	69	511
11101011001009-74	47	55	397
11101011001010-150	28	35	246
11101011001011-157	43	36	248
11101011001014-45	76	58	731
11101011001015-35	76	71	249
11101011001016-35	168	170	501
11101011001017-240	36	44	491



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101011001018-57	51	57	417
11101011001022-259	27	30	318
11101011001024-250	47	53	683
11101011001025-260	35	40	506
11101011001901-0	0	0	0
11101011001901-158	124	81	553
11101011001901-159	40	49	375
11101011001901-249	38	46	254
11101011001901-55	40	50	370
11101011001901-56	39	43	318
11101011001901-58	93	156	1.121
11101011002002-1	10	11	832
11101011002003-1	17	12	1.401
11101011002004-123	3	3	1.429
11101011002004-49	16	18	484
11101011002005-123	3	3	393
11101011002007-80	56	62	423
11101011002008-61	67	73	429
11101011002009-0	0	0	0
11101011002009-64	935	643	324
11101011002009-65	1.037	698	329
11101011002009-66	923	642	333
11101011002009-67	953	654	326
11101011002010-60	49	54	344
11101011002011-62	55	58	239
11101011002012-40	66	68	864
11101011002013-30	51	62	771
11101011002014-31	40	44	560
11101011002015-41	45	51	635
11101011002016-51	49	53	679
11101011002017-71	42	47	604
11101011002018-81	38	43	550
11101011002019-101	49	55	644
11101011002020-92	124	150	4.022
11101011002021-102	50	55	379
11101011002022-82	46	88	760
11101011002023-72	45	49	633
11101011002024-52	39	44	576
11101011002025-42	36	41	527



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101011002026-32	40	54	706
11101011002901-123	3	3	800
11101011003001-113	69	73	478
11101011003002-83	480	130	621
11101011003002-93	30	37	203
11101011003004-148	45	51	651
11101011003005-155	44	50	643
11101011003006-156	45	51	646
11101011003007-276	45	43	477
11101011003008-275	49	53	361
11101011003009-295	43	49	609
11101011003011-316	48	52	649
11101011003012-315	80	88	1.133
11101011003013-335	43	48	594
11101011003014-336	23	25	318
11101011003901-149	29	76	962
11101011003901-296	88	101	1.278
11101011004001-114	20	20	417
11101011004002-124	35	37	265
11101011004002-154	14	13	416
11101011004003-154	10	10	83
11101011004004-274	81	87	309
11101011004006-273	75	81	118
11101011004007-274	81	87	265
11101011004009-292	31	35	283
11101011004010-293	60	66	1.165
11101011004011-294	43	46	249
11101011004012-0	0	0	0
11101011004013-314	71	78	749
11101011004014-1004	2	3	64
11101011004014-123	3	3	189
11101011004014-154	10	10	770
11101011004901-272	44	147	1.140
11101011004901-274	81	87	115
11101011004901-292	31	35	217
11101011004901-333	55	54	715
11101011004901-334	33	37	293
11101011005001-277	44	56	704
11101011005002-278	40	38	488



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101011005003-279	38	44	564
11101011005004-2609	51	63	796
11101011005006-299	53	75	929
11101011005007-298	26	29	364
11101011005008-297	55	62	793
11101011005009-317	122	100	1.232
11101011005010-318	40	44	558
11101011005011-319	34	39	500
11101011005012-320	34	39	498
11101011005013-340	43	49	621
11101011005014-339	36	40	507
11101011005015-338	264	158	1.980
11101011005017-359	31	25	702
11101011005018-2205	67	76	447
11101011005018-359	19	22	246
11101011005019-2206	50	55	394
11101011005901-300	52	59	732
11101011005901-337	32	36	461
11101011006001-200	11	10	249
11101011006002-200	13	11	1.785
11101011006003-247	33	37	533
11101011006004-246	39	48	616
11101011006005-245	31	34	439
11101011006006-244	32	59	757
11101011006007-243	63	74	970
11101011006008-242	38	46	589
11101011006009-241	43	48	628
11101011006010-251	39	43	560
11101011006011-252	56	63	827
11101011006012-253	43	47	623
11101011006013-254	44	51	663
11101011006014-255	48	53	694
11101011006015-256	39	44	569
11101011006016-257	43	48	636
11101011006017-267	41	46	589
11101011006018-266	41	46	582
11101011006019-265	42	47	591
11101011006020-264	46	51	648
11101011006021-263	44	47	602



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101011006022-262	48	55	704
11101011006023-261	133	141	1.793
11101011007001-280	49	83	1.052
11101011007002-282	45	52	663
11101011007003-283	110	91	1.186
11101011007004-284	47	51	655
11101011007005-285	45	55	693
11101011007006-286	44	51	641
11101011007007-287	48	53	689
11101011007008-307	31	33	424
11101011007009-306	34	38	474
11101011007010-305	38	44	560
11101011007011-304	52	58	749
11101011007012-303	28	36	469
11101011007013-302	45	51	650
11101011007014-301	46	51	645
11101011007015-321	42	47	603
11101011007016-322	50	56	713
11101011007017-323	38	42	541
11101011007018-324	48	46	590
11101011007019-325	33	37	476
11101011007020-326	34	38	489
11101011007021-327	40	44	563
11101011007022-347	43	49	622
11101011007023-346	36	42	522
11101011007024-345	33	37	468
11101011007025-344	42	47	574
11101011007026-343	43	48	604
11101011007027-342	37	41	520
11101011007028-341	53	59	739
11101111001001-2999	0	0	41
11101121001001-0	0	0	0
11101121001001-1003	19	25	884
11101121001001-1004	2	3	389
11101121001001-357	36	41	408
11101121001002-355	37	41	785
11101121001002-362	25	27	825
11101121001003-355	37	41	127
11101121001004-355	37	41	471



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121001005-361	39	45	1.042
11101121001006-356	38	42	456
11101121001007-356	38	42	469
11101121001009-2006	3	3	17
11101121001009-358	19	21	876
11101121001011-2007	1	1	11
11101121001011-2008	0	0	0
11101121001012-2001	0	0	0
11101121001012-2004	4	5	33
11101121001012-2005	3	3	21
11101121001013-2003	59	92	741
11101121001014-2002	15	16	292
11101121001015-1004	2	3	94
11101121001019-0	0	0	0
11101121001019-1003	57	45	2.537
11101121001901-0	0	0	0
11101121001901-2000	190	94	804
11101121001901-358	19	21	44
11101121002001-0	0	0	0
11101121002001-2215	46	52	232
11101121002001-2216	1.291	1.030	372
11101121002001-2217	817	550	248
11101121002001-2218	829	569	247
11101121002001-2219	1.476	993	221
11101121002001-2220	709	477	206
11101121002001-2221	775	521	248
11101121002001-2222	1.165	784	221
11101121002001-229	0	0	0
11101121002001-360	57	43	1.755
11101121002002-2210	62	67	235
11101121002003-573	35	38	172
11101121002004-578	38	43	227
11101121002005-583	28	38	238
11101121002006-587	25	28	140
11101121002007-591	42	48	178
11101121002008-566	35	39	133
11101121002009-523	48	54	331
11101121002010-524	49	56	216
11101121002011-525	40	45	164



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121002012-564	39	43	116
11101121002013-592	58	64	151
11101121002014-590	53	59	210
11101121002015-586	44	49	244
11101121002016-582	36	41	178
11101121002017-581	35	41	200
11101121002018-577	46	51	223
11101121002019-572	43	49	229
11101121002020-2211	66	74	238
11101121002021-2212	49	54	157
11101121002022-2213	66	73	169
11101121002023-2214	45	50	127
11101121002024-571	44	49	396
11101121002026-585	45	51	322
11101121002027-589	37	41	281
11101121002028-563	44	49	173
11101121002029-568	40	45	184
11101121002030-567	50	58	355
11101121002031-565	32	36	137
11101121002032-588	32	35	264
11101121002033-569	44	51	177
11101121002033-588	32	35	505
11101121002034-584	20	22	384
11101121002035-584	20	22	34
11101121002036-584	20	22	48
11101121002037-579	34	38	237
11101121002038-570	13	17	455
11101121002039-0	0	0	0
11101121002039-575	82	49	1.583
11101121002040-0	0	0	0
11101121002041-2107	47	56	62
11101121002042-2104	64	74	401
11101121002043-2102	67	75	288
11101121002044-2100	85	96	331
11101121002045-594	51	56	460
11101121002046-595	42	46	217
11101121002047-597	65	70	363
11101121002048-596	57	61	368
11101121002049-596	57	61	58



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121002050-598	39	43	218
11101121002052-0	0	0	0
11101121002052-2106	78	87	108
11101121002053-2101	76	84	249
11101121002054-2103	72	80	211
11101121002055-0	0	0	0
11101121002055-2105	102	113	83
11101121002056-0	0	0	0
11101121002057-2108	50	60	103
11101121002058-0	0	0	0
11101121002059-0	375	600	300
11101121002060-2109	49	58	133
11101121002061-2112	42	50	63
11101121002062-2111	61	72	203
11101121002063-2110	57	68	189
11101121002064-0	0	0	0
11101121002065-0	0	0	0
11101121002066-2116	49	59	189
11101121002067-2115	49	59	179
11101121002068-2113	51	61	101
11101121002069-2114	37	45	120
11101121002901-0	0	0	0
11101121002901-580	17	33	463
11101121003002-452	97	105	265
11101121003003-456	85	93	262
11101121003004-2208	46	50	248
11101121003005-2207	56	63	239
11101121003005-359	19	22	443
11101121003006-364	41	45	831
11101121003007-365	29	32	353
11101121003008-549	0	0	0
11101121003009-504	41	44	370
11101121003010-506	46	52	182
11101121003011-505	1	2	6
11101121003012-503	37	42	432
11101121003013-502	48	52	476
11101121003014-501	45	50	519
11101121003015-500	43	48	498
11101121003016-2200	69	76	310



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121003017-2201	66	73	317
11101121003018-455	91	105	436
11101121003019-453	69	79	595
11101121003020-451	98	112	440
11101121003021-0	0	0	0
11101121003021-450	94	112	417
11101121003021-454	132	157	446
11101121003022-2202	64	71	333
11101121003023-2203	78	86	431
11101121003024-2204	80	89	441
11101121003025-507	45	49	374
11101121003026-508	45	51	384
11101121003027-509	37	41	297
11101121003028-510	42	47	304
11101121003029-511	49	53	274
11101121003030-512	44	48	236
11101121003031-518	44	49	483
11101121003032-517	44	49	396
11101121003033-516	49	55	262
11101121003034-515	40	45	213
11101121003036-513	30	33	209
11101121003036-514	30	35	87
11101121003036-587	25	28	60
11101121003037-0	0	0	0
11101121003038-593	20	22	69
11101121003039-0	0	0	0
11101121003040-526	28	32	304
11101121003041-526	28	31	66
11101121003042-0	0	0	0
11101121003042-522	37	41	341
11101121003042-527	37	41	104
11101121003043-527	37	41	123
11101121003901-359	19	22	1.258
11101121003901-514	30	35	135
11101121004001-550	72	79	388
11101121004002-551	52	57	274
11101121004003-552	60	65	332
11101121004004-553	37	40	145
11101121004005-691	51	56	344



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121004006-650	43	48	175
11101121004006-651	55	61	460
11101121004007-652	63	69	222
11101121004008-653	44	49	151
11101121004009-654	48	56	557
11101121004010-649	0	0	0
11101121004011-671	65	72	440
11101121004012-672	69	78	433
11101121004013-679	53	58	381
11101121004014-659	91	102	426
11101121004015-658	60	66	282
11101121004016-656	92	100	332
11101121004017-655	79	88	420
11101121004018-657	68	74	147
11101121004019-557	41	46	194
11101121004020-556	71	77	327
11101121004021-555	67	74	308
11101121004022-554	47	41	171
11101121004023-558	23	39	592
11101121004024-560	53	59	310
11101121004025-561	73	52	296
11101121004026-664	73	81	470
11101121004027-665	111	123	440
11101121004028-660	91	102	181
11101121004028-661	0	0	0
11101121004029-666	107	117	385
11101121004030-667	100	110	341
11101121004031-662	0	0	0
11101121004032-668	40	45	429
11101121004033-670	72	79	238
11101121004034-670	72	79	243
11101121004035-663	43	47	171
11101121004036-678	62	67	451
11101121004037-673	52	58	336
11101121004038-674	60	67	387
11101121004039-677	72	81	534
11101121004040-676	55	60	419
11101121004041-675	62	70	429
11101121004042-680	16	17	299



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121004043-681	61	68	582
11101121004043-689	31	34	121
11101121004044-689	31	34	283
11101121004045-0	0	0	0
11101121004045-4102	70	83	450
11101121004045-4103	64	76	310
11101121004046-669	47	53	405
11101121004047-562	50	55	344
11101121004048-559	41	45	323
11101121004049-519	66	73	514
11101121004050-520	73	80	273
11101121004050-530	45	55	197
11101121004051-521	55	61	495
11101121004052-4128	30	39	201
11101121004053-4129	53	69	507
11101121005001-636	73	80	411
11101121005002-637	27	29	153
11101121005003-682	39	43	200
11101121005004-683	73	80	351
11101121005005-684	62	68	141
11101121005005-692	54	59	117
11101121005006-693	55	61	216
11101121005007-694	59	64	440
11101121005008-4802	46	60	193
11101121005009-4801	49	64	255
11101121005011-4812	26	34	199
11101121005012-1004	2	3	136
11101121005012-2332	59	73	331
11101121005013-1004	2	3	7
11101121005013-2330	75	89	371
11101121005013-2331	42	52	225
11101121005014-2331	42	52	798
11101121005015-0	0	0	0
11101121005016-4810	45	58	448
11101121005017-4811	43	57	245
11101121005018-4809	52	68	402
11101121005019-4805	32	42	137
11101121005020-4804	67	88	216
11101121005021-4803	59	78	216



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121005022-696	72	79	224
11101121005024-685	59	64	238
11101121005025-1004	2	3	60
11101121005025-640	52	56	143
11101121005025-687	47	52	116
11101121005025-688	57	61	76
11101121005027-642	63	68	42
11101121005028-643	68	76	54
11101121005029-644	57	62	43
11101121005030-646	44	50	125
11101121005030-688	57	61	57
11101121005031-645	35	38	44
11101121005032-697	60	65	210
11101121005033-698	66	73	232
11101121005034-699	56	61	213
11101121005035-4806	53	69	216
11101121005036-4807	61	80	216
11101121005037-4808	53	70	304
11101121005500-4813	38	49	186
11101121005501-1004	2	3	45
11101121005501-4814	3	4	29
11101121005901-641	27	29	24
11101121005901-695	56	63	92
11101121005901-868	0	0	0
11101121006001-1004	2	3	49
11101121006002-1004	2	3	12
11101121006003-4001	25	30	94
11101121006004-4006	78	93	498
11101121006005-4004	43	51	247
11101121006006-4003	85	102	429
11101121006008-0	27	43	377
11101121006010-0	0	0	0
11101121006010-1004	2	3	81
11101121006010-1007	7	9	670
11101121006010-4002	25	30	49
11101121006010-4007	66	79	114
11101121006010-4008	19	23	161
11101121006010-4010	42	51	166
11101121006010-4030	0	0	0



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121006012-1006	6	7	183
11101121006013-0	0	0	0
11101121006014-1006	6	7	995
11101121006015-2021	19	25	91
11101121006016-2022	73	95	1.038
11101121006017-1003	21	27	665
11101121006017-1008	2	2	517
11101121006017-2020	2	3	145
11101121006017-2023	57	74	254
11101121006017-2024	84	109	78
11101121006018-0	0	0	0
11101121006019-2118	40	52	514
11101121006020-2120	62	81	250
11101121006021-2121	76	99	313
11101121006022-2122	79	103	313
11101121006023-2124	42	55	149
11101121006023-2126	24	31	79
11101121006024-2125	71	93	238
11101121006025-2127	70	92	425
11101121006026-2123	120	156	288
11101121006026-2133	43	57	96
11101121006027-2119	59	77	383
11101121006028-2130	52	68	320
11101121006029-2133	43	57	186
11101121006030-2137	71	93	406
11101121006031-2138	72	94	404
11101121006032-2134	67	87	285
11101121006033-2131	56	74	319
11101121006034-2132	75	97	394
11101121006035-2135	51	67	228
11101121006036-2139	83	108	350
11101121006037-2140	57	74	172
11101121006038-2136	39	50	160
11101121006039-0	0	0	0
11101121006039-1006	6	7	95
11101121006039-2118	40	52	199
11101121006039-2129	3	4	37
11101121006901-0	0	0	0
11101121006901-1003	19	25	689



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121006901-1006	6	7	40
11101121006901-1007	7	9	27
11101121007001-2314	0	0	0
11101121007002-2322	53	63	321
11101121007003-2323	58	69	342
11101121007004-2334	51	67	255
11101121007005-2336	51	66	246
11101121007006-2338	54	70	255
11101121007007-2340	54	70	255
11101121007008-2342	59	77	255
11101121007009-2344	73	95	273
11101121007010-2346	70	91	273
11101121007011-2348	67	87	273
11101121007012-1003	19	25	284
11101121007012-1004	2	3	578
11101121007013-2347	45	59	74
11101121007014-2345	51	67	116
11101121007015-2343	58	76	158
11101121007016-2341	49	64	177
11101121007017-2339	47	61	216
11101121007018-2337	54	71	278
11101121007019-2335	54	70	314
11101121007020-2333	49	63	354
11101121007021-2324	51	60	271
11101121007022-2325	63	75	335
11101121007023-2326	63	74	334
11101121007024-2327	45	57	468
11101121007026-4704	54	71	140
11101121007027-1004	2	3	16
11101121007028-4703	57	74	175
11101121007030-0	0	0	0
11101121007031-4706	66	86	210
11101121007032-4705	46	60	210
11101121007033-4700	48	63	210
11101121007034-1004	2	3	111
11101121007036-704	57	68	380
11101121007037-703	60	72	389
11101121007038-702	55	65	400
11101121007039-701	57	72	372



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121007040-705	31	40	224
11101121007041-706	50	66	361
11101121007042-707	42	55	318
11101121007043-708	36	46	299
11101121007044-4307	38	50	280
11101121007045-4306	29	38	188
11101121007046-4300	39	51	206
11101121007047-4301	55	72	310
11101121007048-4302	62	80	307
11101121007049-4303	16	21	93
11101121007050-4304	21	27	49
11101121007051-4304	21	27	81
11101121007052-4305	50	65	206
11101121007053-1004	2	3	1.640
11101121007901-1004	2	3	226
11101121007901-4702	24	32	35
11101121007901-4800	1	1	7
11101121008001-1004	2	3	183
11101121008001-528	56	61	295
11101121008001-529	34	36	49
11101121008001-531	101	130	206
11101121008002-0	0	0	0
11101121008003-4104	50	59	303
11101121008004-4106	95	141	334
11101121008005-4105	52	62	340
11101121008006-4107	62	73	342
11101121008007-4140	48	63	269
11101121008008-4141	59	77	426
11101121008009-4139	48	62	397
11101121008010-4137	51	67	347
11101121008011-4136	55	72	348
11101121008012-4138	43	56	308
11101121008013-4108	51	65	283
11101121008014-1004	2	3	6
11101121008015-1004	28	11	168
11101121008016-4112	55	66	187
11101121008017-4111	54	65	168
11101121008018-4110	66	78	252
11101121008019-4109	65	78	259



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101121008020-4004	43	51	172
11101121008021-4114	62	81	281
11101121008022-4115	65	84	281
11101121008023-4116	60	79	281
11101121008024-4117	63	82	281
11101121008025-4118	44	57	139
11101121008026-4134	54	64	318
11101121008027-4135	50	59	304
11101121008028-4133	34	40	170
11101121008029-4132	53	63	255
11101121008030-4130	54	65	264
11101121008031-4133	34	40	182
11101121008032-4148	48	62	206
11101121008033-4147	47	61	206
11101121008034-4146	46	60	206
11101121008035-4145	47	61	206
11101121008036-4144	48	62	206
11101121008037-4143	45	59	196
11101121008038-4123	69	90	256
11101121008039-4124	63	82	100
11101121008040-1004	2	3	651
11101121008040-4120	38	49	50
11101121008040-4121	52	68	60
11101121008040-4122	30	39	51
11101121008040-4125	26	34	51
11101121008040-4126	26	34	70
11101131001001-600	193	122	1.478
11101131001002-601	40	44	490
11101131001003-602	64	64	748
11101131001004-603	63	55	561
11101131001005-603	39	44	196
11101131001007-1005	3	4	146
11101131001007-618	0	0	0
11101131001008-630	42	47	356
11101131001009-621	45	50	299
11101131001011-607	57	63	526
11101131001012-606	50	55	423
11101131001013-605	42	46	497
11101131001014-604	44	50	320



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101131001015-608	64	70	465
11101131001016-609	74	82	488
11101131001017-610	26	29	125
11101131001018-611	232	120	942
11101131001019-612	58	64	505
11101131001020-622	54	59	363
11101131001021-623	58	63	126
11101131001022-623	58	63	129
11101131001023-624	53	59	354
11101131001024-627	47	51	324
11101131001025-626	5	11	46
11101131001026-625	46	51	307
11101131001027-628	48	53	363
11101131001028-626	5	11	67
11101131001029-633	42	46	230
11101131001030-631	50	57	340
11101131001031-632	41	45	282
11101131001032-0	0	0	0
11101131001901-1005	3	4	285
11101131001901-620	64	71	486
11101131002001-1005	7	6	1.863
11101131002001-2686	9	11	66
11101131002001-3047	93	177	975
11101131002001-3100	29	36	259
11101131002001-634	3	4	48
11101131002001-635	25	28	424
11101131002002-3020	5	6	51
11101131002002-3044	6	8	95
11101131002003-1005	3	4	12
11101131002003-3040	9	17	56
11101131002004-3050	74	82	164
11101131002004-3051	61	67	147
11101131002004-3067	68	78	133
11101131002005-3064	64	75	257
11101131002006-1003	19	25	171
11101131002006-1005	3	4	15
11101131002006-3043	7	9	27
11101131002007-3043	7	9	37
11101131002009-3039	64	76	275



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101131002010-3038	27	32	138
11101131002011-3065	61	67	269
11101131002012-3052	69	76	164
11101131002012-3053	71	79	173
11101131002012-3066	48	56	119
11101131002013-3020	5	6	7
11101131002013-3021	99	129	196
11101131002013-3022	103	134	196
11101131002013-3023	62	81	65
11101131002013-3062	51	56	134
11101131002014-3020	5	6	40
11101131002014-3024	103	134	65
11101131002014-3025	88	115	131
11101131002014-3026	61	80	65
11101131002015-3046	62	74	324
11101131002016-3002	43	46	155
11101131002016-3045	63	74	162
11101131002017-3001	60	67	195
11101131002017-3061	56	62	199
11101131002018-0	0	0	0
11101131002019-3048	61	73	189
11101131002020-3049	58	69	312
11101131002021-3060	48	54	280
11101131002022-3057	59	64	122
11101131002022-3058	59	65	126
11101131002022-3059	45	48	107
11101131002022-3071	53	59	145
11101131002022-3072	65	70	162
11101131002022-3073	55	59	174
11101131002023-3054	57	61	114
11101131002023-3055	68	74	123
11101131002023-3056	60	65	114
11101131002023-3068	48	58	163
11101131002023-3069	58	65	163
11101131002023-3070	58	65	165
11101131002024-3080	19	23	118
11101131002025-3081	68	80	137
11101131002026-3079	64	76	145
11101131002027-3078	44	53	88



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101131002028-3077	42	49	200
11101131002029-3076	65	72	259
11101131002030-3082	67	80	168
11101131002031-3083	81	97	168
11101131002032-3075	60	67	267
11101131002033-3074	64	75	287
11101131002035-1005	3	4	274
11101131002035-2500	45	49	264
11101131002035-2502	37	43	175
11101131002035-2506	61	66	206
11101131002035-2507	40	43	68
11101131002035-2508	0	0	0
11101131002035-3103	29	34	111
11101131002036-2501	56	62	170
11101131002037-2501	56	62	103
11101131002037-2503	103	113	150
11101131002038-2504	68	73	204
11101131002039-2505	66	71	207
11101131002040-2506	61	66	213
11101131002041-2506	61	66	312
11101131002901-0	0	0	0
11101131002901-3041	64	76	295
11101131003001-1005	3	4	74
11101131003003-2082	53	58	134
11101131003004-2081	30	34	222
11101131003005-2181	62	68	408
11101131003006-2283	61	67	265
11101131003007-2282	58	64	208
11101131003007-2284	46	50	62
11101131003007-2285	50	55	180
11101131003008-2292	31	34	189
11101131003009-2291	60	66	404
11101131003009-2300	55	61	124
11101131003011-2307	59	65	293
11101131003012-2308	50	55	428
11101131003013-2408	31	34	318
11101131003014-2407	51	55	249
11101131003015-2406	47	52	273
11101131003016-2409	207	54	348



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101131003017-2410	43	47	150
11101131003018-2414	39	44	127
11101131003019-2615	36	39	63
11101131003020-2416	95	103	165
11101131003023-2413	6	6	53
11101131003024-1005	3	4	5
11101131003024-2412	81	118	275
11101131003025-1005	3	4	80
11101131003025-2312	50	58	175
11101131003025-2316	34	37	124
11101131003026-2320	37	45	156
11101131003027-2318	14	16	58
11101131003028-2321	18	21	89
11101131003028-2403	26	30	228
11101131003028-2404	22	25	108
11101131003029-2402	40	44	164
11101131003030-2303	45	49	224
11101131003030-2304	38	41	335
11101131003030-2305	17	18	143
11101131003031-2280	56	62	164
11101131003031-2281	59	65	310
11101131003032-2180	56	61	355
11101131003033-2080	56	67	328
11101131003035-0	0	0	0
11101131003035-2179	46	50	306
11101131003036-1005	3	4	22
11101131003036-2275	69	75	93
11101131003036-2278	48	53	254
11101131003036-2279	62	92	317
11101131003036-2290	49	54	428
11101131003036-2300	55	61	130
11101131003037-2276	51	56	128
11101131003037-2300	55	61	129
11101131003038-2301	40	45	245
11101131003038-2302	43	48	238
11101131003039-2401	53	58	392
11101131003040-2309	53	58	279
11101131003041-2310	51	56	260
11101131003042-2311	42	45	199



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101131003043-2316	34	37	113
11101131003044-2317	36	41	132
11101131003500-1005	13	9	168
11101131003500-2411	29	32	30
11101131003500-2417	50	54	65
11101131003500-2418	50	61	255
11101131003500-2419	82	102	123
11101131003500-2610	43	47	226
11101131003500-2615	36	39	84
11101131003901-1005	43	15	915
11101131003901-2306	49	54	282
11101131004001-288	55	61	186
11101131004002-289	60	67	343
11101131004003-700	56	71	176
11101131004004-700	56	71	149
11101131004005-700	56	71	153
11101131004006-700	56	71	191
11101131004007-700	56	71	1.019
11101131004008-291	51	56	262
11101131004009-290	67	76	223
11101131004011-309	61	67	328
11101131004012-310	60	67	278
11101131004013-311	55	62	218
11101131004014-312	47	53	222
11101131004015-330	53	60	250
11101131004016-329	57	64	227
11101131004017-328	50	57	221
11101131004018-308	22	30	214
11101131004019-366	45	51	274
11101131004020-367	45	51	172
11101131004021-368	49	55	219
11101131004022-372	49	55	220
11101131004023-371	54	60	204
11101131004024-370	44	48	184
11101131004025-369	44	49	192
11101131004026-373	45	50	205
11101131004027-374	54	59	235
11101131004028-375	49	54	186
11101131004029-376	46	53	213



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101131004030-397	45	50	437
11101131004031-396	47	51	438
11101131004032-395	50	55	473
11101131004033-394	60	67	593
11101131004034-392	18	34	296
11101131004034-408	44	49	139
11101131004035-392	18	34	204
11101131004036-391	181	138	954
11101131004037-390	28	31	427
11101131004038-399	60	68	221
11101131004039-409	30	33	251
11101131004041-408	44	49	191
11101131004042-413	50	58	278
11101131004043-414	43	46	236
11101131004044-419	51	57	337
11101131004045-420	54	60	378
11101131004046-426	43	48	496
11101131004047-421	45	50	316
11101131004048-415	41	44	159
11101131004049-402	50	55	195
11101131004050-403	40	44	273
11101131004051-401	23	25	152
11101131004052-0	0	0	0
11101131004053-0	0	0	0
11101131004054-410	53	59	396
11101131004055-416	37	41	286
11101131004056-0	0	0	0
11101131004057-423	55	61	324
11101131004058-424	46	52	459
11101131004059-425	35	39	350
11101131004060-417	36	40	267
11101131004061-411	35	39	255
11101131004062-405	46	51	275
11101131004063-406	47	53	280
11101131004064-1005	3	4	63
11101131004064-400	343	118	445
11101131004064-407	24	28	88
11101131004065-412	50	58	197
11101131004066-0	0	0	0



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101131004067-1005	3	4	119
11101131004067-418	3	3	12
11101131004901-308	22	30	209
11101131004901-408	44	49	314
11101131005001-1005	3	4	1.010
11101131005001-176	3	3	19
11101131005001-177	23	27	289
11101131005001-178	21	24	162
11101131005001-179	13	15	63
11101131005001-181	3	4	8
11101131005001-182	3	4	164
11101131005001-212	16	18	142
11101131005001-213	9	10	145
11101131005001-222	33	37	159
11101131005001-223	20	25	136
11101131005001-232	0	0	0
11101131005002-185	37	42	291
11101131005003-187	50	56	272
11101131005004-188	40	44	238
11101131005005-189	44	48	238
11101131005006-190	32	36	191
11101131005007-191	46	51	253
11101131005008-192	48	56	264
11101131005009-211	38	43	310
11101131005010-210	60	67	416
11101131005011-199	39	43	209
11101131005012-198	38	42	224
11101131005013-195	41	47	687
11101131005014-0	0	0	0
11101131005015-205	43	48	583
11101131005016-206	27	31	177
11101131005017-207	33	37	704
11101131005018-208	44	49	774
11101131005019-209	50	56	911
11101131005020-209	50	56	197
11101131005021-231	66	73	217
11101131005022-220	38	43	179
11101131005023-221	39	44	191
11101131005024-209	50	56	256



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101131005024-231	66	73	236
11101131005025-1003	40	51	1.157
11101131005025-2999	0	0	134
11101131005026-2999	26	31	1.632
11101131005027-2999	16	20	806
11101131005028-5004	20	26	64
11101131005029-5003	44	57	290
11101131005030-5005	41	54	413
11101131005031-5002	38	49	172
11101131005032-0	0	0	0
11101131005033-0	0	0	0
11101131005034-5010	38	50	107
11101131005035-5011	40	52	107
11101131005036-5012	46	60	124
11101131005037-5006	40	53	584
11101131005038-0	0	0	0
11101131005039-5085	50	65	181
11101131005040-5084	53	69	181
11101131005041-5083	49	64	181
11101131005042-5082	51	66	181
11101131005043-5081	48	62	181
11101131005044-5080	0	0	0
11101131005045-2999	47	56	3.767
11101131005046-2999	29	36	1.140
11101131005046-5090	124	155	1.755
11101131005047-5007	16	20	55
11101131005048-5007	16	20	76
11101131005049-5008	36	47	107
11101131005050-5009	40	52	565
11101131006001-1005	3	4	854
11101131006002-3099	45	56	284
11101131006003-3098	27	33	170
11101131006004-0	0	0	0
11101131006004-3087	62	74	74
11101131006004-3088	45	55	63
11101131006005-3086	65	78	135
11101131006006-3089	79	94	199
11101131006007-3097	65	77	189
11101131006008-3096	73	87	479



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m2*año]	Densidad de Potencia [W/m2]	Potencia [kW]
11101131006009-3095	63	75	476
11101131006010-3090	74	88	204
11101131006011-3085	77	91	176
11101131006012-3084	83	99	168
11101131006013-3091	79	94	204
11101131006014-3094	77	91	637
11101131006015-3092	58	71	323
11101131006016-3093	76	91	654
11101131006017-3102	37	43	226
11101131006018-3101	32	38	268
11101131007001-2614	32	35	333
11101131007001-2626	44	47	176
11101131007002-2650	69	76	441
11101131007003-0	0	0	0
11101131007004-2651	80	87	507
11101131007005-2652	92	100	642
11101131007006-2653	88	95	643
11101131007007-2654	68	74	554
11101131007008-2619	60	66	237
11101131007009-2619	60	66	265
11101131007010-2616	54	58	295
11101131007011-2613	57	62	301
11101131007012-2612	62	67	358
11101131007013-2611	68	74	348
11101131007015-2617	58	64	138
11101131007015-2618	45	49	31
11101131007016-2618	45	49	374
11101131007017-2655	67	73	533
11101131007018-2656	70	76	558
11101131007019-2657	29	31	238
11101131007020-2670	22	24	89
11101131007021-2660	43	51	203
11101131007022-2620	38	42	262
11101131007023-1005	3	4	46
11101131007023-2623	40	45	83
11101131007023-2624	18	20	33
11101131007023-2625	18	20	39
11101131007024-2621	52	57	287
11101131007025-2661	71	78	296



CLAVE	Densidad de Demanda [kWh/m ² *año]	Densidad de Potencia [W/m ²]	Potencia [kW]
11101131007026-2671	67	73	297
11101131007027-2673	35	39	164
11101131007028-2662	78	86	310
11101131007029-1005	3	4	2
11101131007029-2622	51	55	251
11101131007030-2624	18	20	45
11101131007031-2663	71	76	271
11101131007032-2673	35	39	161
11101131007033-2664	78	85	302
11101131007034-2665	74	81	294
11101131007035-2633	46	51	185
11101131007036-2631	57	63	108
11101131007037-2629	58	63	107
11101131007038-2628	49	53	91
11101131007039-2627	55	61	196
11101131007040-2630	52	58	165
11101131007041-2632	42	46	208
11101131007042-2666	62	67	316
11101131007043-0	0	0	0
11101131007043-2674	29	32	213
11101131007044-2675	52	56	129
11101131007045-2681	48	52	194
11101131007046-2682	48	52	258
11101131007047-2683	54	59	353
11101131007048-2684	25	31	148
11101131007049-2685	31	37	148
11101131007050-2686	9	11	50
11101131007052-2688	30	36	85
11101131007053-2687	26	31	91
11101131007054-1003	19	26	2.764
11101131007901-1005	3	4	19

Luego de definir la potencia demandada por manzana, se procedió a determinar el caudal necesario por manzana y por tramo, lo cual permite dimensionar las cañerías a utilizar. El dimensionamiento de las cañerías que constituyen el sistema distrital de Coyhaique se presenta en la tabla siguiente.



Tabla 45. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 0

Código	Nivel	Longitud (m)	Caudal (L/h)	Diámetro (pulg.)
CQ_F0_1_1	1	425	911.581	18"
CQ_F0_1_2	1	480	372.633	12"
CQ_F0_1_3	1	228	138.708	8"
CQ_F0_2_1	2	90,7	4.858	1 1/2"
CQ_F0_2_2	2	90,3	9.716	2"
CQ_F0_2_3	2	87,7	9.716	2"
CQ_F0_2_4	2	89,3	9.716	2"
CQ_F0_2_5	2	89,7	9.716	2"
CQ_F0_2_6	2	90,8	4.858	1 1/2"
CQ_F0_2_7	2	269	179.895	8"
CQ_F0_2_8	2	258	124.338	6"
CQ_F0_2_9	2	61,2	6.159	2"
CQ_F0_2_10	2	106	37.342	3 1/2"
CQ_F0_2_11	2	152	29.111	3"
CQ_F0_2_12	2	238	100.132	6"
CQ_F0_2_13	2	63,9	5.774	1 1/2"
CQ_F0_2_14	2	168	34.317	3 1/2"

Tabla 46. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 1

Código	Nivel	Longitud	Caudal (L/h)	Diámetro (mm)
CQ_F1_1_1	1	707	2.393.873	28"
CQ_F1_1_2	1	535	160.055	8"
CQ_F1_1_3	1	850	1.890.618	24"
CQ_F1_1_4	1	1230	390.722	12"
CQ_F1_1_5	1	613	1.285.821	20"
CQ_F1_1_6	1	1250	369.386	12"
CQ_F1_1_7	1	1280	554.477	14"
CQ_F1_1_8	1	275	157.026	8"
CQ_F1_1_9	1	495	102.184	6"
CQ_F1_2_1	2	263	74.669	5"
CQ_F1_2_2	2	530	166.636	8"
CQ_F1_2_3	2	560	71.478	5"
CQ_F1_2_4	2	666	119.388	6"
CQ_F1_2_5	2	404	44.919	3 1/2"
CQ_F1_2_6	2	703	165.048	8"
CQ_F1_2_7	2	263	73.292	5"



Código	Nivel	Longitud	Caudal (L/h)	Diámetro (mm)
CQ_F1_2_8	2	562	149.483	8"
CQ_F1_2_9	2	484	46.187	4"
CQ_F1_2_10	2	483	60.732	5"
CQ_F1_2_11	2	464	89.163	5"
CQ_F1_2_12	2	281	48.504	4"
CQ_F1_2_13	2	930	106.217	6"
CQ_F1_2_14	2	550	58.231	4"
CQ_F1_2_15	2	103	7.407	2"
CQ_F1_2_16	2	462	52.515	4"
CQ_F1_2_17	2	721	77.860	5"
CQ_F1_2_18	2	710	119.570	6"
CQ_F1_2_19	2	440	70.467	5"
CQ_F1_2_20	2	431	78.569	5"
CQ_F1_2_21	2	293	36.865	3 1/2"
CQ_F1_2_22	2	387	58.176	4"
CQ_F1_2_23	2	874	61.859	5"
CQ_F1_2_24	2	208	17.509	2 1/2"
CQ_F1_2_25	2	162	26.563	3"
CQ_F1_2_26	2	844	83.617	5"
CQ_F1_2_27	2	489	58.815	4"
CQ_F1_2_28	2	298	28.157	3"
CQ_F1_2_29	2	152	16.962	2 1/2"

Tabla 47. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 2

Código	Nivel	Longitud	Caudal (L/h)	Diámetro (pulg.)
CQ_F2_1_1	1	877	2.246.884	28"
CQ_F2_1_2	1	349	239.550	10"
CQ_F2_1_3	1	150	846.839	16"
CQ_F2_1_4	1	493	1.435.547	24"
CQ_F2_1_5	1	235	473.137	12"
CQ_F2_1_6	1	237	740.544	16"
CQ_F2_1_7	1	869	384.266	12"
CQ_F2_1_8	1	489	591.525	14"
CQ_F2_1_9	1	488	151.469	8"
CQ_F2_2_1	2	247	55.873	4"
CQ_F2_2_2	2	215	5.371	1 1/2"
CQ_F2_2_3	2	172	47.508	4"
CQ_F2_2_4	2	199	42.839	3 1/2"



Código	Nivel	Longitud	Caudal (L/h)	Diámetro (pulg.)
CQ_F2_2_5	2	215	309	1/2"
CQ_F2_2_6	2	114	48.619	4"
CQ_F2_2_7	2	211	48.155	4"
CQ_F2_2_8	2	141	16.289	2 1/2"
CQ_F2_2_9	2	197	9.570	2"
CQ_F2_2_10	2	208	71.129	5"
CQ_F2_2_11	2	267	56.064	4"
CQ_F2_2_12	2	415	84.624	5"
CQ_F2_2_13	2	278	43.587	3 1/2"
CQ_F2_2_14	2	172	26.762	3"
CQ_F2_2_15	2	217	137.050	8"
CQ_F2_2_16	2	468	370.518	12"
CQ_F2_2_17	2	473	117.756	6"
CQ_F2_2_18	2	143	23.769	3"
CQ_F2_2_19	2	419	146.752	8"
CQ_F2_2_20	2	318	67.790	5"
CQ_F2_2_21	2	471	167.047	8"
CQ_F2_2_22	2	240	43.624	3 1/2"
CQ_F2_2_23	2	235	13.851	2 1/2"
CQ_F2_2_24	2	211	279.362	10"
CQ_F2_2_25	2	484	79.917	5"
CQ_F2_2_26	2	480	80.091	5"
CQ_F2_2_27	2	469	95.448	6"
CQ_F2_2_28	2	452	114.392	6"
CQ_F2_2_29	2	268	56.314	4"
CQ_F2_2_30	2	289	273.131	10"
CQ_F2_2_31	2	717	227.793	8"
CQ_F2_2_32	2	313	99.760	6"
CQ_F2_2_33	2	1141	143.998	8"
CQ_F2_2_34	2	310	102.679	6"
CQ_F2_2_35	2	394	140.256	8"
CQ_F2_2_36	2	234	40.197	3 1/2"
CQ_F2_2_37	2	1488	77.039	5"
CQ_F2_2_38	2	458	81.210	5"
CQ_F2_2_39	2	250	29.517	3"
CQ_F2_2_40	2	280	11.470	2 1/2"
CQ_F2_2_41	2	233	119.186	6"
CQ_F2_2_42	2	159	4.886	1 1/2"
CQ_F2_2_43	2	361	43.853	3 1/2"



Código	Nivel	Longitud	Caudal (L/h)	Diámetro (pulg.)
CQ_F2_2_44	2	368	19.418	3"
CQ_F2_2_45	2	50,6	18.337	2 1/2"
CQ_F2_2_46	2	263	201.099	8"

Tabla 48. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 3

Código	Nivel	Longitud	Caudal (L/h)	Diámetro (pulg.)
CQ_F3_1_1	1	1259	1.656.826	24"
CQ_F3_1_2	1	1196	1.826.764	24"
CQ_F3_1_3	1	1271	795.977	16"
CQ_F3_1_4	1	1240	329.966	10"
CQ_F3_1_5	1	1042	1.397.208	24"
CQ_F3_1_6	1	1835	1.046.126	18"
CQ_F3_1_7	1	1387	816.222	16"
CQ_F3_1_8	1	1285	237.435	10"
CQ_F3_1_9	1	1472	174.850	8"
CQ_F3_2_1	2	292	58.201	4"
CQ_F3_2_2	2	295	59.698	5"
CQ_F3_2_3	2	206	23.122	3"
CQ_F3_2_4	2	408	154.985	8"
CQ_F3_2_5	2	354	60.893	5"
CQ_F3_2_6	2	606	95.438	6"
CQ_F3_2_7	2	291	26.688	3"
CQ_F3_2_8	2	267	36.128	3 1/2"
CQ_F3_2_9	2	379	81.706	5"
CQ_F3_2_10	2	307	88.424	5"
CQ_F3_2_11	2	331	41.603	3 1/2"
CQ_F3_2_12	2	242	60.603	5"
CQ_F3_2_13	2	290	62.358	5"
CQ_F3_2_14	2	290	81.964	5"
CQ_F3_2_15	2	297	13.730	2 1/2"
CQ_F3_2_16	2	326	36.888	3 1/2"
CQ_F3_2_17	2	277	21.157	3"
CQ_F3_2_18	2	330	27.784	3"
CQ_F3_2_19	2	114	12.849	2 1/2"
CQ_F3_2_20	2	94,3	0	1/2"
CQ_F3_2_21	2	211	40.860	3 1/2"
CQ_F3_2_22	2	222	63.187	5"
CQ_F3_2_23	2	224	54.564	4"



Código	Nivel	Longitud	Caudal (L/h)	Diámetro (pulg.)
CQ_F3_2_24	2	234	31.334	3"
CQ_F3_2_25	2	220	84.331	5"
CQ_F3_2_26	2	231	65.338	5"
CQ_F3_2_27	2	364	27.218	3"
CQ_F3_2_28	2	340	33.298	3 1/2"
CQ_F3_2_29	2	300	26.366	3"
CQ_F3_2_30	2	253	20.744	3"
CQ_F3_2_31	2	219	34.331	3 1/2"
CQ_F3_2_32	2	223	38.969	3 1/2"
CQ_F3_2_33	2	240	23.424	3"
CQ_F3_2_34	2	322	41.868	3 1/2"
CQ_F3_2_35	2	146	41.065	3 1/2"
CQ_F3_2_36	2	123	15.331	2 1/2"
CQ_F3_2_37	2	119	16.758	2 1/2"
CQ_F3_2_38	2	107	18.565	3"
CQ_F3_2_39	2	104	12.857	2 1/2"
CQ_F3_2_40	2	111	11.339	2"
CQ_F3_2_41	2	118	6.623	2"
CQ_F3_2_42	2	133	21.620	3"
CQ_F3_2_43	2	153	26.883	3"
CQ_F3_2_44	2	165	13.305	2 1/2"
CQ_F3_2_45	2	187	18.891	3"
CQ_F3_2_46	2	220	43.968	3 1/2"
CQ_F3_2_47	2	228	20.155	3"
CQ_F3_2_48	2	241	59.081	4"
CQ_F3_2_49	2	298	30.360	3"
CQ_F3_2_50	2	224	47.581	4"
CQ_F3_2_51	2	193	52.755	4"
CQ_F3_2_52	2	116	5.850	2"

Tabla 49. Resumen del dimensionamiento de las cañerías que componen el sistema distrital en Coyhaique para Fase 4

Código	Nivel	Longitud (m)	Caudal (L/h)	Diámetro (pulg.)
CQ_F4_1_1	1	811	329.372	10"
CQ_F4_1_2	1	1357	244.996	10"
CQ_F4_1_3	1	1026	1.395.181	24"
CQ_F4_1_4	1	722	169.977	8"
CQ_F4_1_5	1	827	341.704	10"
CQ_F4_1_6	1	831	476.854	12"



Código	Nivel	Longitud (m)	Caudal (L/h)	Diámetro (pulg.)
CQ_F4_1_7	1	822	196.600	8"
CQ_F4_1_8	1	1079	996.573	18"
CQ_F4_1_9	1	868	363.531	10"
CQ_F4_2_1	2	1693	281.007	10"
CQ_F4_2_2	2	821	252.459	10"
CQ_F4_2_3	2	874	202.496	8"
CQ_F4_2_4	2	518	167.031	8"
CQ_F4_2_5	2	701	81.633	5"
CQ_F4_2_6	2	368	68.770	5"
CQ_F4_2_7	2	409	130.870	6"
CQ_F4_2_8	2	603	86.917	5"
CQ_F4_2_9	2	554	97.442	6"
CQ_F4_2_10	2	309	60.515	5"
CQ_F4_2_11	2	977	110.392	6"
CQ_F4_2_12	2	345	21.527	3"
CQ_F4_2_13	2	371	38.374	3 1/2"
CQ_F4_2_14	2	234	39.084	3 1/2"
CQ_F4_2_15	2	328	136.626	8"
CQ_F4_2_16	2	366	85.796	5"
CQ_F4_2_17	2	414	12.341	2 1/2"
CQ_F4_2_18	2	204	189.957	8"
CQ_F4_2_19	2	200	17.142	2 1/2"
CQ_F4_2_20	2	151	38.476	3 1/2"



5. OTROS ANEXOS

5.1. ANÁLISIS ESTUDIO DE CONSUMO DE LEÑA CDT

5.1.1. ANÁLISIS ESTUDIO DE MEDICIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA

El presente documento presenta los resultados parciales relativos a la penetración y consumo de leña y derivados de la madera, tenencia de artefactos y patrones de uso por sector.

La leña es una fuente de energía con alto porcentaje de participación dentro de la economía nacional, alcanzando un 28% en el balance de energía primaria dentro de la matriz energética.

En términos de uso, a nivel nacional residencial el 82,1% de los hogares rurales consumen leña y en la zona urbana un 26,2% de estos, según lo señalado en la encuesta CASEN 2013.

Por otra parte, en relación con el poder calorífico de la leña, cabe señalar que es inferior al resto de los combustibles que se utilizan para calefacción y cocción de alimentos, y que además se encuentra influenciado principalmente por la humedad y la especie.

Tabla 50. Poder calorífico para distintas especies con distintos contenidos de humedad. Fuente: UCT, 2015

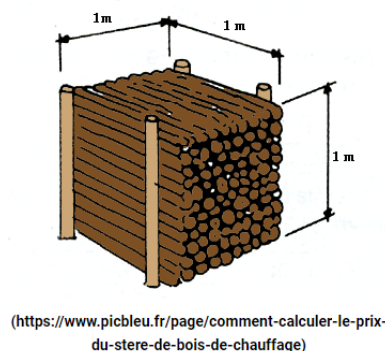
% u	Poder calorífico neto [MJ/kg]							
	Roble	Colgüe	Lingue	Euc. Nitens	Euc. Globulus	Aromo	Radal	Ulmo
18	16,58	14,99	15,81	16,12	14,56	15,78	16,8	15,3
25	14,96	13,51	14,26	14,54	13,11	14,23	15,16	13,78
33	13,1	11,8	12,47	12,73	11,45	12,45	13,28	12,05

Se observa de esta manera que el poder calorífico es inversamente proporcional al contenido de humedad que posee la leña.

En la comuna de Coyhaique, se considera que la especie Lengua es la principal especie de leña consumida⁹ de acuerdo con lo establecido en el documento Comuna Energética Coyhaique.

Se debe mencionar que la principal unidad de comercialización es el m³ st. (metro cúbico estéreo trozado o picado), el cual corresponde a una pila de leña circunscrita a un cubo de dimensión 1 [m].

⁹ Estudio Comuna Energética Coyhaique, realizado por el Ministerio de Energía y EBP



En el análisis se debe diferenciar el sector que se está analizando, ya que para el sector residencial hay más actores implicados, tales como, productores, intermediarios e industria; mientras que para consumidores con mayor poder adquisitivo existe una relación única con el productor debido a los grandes volúmenes de leña que consumen. Estas relaciones se pueden observar en la figura 1.

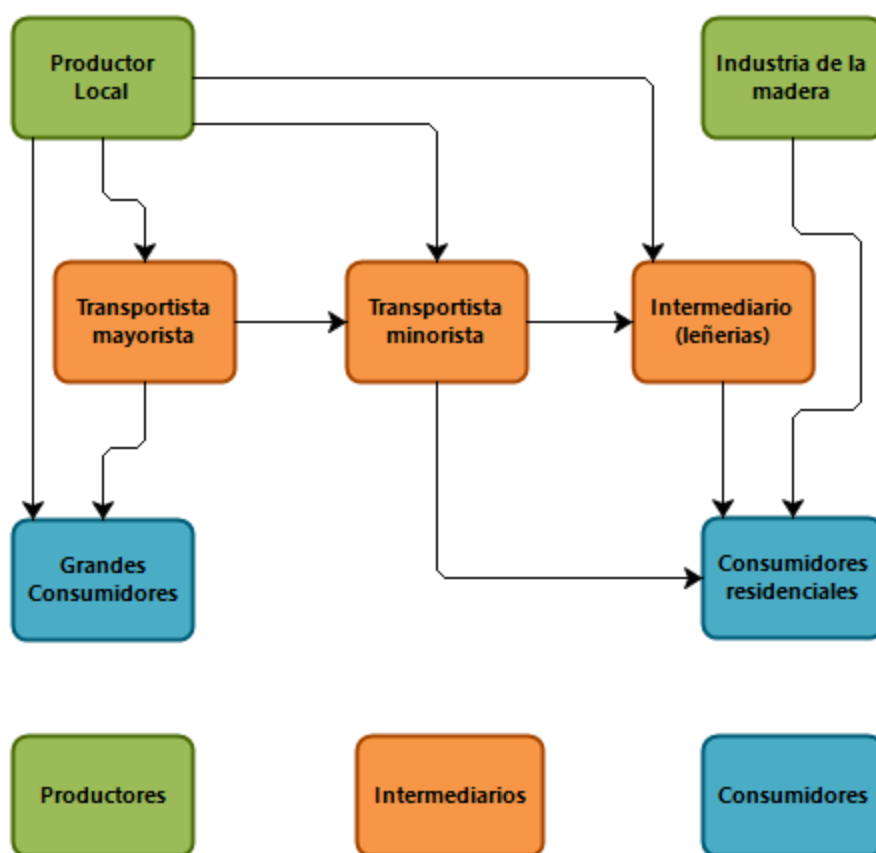


Ilustración 100. Diagrama de la cadena de comercialización de leña. Fuente: Elaboración propia.



El precio de la leña ha aumentado en los últimos años, sin embargo, aún son bajos en comparación a combustibles alternativos como el gas natural y el gas licuado. Esto fortalece la demanda de leña, en especial en sectores rurales donde esta es más accesible.

Los contaminantes principales por el uso de leña son:

- Gases.
- Material Particulado

Cada uno de estos contaminantes se encuentra influenciado por 4 variables principales como lo son: modo de operación del equipo, calidad de la leña, el tipo de equipo de combustión y por último la aislación térmica de la vivienda. Siendo además la combustión de leña la principal causa de la alta contaminación del aire en la zona sur del país según CONAMA¹⁰.

Por otra parte, las partículas sólidas resultantes de la combustión de la biomasa son cenizas, hollín y compuestos orgánicos generados por fenómenos de combustión incompleta, los que son arrastrados por los gases, las cuales son consideradas partículas nocivas.

Las partículas más peligrosas son las conformadas por especies aerodinámicas de hasta 2,5 [μg] de diámetro¹¹, debido a que su tamaño ínfimo puede penetrar los órganos internos de las personas, afectando gravemente la salud de quienes se ven expuestos constantemente a dichos contaminantes.

5.1.2. RESULTADOS POR SECTOR

5.1.2.1. RESIDENCIAL

A continuación, se exponen los principales resultados de la encuesta y las estimaciones de penetración de leña y derivados para el sector residencial. Estos resultados están en base al total de casas y departamentos.

Tabla 51. Penetración de leña y sus derivados versus el gas a nivel regional en el sector residencial.

Leña	Pellets	Briqueta	Carbón Vegetal	Despunte de madera
98,2%	0,2%	0%	0%	0,2%
31.314	74	0	0	74

¹⁰ 26. Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera. Ministerio de Energía 2015.

¹¹ Corporación Chile Ambiente, 2008.



En relación con los derivados de la madera se observa una baja penetración a nivel regional. Por su parte la leña posee una penetración del 98,2%.

Tabla 52. Consumo promedio de leña y energía en hogares del sector residencial.

N° de hogares que consumen leña	31.314
Consumo promedio por hogar [m³ st.]	17,5
Consumo total [m³ st.]	549.491,1
Mínima energía leña promedio por hogar [kWh/año]	19.513
Mínima energía leña al año [GWh/año]	611
Máxima energía leña promedio por hogar [kWh/año]	25.647
Máxima energía leña al año [GWh/año]	803

Al segmentar el consumo por nivel socioeconómico, existe una leve tendencia en la medida que aumenta este a consumir más m³ st. en promedio por hogar. En términos totales los segmentos D-E y C3 resultan ser aquellos que aportan el mayor consumo a nivel nacional dada la mayor cantidad de hogares en estos segmentos en el país y dada la penetración que posee la leña en estos grupos. Valor que se puede extrapolar a la XI región, en donde los segmentos D-E y C3 consumen aproximadamente el 75% del total de energía generada por leña.

Tabla 53. Penetración de leña en hogares del sector residencial por nivel socioeconómico.

Grupo socioeconómico			
D - E	C3	C2	C1
72,9 %	77,5 %	76 %	77 %

Es posible visualizar que el consumo se concentra en los segmentos C3 y D – E, dado que el número de viviendas es mayor, sin embargo, se distribuye de manera similar en términos porcentuales en los 4 segmentos estudiados.



Tabla 54. Consumo promedio de leña y energía en hogares del sector residencial por área geográfica y grupo socioeconómico zona sur de Chile

Grupo	Media	Total
D-E	8	3.587.446
C3	6,8	5.136.014
C2	10,2	1.373.840
C1	9,6	875.103
Urbano	7,6	7.496.914
Rural	7,6	3.475.489
Total	7,6	10.972.403

En relación con el consumo de leña en [m³], la media por zona geográfica es de 7,6 [m³ st.], tanto para la zona urbana como en la rural, no existiendo diferencias significativas en promedio.

A nivel de la XI región prácticamente no se presenta penetración ni consumo de briquetas. No así con respecto a los pellets, donde la penetración de pellets respecto al total de viviendas es de 0,2% siendo la tercera región en presentar el mayor nivel de consumo con respecto al resto de las regiones del sur del país.

En detalle, el consumo promedio por hogar alcanza los 1.264 [kg/año], donde dicho consumo es exclusivo del área geográfica urbana de los segmentos socioeconómicos altos.

Finalmente, cuando nos referimos al uso de carbón vegetal, en la XI región no se presenta penetración de este tipo de combustible.

Ilustración 101: Cantidad de equipos por combustible principal para calefacción en el sector residencial (Porcentaje y N° de equipos).

Combustible principal usado para calefacción							
Leña	Gas	Parafina	Electricidad	Pellets	Carbón vegetal	Despunte	Petróleo
99,3%	0,5%	0%	0%	0,2%	0%	0%	0%
31.314	148	0	0	74	0	0	0

En cuanto a la cocción de alimentos, las viviendas del país cocinan principalmente con gas, seguido de leña y electricidad. Esta tendencia se puede observar en la siguiente tabla con los valores para la XI región.



Tabla 55. Equipos utilizados en el hogar para cocción según combustible.

Leña	44,9 %
Gas	55,1 %
Electricidad	0 %

Los motivos por los cuales los hogares utilizan la leña como energético radican principalmente en la sensación de que la leña calienta más y que es un combustible más económico.

Tabla 56. Uso de artefactos a leña en el sector residencial.

Artefactos	Porcentaje
Cámara doble	35,8%
Cocina a Leña	38,3%
Salamandra	1,3%
Cámara simple	23,7%
Equipo Hechizo	0%
Chimenea	0,6%
Caldera a leña	0,3%
Total	38.505

Tabla 57. Uso de artefactos a leña por área geográfica y nivel socioeconómico en el sector residencial.

Artefactos	ÁREA GEOGRÁFICA			NSE				
	URBANO	RURAL		D-E	C3	C2	C1	Total
CÁMARA DOBLE	52,9%	49,2%		48,8%	54,4%	53,1%	42,4%	51,5%
COCINA A LEÑA	12,3%	25,1%		23,6%	13,7%	9,1%	11,7%	16,6%
SALAMANDRA	14,7%	11,2%		11,3%	14,0%	10,7%	27,4%	13,5%
CÁMARA SIMPLE	11,6%	8,7%		7,2%	10,6%	22,7%	7,6%	10,6%
EQUIPO HECHIZO	5,9%	4,7%		6,5%	5,6%	2,3%	4,8%	5,5%
CHIMENEA	2,7%	1,1%		2,5%	1,6%	1,9%	4,5%	2,2%
CALDERA A LEÑA	0,1%	0,1%		0,0%	0,0%	0,2%	1,5%	0,1%

Tabla 58. Distribución de los equipos a leña encendidos por mes a nivel regional.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
16.602	21.591	30.793	31.314	31.314	31.314
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
31.314	31.314	31.314	25.901	24.340	20.431

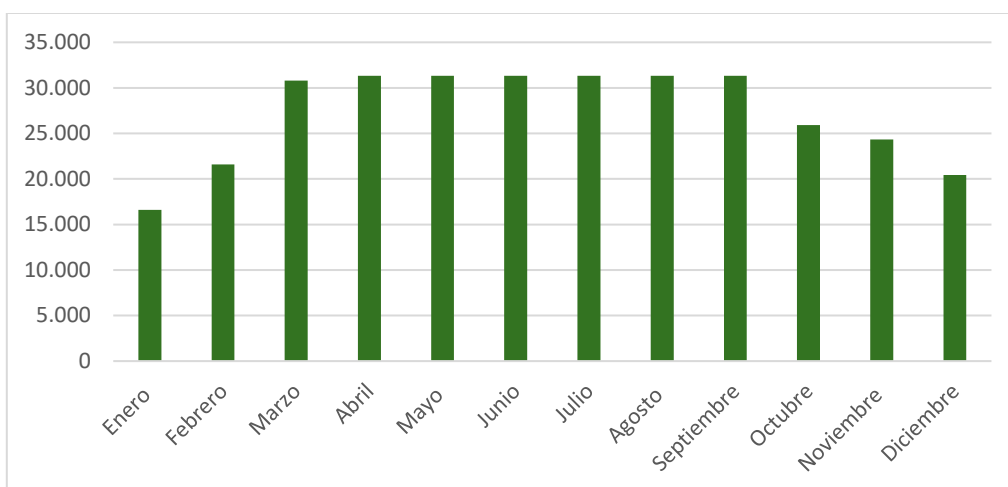


Ilustración 102. Perfil anual

Al momento de evaluar la cantidad de equipos funcionando en un día de invierno, los resultados dan cuenta que los equipos se encontrarían funcionando durante el día casi completo, desde las 9:00 horas hasta las 20:00 horas. Sin embargo, las horas con mayor demanda se centran especialmente entre las 18:00 y 20:00 horas a nivel regional.

5.1.2.2. INDUSTRIAL PYMES NO GENERACIÓN

La XI Región posee una penetración de leña del 29,6% respecto al total de establecimientos Industrial PyMes no generación.

Si bien la penetración de leña no es tan alta como en el sector residencial, es notoria la importancia que alcanza la leña como energético en las regiones del sur del país.

Tabla 59. Penetración de leña y derivados a nivel regional sector Industrial PyMes no generación (Porcentaje y N°).

Región		LEÑA	PELLETS	BRIQUETAS	CARBÓN VEGETAL	DESPUNTES DE MADERA
XI Región	%	29,6%	7,4%	0%	0%	0%
	N° Establec.	8	2	0	0	0

Tabla 60. Consumo promedio de leña y energía en establecimientos Industrial PyMes no generación.

N° de establecimientos que consumen leña	8
Consumo promedio por establecimiento [m³ st.]	16,3



Consumo total [m³ st.]	130,6
Mínima energía leña promedio por establecimiento [kWh/año]	17.609
Mínima energía leña al año [GWh/año]	0,14
Máxima energía leña promedio por establecimiento [kWh/año]	23.978,3
Máxima energía leña al año [GWh/año]	0,19

Al momento de caracterizar los equipos, resultó evidente el hecho de que mayormente la leña es utilizada para calefacción, lo cual se refleja en el elevado número de calefactores a biomasa, en comparación al resto de equipos existentes. Por ello, la primera funcionalidad de la leña estaría orientada a la calefacción, seguida de cocción, donde los hornos a leña o derivados jugarían un rol relevante en este aspecto.

Tabla 61. Calefactores a leña sector PyMes no generación.

Combustible del artefacto	CALEFACTORES a biomasa		CALDERAS a biomasa
	Leña/briqueta	Pellets	Leña/briqueta
Total	436	2	13

Tabla 62. Equipos a leña sector PyMes no generación.

	COCINAS INDUSTRIALES a leña	HORNOS a leña o derivados	CALDERAS A VAPOR con leña o biomasa
Cantidad total	23	203	9

Es posible visualizar que el sector pyme, si bien presenta penetración de leña y derivados, no alcanza las altas penetraciones del sector residencial.

El precio en las PyMes resulta ser la razón más atractiva para el consumo, lo cual podría significar que este posee un rol facilitador respecto a otros combustibles, en tanto permite la generación de más utilidades al ser más económico, en términos comparativos.

5.1.2.3. COMERCIAL

En relación con la penetración, la XI región presenta el porcentaje más alto, con un valor de 40,2%.



Tabla 63. Penetración de leña y derivados a nivel regional en el sector comercial (Porcentaje y N°).

Región		LEÑA	PELLETS	BRIQUETAS	CARBÓN VEGETAL	DESPUNTES DE MADERA
XI Región	%	40,2%	0%	0%	0%	0%
	N° Establec.	37	0	0	0	0

En términos relativos a la penetración de leña y derivados de la madera, el sector comercial presenta una dinámica similar al segmento PyMes y residencial. Esto porque existe una marcada tendencia al consumo de leña por sobre los demás combustibles derivados de la madera.

Tabla 64. Consumo promedio de leña y energía en establecimientos comerciales.

N° de establecimientos que consumen leña	39
Consumo promedio por establecimiento [m³ st.]	23,09
Consumo total [m³ st.]	900,7
Mínima energía leña promedio por establecimiento [kWh/año]	24.646,5
Mínima energía leña al año [GWh/año]	0,97
Máxima energía leña promedio por establecimiento [kWh/año]	33.561,1
Máxima energía leña al año [GWh/año]	1,32

La razón más fuerte para no consumir leña o derivados de la madera corresponde a que los espacios no lo requieren (45%), seguido del hecho de que las condiciones del edificio no lo permiten (12%).

5.1.2.4. ESTABLECIMIENTOS DE USO PÚBLICO

Tabla 65. Penetración de leña y derivados a nivel regional en el segmento establecimientos de uso público.

Región	Leña	Pellets
XI Región	70,8%	0%
	75	0

La mayor parte de este porcentaje se encuentra establecida en establecimientos educacionales y actividades relacionadas con la salud humana.



Tabla 66. Consumo promedio de leña y energía en establecimientos de uso público.

N° de establecimientos que consumen leña	75
Consumo promedio por establecimiento [m³ st.]	389,2
Consumo total [m³ st.]	29.241,5
Mínima energía leña promedio por establecimiento [kWh/año]	419.826,0
Mínima energía leña al año [GWh/año]	31,54
Máxima energía leña promedio por establecimiento [kWh/año]	571.677,6
Máxima energía leña al año [GWh/año]	42,95

El consumo promedio más alto se atribuye a los establecimientos de servicios de salud con 200,8 [m³ st./año]

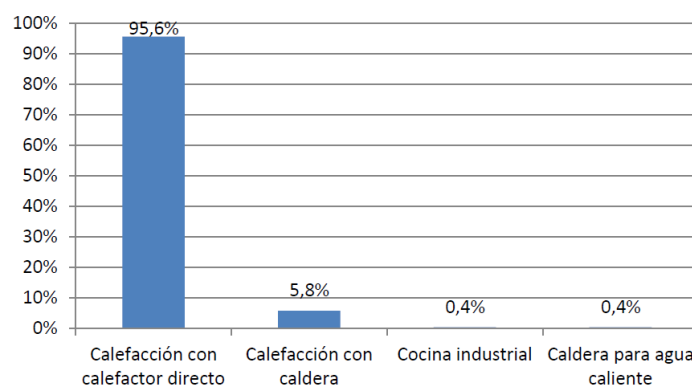


Ilustración 103. Uso que se le da a la leña en los establecimientos de uso público.

Los establecimientos que no consumen leña lo hacen porque está prohibida, no la requieren o poseen equipos que utilizan algún otro tipo de energético.

Considerando solamente los establecimientos que consumen leña, se determinó un consumo promedio de 43,2 [m³ st./año].

5.1.2.5. HOTELES Y RESTAURANTES

Se evidencia una penetración de la leña de 82,9% en la XI Región.



Tabla 67. Penetración de leña y derivados a nivel regional en el sector de hoteles y restaurantes.

		LEÑA	PELLETS	CARBÓN VEGETAL	DESPUNTES DE MADERA	BRIQUETAS
XI Región	%	82,5%	7,0%	1,8%	0%	0%
	N° Establec.	47	4	1	0	0

Tabla 68. Consumo promedio de leña y energía en establecimientos de uso público.

N° de establecimientos que consumen leña	47
Consumo promedio por establecimiento [m³ st.]	97,9
Consumo total [m³ st.]	4.602,4
Mínima energía leña promedio por establecimiento [kWh/año]	106.042,0
Mínima energía leña al año [GWh/año]	4,98
Máxima energía leña promedio por establecimiento [kWh/año]	144.397,6
Máxima energía leña al año [GWh/año]	6,79

A pesar de que la XI región posee el mayor porcentaje de penetración de leña, no es la que posee mayor consumo de leña. En relación con la penetración de leña por categoría, esta es elevadamente mayor en hoteles que en restaurantes, alcanzando un 11,7% en hoteles y 2,1% en restaurantes.

Al indagar por las razones que empujan al establecimiento a utilizar leña como combustible en el sector hoteles y restaurantes, el bajo costo es una razón fuerte, seguida de la alta eficiencia y confort que otorga la leña.

Por otra parte, en relación con las razones por las que los establecimientos de este tipo no consumen leña, destaca la contaminación y suciedad, el hecho que no esté permitido, en otros con menor frecuencia.