



Agencia de
Sostenibilidad
Energética



Estrategia Energética Local de la comuna Pichilemu

COMUNA 
ENERGÉTICA

COMUNIDAD SOSTENIBLE

Equipo Técnico:

María Cristina Acuña, Coordinadora Comunal
Catalina Bravo, Especialista en Energía
Alfredo González, Jefe de Proyecto
Judith Mendoza, Especialista en Participación Ciudadana

Editores:

Aguasol Latam

Revisión:

Ilustre Municipalidad de Pichilemu
Seremi de Energía de O'Higgins
Agencia de Sostenibilidad Energética

Proyecto:

Estrategia Energética Local Comuna de Pichilemu

Noviembre, 2024



Tabla de contenido

1	DIAGNÓSTICO TERRITORIAL	9
1.1	ANTECEDENTES GENERALES DE LA COMUNA	9
1.2	LÍMITES DE INFLUENCIA DE LA ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL (EEL)	10
1.3	ÁMBITOS RELEVANTES DE LA COMUNA	12
1.4	INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN	20
2	DIAGNÓSTICO DE LA POBREZA ENERGÉTICA	24
3	DIAGNÓSTICO DE LA DISPONIBILIDAD Y USO DE LA ENERGÍA	28
3.1	ENERGÍA ELÉCTRICA	29
3.1.1	Generación	29
3.1.2	Transmisión	30
3.1.3	Distribución	30
3.1.4	Combustibles	30
3.1.5	Calidad de Suministro Eléctrico	31
3.2	DEMANDA ENERGÉTICA	33
3.2.1	Energía Eléctrica	33
3.2.2	Combustibles	35
3.2.3	Demanda Energética Total	37
3.2.4	Emisiones GEI	38
3.2.5	Proyección de la Demanda Energética	40
3.3	POTENCIAL DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA	42
3.3.1	Potencial de Energías Renovables	42
3.3.2	Potencial de Eficiencia Energética	51
4	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	57
4.1	TALLER 1. PRESENTACIÓN DEL DIAGNÓSTICO	58
4.2	TALLER 2. VISIÓN ENERGÉTICA DE LA COMUNA	58
4.3	TALLER 3. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS Y METAS	60
4.4	TALLER 4. DESARROLLO DEL PLAN DE ACCIÓN	61
5	ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL	65
5.1	VISIÓN ENERGÉTICA DE LA COMUNA	65
5.2	OBJETIVOS Y METAS	65
5.3	PLAN DE ACCIÓN	66
5.4	PROYECTOS EMBLEMÁTICOS	71
5.4.1	Proyecto Comunal de Electromovilidad en Bicicleta para Inspectores y Fiscalizadores municipales	71
5.4.2	Proyecto Comunal Bus Eléctrico para Acercamiento de Población Rural	76
5.5	PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIÓN	80
5.6	PRESENTACIÓN AL CONCEJO MUNICIPAL Y VALIDACIÓN	81
6	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	82



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Evolución de la matrícula por nivel (Biblioteca del Congreso Nacional, 2024)	17
Tabla 2: Matrícula Establecimientos Educativos de la Comuna de Pichilemu según tipo de educación. Fuente: elaboración propia a partir de (Ministerio de Educación, 2023).	17
Tabla 3: Cantidad de empresas según tamaño, Pichilemu. Fuente. elaboración propia a partir de (Biblioteca del Congreso Nacional, 2024).	18
Tabla 4: PLADECO Pichilemu y su incidencia en EEL de Pichilemu. Fuente: elaboración propia a partir de (Municipalidad de Pichilemu, s.f.).....	21
Tabla 5: PLADETUR Pichilemu y su incidencia en EEL de Pichilemu. Fuente: Elaboración propia a partir de (Municipalidad de Pichilemu, s.f.).....	22
Tabla 6: Dimensiones e indicadores de pobreza energética. Fuente: Elaboración propia a partir de información de (Ministerio de Energía, 2024).....	24
Tabla 7: Indicadores de pobreza energética en su dimensión de acceso	25
Tabla 8: Indicadores de pobreza energética en su dimensión de calidad	26
Tabla 9: Indicadores de pobreza energética en su dimensión de calidad – habitabilidad.	27
Tabla 10: Indicadores de pobreza energética dimensión asequibilidad o equidad	28
Tabla 11: Límites exigibles desde el año 2020 en adelante para el indicador SAIDI. Fuente: norma técnica de calidad de servicio para sistemas de distribución, (Comisión Nacional de Energía, 2019).	32
Tabla 12: Densidad de redes de distribución por empresa distribuidora. Fuente: norma técnica de calidad de servicio para sistemas de distribución, (Comisión Nacional de Energía, 2019).	32
Tabla 13: Consumo energético de leña en Pichilemu (2023). Fuente: Elaboración propia con data de (CDT, 2015) 37	
Tabla 14: Factores de emisión por fuente energética. Fuente: Energía Abierta (Comisión Nacional de Energía, 2024).....	39
Tabla 15: Proyección consumo eléctrico al año 2030 desagregado por sectores. Fuente: Elaboración propia.	42
Tabla 16: Proyección consumo combustibles al año 2030. Fuente: Elaboración propia.	42
Tabla 17: Potencial de Energía fotovoltaica a ser generada a nivel residencial. Fuente: Elaboración propia con datos de Explorador Solar.....	44
Tabla 18: Condiciones de simulación para cálculo de potencial solar térmico en viviendas. Fuente: Explorador Solar Minenergía.....	45
Tabla 19: Generación potencial de energía solar térmica en viviendas. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Explorador Solar	46
Tabla 20: Potencial eólico comuna de Pichilemu. Fuente: Elaboración propia en base a Explorador Eólico	48
Tabla 21: Factores de conversión de metano a biogás. Fuente: (CNE/GTZ, 2007)	49
Tabla 22: Producción de RSU y biogas en la comuna de Pichilemu. Fuente: (SUBDERE, 2018)	49
Tabla 23: N° Viviendas, demanda y consumo energético según año construcción de parque de viviendas. Fuente: Elaboración propia	53
Tabla 24: Consumos y ahorros energéticos esperados por recambio de calefactores. Fuente: Elaboración propia	54
Tabla 25: Consumos y ahorros energéticos esperados por recambio de alumbrado público. Fuente: Elaboración propia.....	55
Tabla 26: Contenidos trabajados en los talleres de participación ciudadana	57
Tabla 27: Participación por género por taller	57
Tabla 28: Contenidos trabajados en los talleres de participación ciudadana	62
Tabla 29: Objetivos de la Estrategia y Metas Propuestas	65
Tabla 30: Matriz de priorización de iniciativas proyectos	66
Tabla 31: Iniciativas de Proyectos	67
Tabla 32: Características bicicletas eléctricas en el mercado	72
Tabla 33: Evaluación energética-económica del consumo energético	73
Tabla 34: Análisis Energético Alternativa Camionetas Diésel	73
Tabla 35: Presupuesto estimado proyecto bicicletas eléctricas solares	75
Tabla 36: Análisis técnico-económico	76
Tabla 37: Kilómetros de recorrido Sector Norte.....	77
Tabla 38: Kilómetros de recorrido Sector Sur	77
Tabla 39: Kilómetros de recorrido Sector Sur-Este:	77
Tabla 40: Kilómetros recorridos por buses de acercamiento en la comuna de Pichilemu	78
Tabla 41: Análisis energético del uso del bus escolar eléctrico	78
Tabla 42: Análisis Energético Alternativa Bus Diésel	79
Tabla 43: Análisis técnico-económico	79



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Comuna de Pichilemu. Fuente: IDE Chile, Elaboración Propia.....	9
Figura 2: Ubicación Localidades de la Comuna de Pichilemu. Fuente: IDE Chile, Elaboración Propia	11
Figura 3: Distribución de la población Pichilemu.....	12
Figura 4: Evolución población urbano rural, censos 1992, 2002 y 2017. Fuente INE 2017. Elaboración Propia	13
Figura 5: Total de Viviendas Comuna de Pichilemu. Fuente: Elaboración Propia a partir de datos Censo 2017 (INE, 2017).....	15
Figura 6: Esquema de instrumentos de planificación y ordenamiento territorial revisados	20
Figura 7: Principales Zonas del PRC de Pichilemu Vigente. Elaboración Propia. Fuente: (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2010).....	23
Figura 8: Capacidad Instalada del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Fuente: Elaboración propia a partir de (Comisión Nacional de Energía, 2024)	29
Figura 9: Capacidad Instalada en la región de O’Higgins. Fuente: Elaboración propia a partir de (Comisión Nacional de Energía, 2024)	29
Figura 10: Evolución anual del SAIDI de Pichilemu con relación a la región y al promedio nacional. Fuente: Elaboración propia en base a datos Energía Abierta (Comisión Nacional de Energía, 2024).....	32
Figura 11: Evolución del consumo y número de clientes de energía eléctrica entre los años 2015 y 2023. Fuente: Elaboración propia a partir de Energía Abierta (Comisión Nacional de Energía, 2024) y (SEC, 2024).	33
Figura 12: Energía eléctrica consumida según sectores generales. Fuente: Elaboración propia a partir de (SEC, 2024).....	34
Figura 13: Energía eléctrica consumida según sectores específicos. Fuente: Elaboración propia a partir de (SEC, 2024).....	35
Figura 14: Consumo energético de derivados de petróleo en Pichilemu. Fuente: Elaboración propia a partir de (SEC, 2024).	36
Figura 15: Proporción de consumos desagregados de GLP en Pichilemu al año 2023. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de (SEC, 2024).	36
Figura 16: Distribución de consumos energéticos de Pichilemu por sector (año 2023). Fuente: Elaboración propia	38
Figura 17: Distribución de consumos energéticos de Pichilemu por energético (año 2023). Fuente: Elaboración propia.....	38
Figura 18: Distribución de GEI [Ton CO ₂ eq] de Pichilemu por sector (año 2023). Fuente: Elaboración propia.....	39
Figura 19: Distribución de GEI [Ton CO ₂ eq] de Pichilemu por energético (año 2023). Fuente: Elaboración propia .	40
Figura 20: Proyección demanda eléctrica no-residencial de Pichilemu al año 2030. Fuente: Elaboración propia ..	41
Figura 21: Proyección demanda eléctrica residencial de Pichilemu al año 2030. Fuente: Elaboración propia	41
Figura 22: Radiación Global Horizontal mensual en la comuna de Pichilemu. Fuente: Explorador Solar Minenergía	43
Figura 23: Generación Planta FV de 1 MWp en Pichilemu. Fuente: Elaboración propia con datos de Explorador Solar	45
Figura 24: Velocidad del Viento [m/s] en la comuna a 100m sobre la superficie. Fuente: Explorador Eólico Minenergía	46
Figura 25: Ubicación instalación eólica tipo en Pichilemu. Fuente: Explorador Eólico Minenergía	47
Figura 26: Velocidad del viento promedio por mes. Fuente: Explorador Eólico Minenergía	47
Figura 27: Histograma y frecuencia acumulada velocidad del viento a 90 metros. Fuente: Explorador Eólico Minenergía	48
Figura 28: Potencial de Energías Renovables por capacidad instalada. Fuente: Elaboración propia	51
Figura 29: Potencial de Generación de Energías Renovables al año. Fuente: Elaboración propia.....	51
Figura 30: Distribución del ahorro potencial por medidas de eficiencia energética en la comuna. Fuente: Elaboración propia	56
Figura 31: Presentación diagnóstico dirigentes de Unión Comunal de Juntas de Vecinos	58
Figura 31: Participación Ciudadana Objetivos y Metas	61
Figura 33: Participación Ciudadana Plan de Acción	64
Figura 34: Estación de carga Solum Helios G	72
Figura 35: Bicicleta eléctrica MTB Modelo lames	73
Figura 36: Esquema general sistema solar fotovoltaico propuesto	74
Figura 37: Generación solar del sistema fotovoltaico propuesto. Fuente: Explorador Solar	74
Figura 38: Ubicación de sistema solar y estación de carga de bicicletas	75
Figura 39: Bus eléctrico referencial. Fuente: Reborn Electric Motors Chile	78
Figura 40: Presentación EEL al Concejo Municipal	81



Abreviaciones

ACS	Agua Caliente Sanitaria
ASE	Agencia de Sostenibilidad Energética
CAC	Comité Ambiental Comunal
CEC	Comité Energético Comunal
CEM	Comité Energético Municipal
COP	Coefficient of Performance (Rendimiento Bombas de Calor)
EEL	Estrategia Energética Local
FV	Fotovoltaico
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GMEEL	Guía Metodológica para la Elaboración de Estrategias Energética Locales
RSU	Residuo Sólido Urbano
SCAM	Sistema de Certificación Ambiental Municipal
SIG	Sistema de Información Geográfico
SNCAE	Sistema de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos
PE	Pobreza Energética
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustible
Sello CE	Sello Comuna Energética
SST	Sistema Solar Térmico



Glosario

Estrategia Energética Local (EEL): instrumento de planificación y gestión energética a escala comunal.

Eficiencia Energética (EE): consiste en lograr un mismo resultado consumiendo menos energía, sin disminuir la calidad de vida, o la calidad de los productos o servicios entregados.

Energías Renovables (ER): son aquellas que provienen de fuentes consideradas inagotables, y que se caracterizan porque en sus procesos de transformación y aprovechamiento no se consumen a escala humana, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse en el tiempo. Presentan cualquiera de las siguientes características:

- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable, la que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Se entenderá incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía hidráulica y cuya potencia máxima sea lo indicado en la Ley N°20571 de Generación Distribuida, Modificada por la Ley N°21.118.
- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía geotérmica, entendiéndose por tal la que se obtiene del calor natural del interior de la tierra.
- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía solar, obtenida de la radiación solar.
- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía eólica, obtenida a través de la energía cinética del viento.
- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de los mares, correspondiente a toda forma de energía mecánica producida por el movimiento de las mareas, de las olas y de las corrientes marinas, así como la obtenida del gradiente térmico de los mares.

Ecosistemas: complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente (abiótico) que interactúan como una unidad funcional (Unión Europea, 2020).

Movilidad sostenible: entendida como una movilidad limpia, segura, inclusiva, que acerca, conecta, y que privilegia modos más eficientes de movilidad. Una movilidad sostenible debería ser eficiente en el uso del espacio vial y público, por ejemplo, dando prioridad a vehículos que consuman menos espacio por pasajero transportado; minimizando el uso de tiempo, lo que permite destinar más tiempo a otras actividades, contribuyendo a la calidad de vida y a la productividad, y dando prioridad a vehículos con mayor eficiencia energética.



Plan de Acción: conjunto de acciones y medidas planificadas para cumplir con la visión, objetivos y metas de la EEL, las que contribuyen en un desarrollo energética sostenible a escala local.

Pobreza energética: un hogar se encuentra en situación de pobreza energética cuando no tiene acceso equitativo a servicios energéticos de alta calidad para cubrir sus necesidades fundamentales y básicas, que permitan sostener el desarrollo humano y económico de sus miembros, según lo define la Red de Pobreza Energética.

Resiliencia: proceso dinámico asociado a la capacidad de un sistema y de sus componentes, tales como población, infraestructura, servicios, medios de vida o medio ambiente entre otros, para anticipar, resistir, absorber, adaptar y recuperarse de los efectos de un evento, de manera integral, oportuna y eficaz, incluso garantizando la preservación, restauración o mejora de sus estructuras y funciones básicas.

Sello Comuna Energética: certificación que reconoce el avance en la gestión energética local y la implementación del plan de acción de un municipio.

Servicios Ambientales: aquellos que brindan los bosques nativos y las plantaciones que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente (MMA).

Servicios Ecosistémicos: son definidos como la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano (MMA)



1 Diagnóstico territorial

1.1 Antecedentes Generales de la Comuna

La comuna de Pichilemu se encuentra ubicada en la provincia de Cardenal Caro, en la región del Libertador Bernardo O'Higgins, al extremo poniente del territorio regional, siendo una de las cuatro comunas costeras de la región. Su capital comunal es la ciudad de Pichilemu, la que además es capital provincial.

Se ubica a 126 km al oeste de San Fernando, 176 kilómetros de la ciudad de Rancagua y a unos 209 kilómetros de Santiago. Posee una superficie de 715,7 km². Limita al norte con la comuna de Litueche, al oriente con las comunas de Marchigüe y Pumanque, al poniente con el océano Pacífico y al sur con la comuna de Paredones.

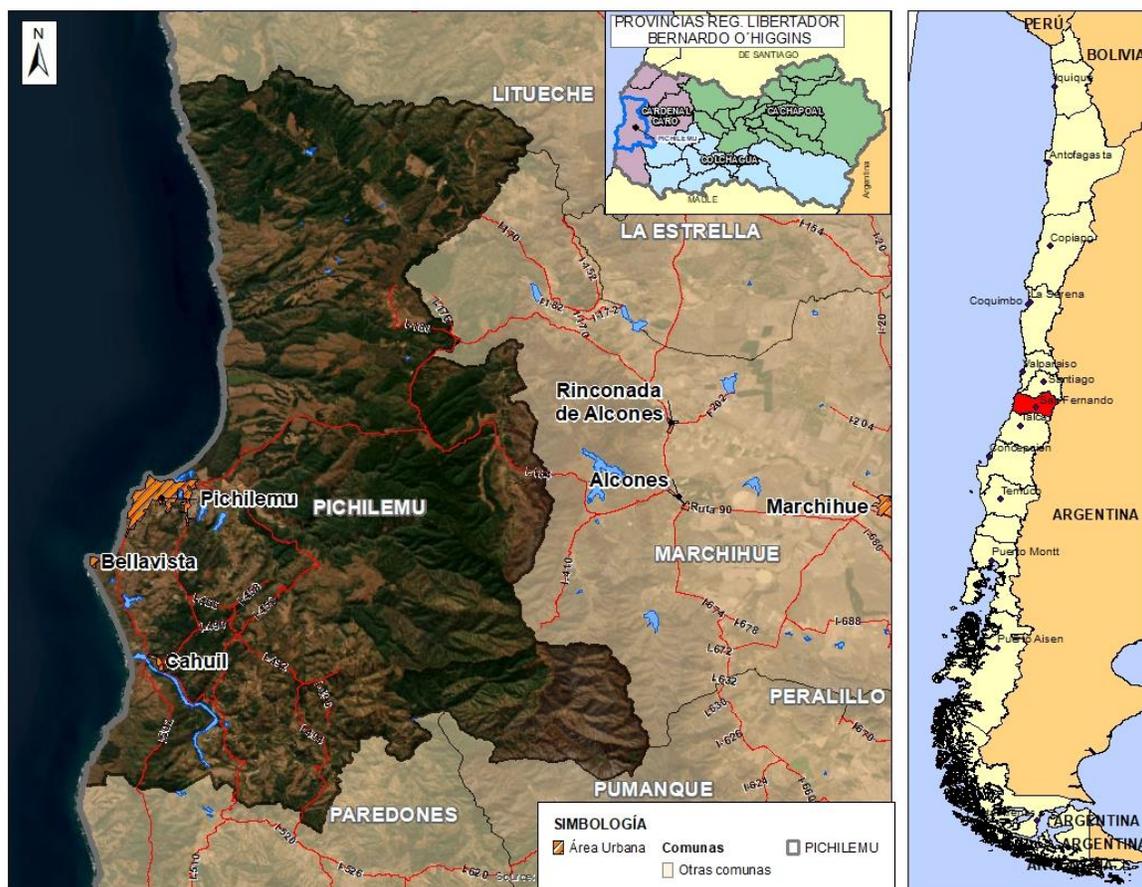


Figura 1: Ubicación Comuna de Pichilemu. Fuente: IDE Chile, Elaboración Propia

La comuna se asienta en las planicies litorales, que en esta zona se presentan amplias y en forma de terrazas, y cercana a la Cordillera de la Costa, que alberga elevaciones cuyo promedio es de 1000 m de altitud.

1.2 Límites de influencia de la Estrategia Energética local (EEL)

El límite de influencia de la Estrategia Energética local (EEL), corresponde a la totalidad de la superficie comunal, donde se han identificado los sectores más significativos en términos de oferta y demanda de energía. Geográficamente, en la comuna se identifican cuatro territorios. Dentro del territorio comunal, la población se concentra principalmente en la ciudad de Pichilemu, con 12.776 habitantes (Censo 2017), representa el 78% de la población total, ejemplificando la primacía de este centro urbano sobre los demás núcleos poblados de la comuna, que en suma representan el 21,3% (Población rural). Otras localidades relevantes incluyen Cáhuil, como aldea de 633 habitantes (Censo 2017), que representa 3,9%. Otras áreas pobladas corresponden a los caseríos de Punta de Lobos con 184 habitantes (1,1% del total de población), Buenos Aires con 58 habitantes (0,4% del total de población), Catrianca, con 36 (0,2% del total de población), La Villa con 32 (0,2% del total de población) y Los Curicanos con 19 habitantes (0,1% del total de población). La densidad poblacional es de 22,91 personas por kilómetro cuadrado.



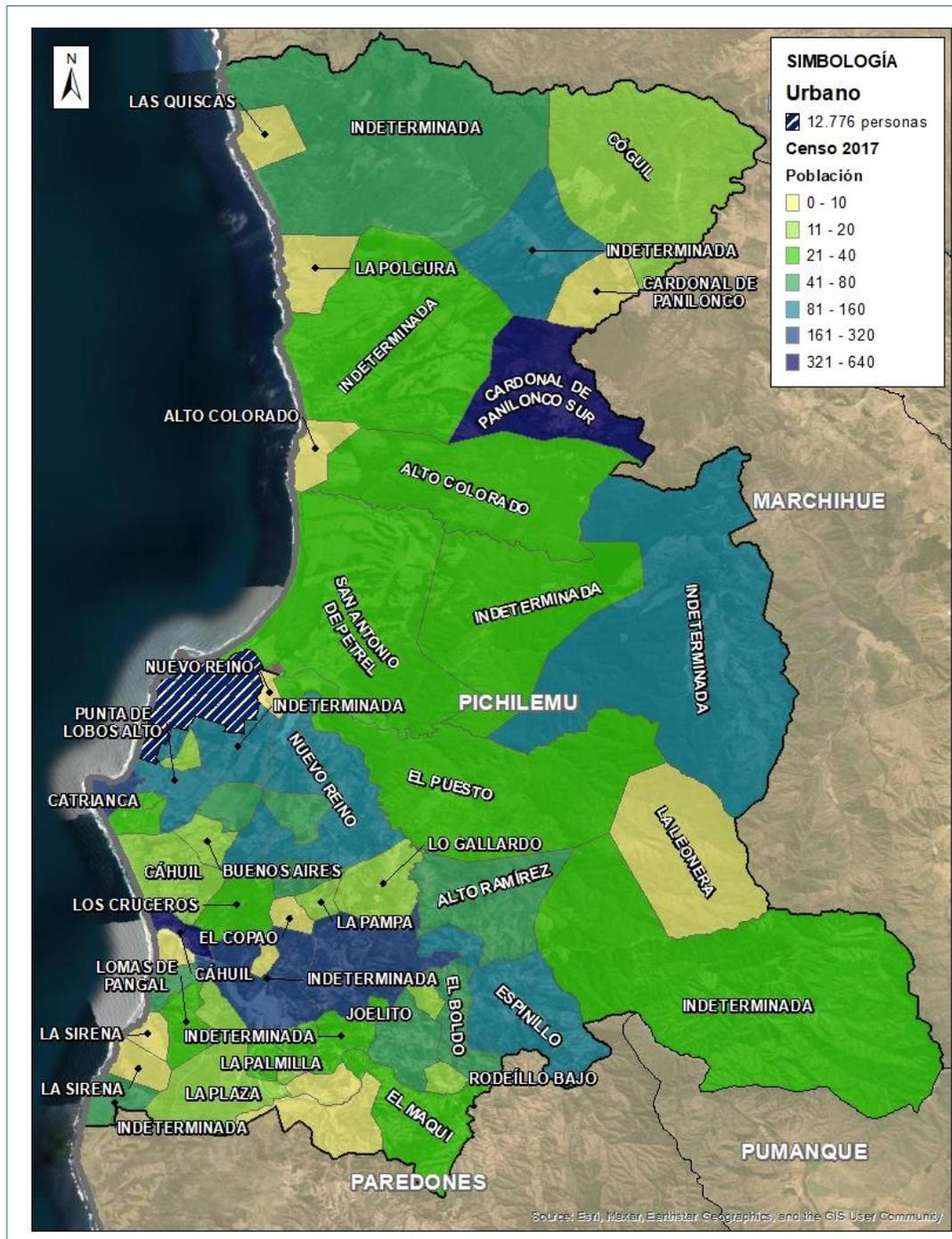


Figura 2: Ubicación Localidades de la Comuna de Pichilemu. Fuente: IDE Chile, Elaboración Propia



1.3 Ámbitos Relevantes de la Comuna

1.3.1.1 Población comunal

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2017, Pichilemu, cuenta con una población total de 16.394 habitantes, de los cuales 8.105 son mujeres (49,4%) y 8.289, son hombres (50,6%). El 67,7 % de la población se sitúa entre los 15 y 64 años (población económicamente activa); el 18,9% son menores de 15 años y el 13,4% mayor de 65 años. La edad promedio de los residentes es de 38,2 años, y la dependencia total¹, es decir la población dependiente económicamente (menores de 15 y mayores de 65 años), de la población en edad de trabajar es de un 47,7%.

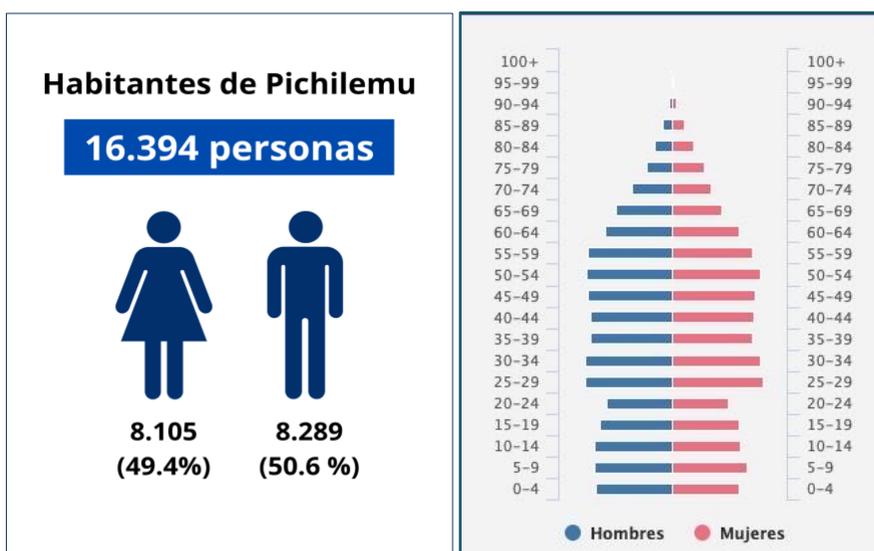


Figura 3: Distribución de la población Pichilemu

Por otra parte, Pichilemu tiene un índice de masculinidad de 102,3, esto significa que hay una ligera prevalencia de hombres en la comunidad.

1.1.1. Crecimiento de la población

a) Proyecciones de crecimiento

Para el último período intercensal, 2002-2017, el crecimiento demográfico comunal muestra un ritmo acelerado, alcanzando una tasa de crecimiento de 32,30%, casi doblando las cifras de los períodos intercensales anteriores, lo que se tradujo en un aumento de 4.002 personas en la comuna. En este último período intercensal, donde la dinámica demográfica comunal se dispara, la tasa de crecimiento es prácticamente el doble de la registrada a nivel regional (17,16%) y casi el triple de la registrada a nivel provincial (11,43%). Según las proyecciones de INE, para el año 2024 la población alcanzará los 18.804 habitantes, información que estará

¹ indicador demográfico de potencial dependencia económica que mide la población en edades teóricamente inactivas en relación con la población en edades teóricamente activas, independientemente de su situación en la fuerza de trabajo. Su cálculo se realiza sumando la cantidad de personas entre 0 y 14 años con la población de 65 años o más y dividiendo el resultado por la población de 15 a 64 años, todo esto multiplicado por 100.

disponible a partir de la liberación de los resultados del Censo 2024. Según esta tendencia, la comuna seguirá experimentando un sostenido crecimiento demográfico, alcanzando una población total para el año 2035 de 20.885 personas, con una tasa de crecimiento proyectada en torno al 27,4% (2017 – 2035), similar a la experimentada por la comuna en el último período intercensal (2002-2017), siendo entre los más elevados de toda la Región de O’Higgins.

Por otra parte, entre 1992 y 2017, la población de Pichilemu ha mostrado un marcado incremento en la urbanización. En 1992, la población urbana era de 6.827 personas (65% de la población total) de 10.510. Para 2002, la población urbana creció a 9.459 personas, aumentando su proporción al 76.3% de una población total de 12.392. Finalmente, en 2017, la población urbana alcanzó los 12.903 habitantes, representando el 78.7% de la población total de 16.394. Estos datos indican una tendencia clara hacia la urbanización, con un crecimiento sostenido en la población urbana y una reducción relativa en la población rural.

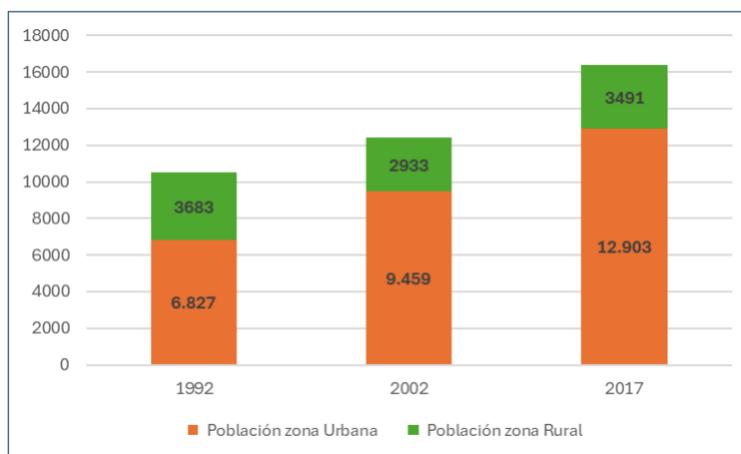


Figura 4: Evolución población urbano rural, censos 1992, 2002 y 2017. Fuente INE 2017. Elaboración Propia

b) Población flotante

Otro antecedente de importancia en la comuna es la existencia de una considerable población flotante. De acuerdo con el Servicio Nacional de Turismo (Sernatur), la población flotante por motivos turísticos y sociales, considerando indicadores como pernoctaciones en alojamientos turísticos, viviendas particulares, campings y visitas diarias, alcanzó en el año 2018 la cifra de 1.827.626 personas.

La importancia de esta cifra radica en su impacto directo en la gestión municipal, dado el uso intensivo de los servicios e infraestructuras locales. Este fenómeno se agudiza durante períodos de alta ocupación, como los estivales o los feriados largos.

De acuerdo con antecedentes asociados al proceso de evaluación ambiental estratégica para la modificación sustancial del Plan Regulador Comunal (PRC) de Pichilemu, se indica que, debido a la demanda de población flotante, la comuna soporta una población equivalente a más de 100 veces su población habitual. La demanda por bienes y servicios como agua potable, alcantarillado, electricidad, recolección de residuos domiciliarios, transporte, comercio y salud es ejercida por una cantidad de personas significativamente mayor que la población regular residente en la comuna.



1.3.1.2 Ámbito sociocultural

a) Composición de la población

Como se ha señalado, la población de Pichilemu predominantemente reside en el área urbana, lo que representa un 78,7% del total comunal, asociado al único núcleo urbano existente, la ciudad de Pichilemu, mientras que el restante 21,3% de la población es de carácter rural, distribuidas en las 57 entidades pobladas.

Por otra parte, en la comuna habitan 1.062 personas que se identifican como pertenecientes a pueblos originarios, lo que representa el 6,5% del total de la población comunal, de los cuales 89 % se considera Mapuche, 2,4% Aimara, 1,2% Diaguita 0,6% Rapa nui, 0,6% Quechua, 0,3% Atacameño, 0,1% Kawésqar, 0,1% Yámana, 0% Colla y 5,8% como otro pueblo. De acuerdo con el Registro Social de Hogares (RSH), las personas de pueblos indígenas de la comuna inscritas ascienden a 211, lo que corresponde al 1,3% del total de inscritos en el registro. Los pertenecientes al tramo 40 (de más bajos ingresos y mayor vulnerabilidad), son 151 personas, lo que representa el 71,6% del total de personas de pueblos originarios inscritas en el RSH comunal.

a) Vivienda

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2017, Pichilemu cuenta en total con 12.056 viviendas. de estas, 11.612 son definidas como viviendas tipo casa, y solo una pequeña fracción son departamentos en edificio.

La concentración de viviendas en la zona urbana corresponde al 68,8% del total de las viviendas. El área urbana de Pichilemu, denominada por el INE como área urbana consolidada al momento del Censo 2017, presenta una superficie de 679,18 ha., con un total de 8.300 viviendas y 11.426 habitantes. La densidad de viviendas del área urbana comunal es de 12,22 viviendas por hectárea y la densidad poblacional del área urbana es de 16,82 habitantes por hectárea.

Por otra parte, según datos censales de 2017, alrededor del 47% de los inmuebles censados podrían ser segundas viviendas, la mayoría ubicadas cerca de rutas que conectan con el borde costero. Estos inmuebles suelen permanecer desocupados durante las temporadas bajas de turismo y son arrendados u ocupados por sus dueños durante las vacaciones o festivos.

Además, en los sectores rurales, se han instalado conjuntos habitacionales y de hospedaje a lo largo de la carretera que une el centro de Pichilemu con el sector de Punta de Lobos, generando un cordón urbano con características distintas a las de la ciudad consolidada.



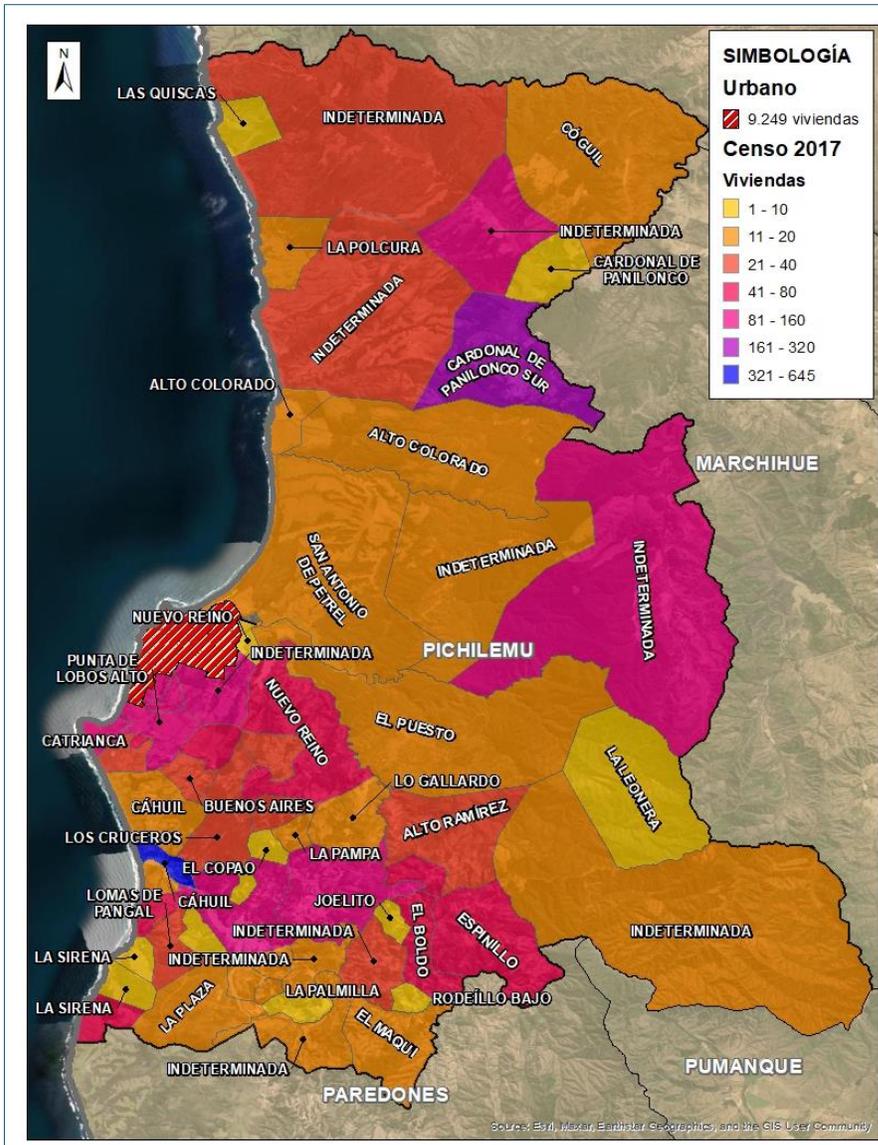


Figura 5: Total de Viviendas Comuna de Pichilemu. Fuente: Elaboración Propia a partir de datos Censo 2017 (INE, 2017)

En cuanto a la condición de calidad de las viviendas de la comuna, medido a través de un Índice de Materialidad (IM), que clasifica las viviendas según tipo de materiales de construcción en techos, muros y piso. Para Pichilemu este Índice, califica las viviendas de

Pichilemu como mayormente aceptable² (76%), un 23% como recuperable³ y solo un 1% irrecuperable⁴ (INE, 2017).

Por otra parte, en cuanto al acceso a servicios básicos ese puede señalar que, el 87% de las viviendas cuenta con red pública de agua potable, y casi la totalidad de la población tiene acceso a electricidad. En el sector urbano la cobertura de alcantarillado alcanza a un 60% y electrificación corresponde a un 100%⁵.

b) Acceso a servicios básicos

El censo de 2017 indicó que, de las 5.884 viviendas de la comuna, el 86,12% (5.067 viviendas) tiene acceso al agua potable a través de la red pública, mientras que el 6,02% (354 viviendas) se abastecen de pozos o norias, y el 2% (118 viviendas) de otras fuentes naturales (ríos, vertientes, esteros, canales, lagos, etc.). Además, 318 viviendas (5,4%) reciben agua potable de camiones aljibes. La zona urbana de Pichilemu cuenta con un sistema de alcantarillado conectado a una planta de tratamiento, administrada por ESSBIO S.A., aunque no cubre toda el área urbana de la comuna.

El suministro de agua también es gestionado por la empresa ESSBIO en un área operativa que abarca 7.395.428,18 metros cuadrados. Mientras tanto, otras localidades de la comuna están asociadas a comités o cooperativas de Agua Potable Rural (APRs). A pesar de esto, hay áreas donde no es factible esta conexión, por lo que el abastecimiento se realiza mediante pozos y camiones aljibes.

De acuerdo con el PLADECO, a pesar de que prácticamente no hay áreas sin suministro eléctrico en la comuna, se requiere una actualización del alumbrado público en algunos sectores.

c) Infraestructura educación

La escolaridad de la comuna en cuanto a asistencia a establecimientos de educación es alta, alcanzando el 94% del total en edad escolar. El 49% de los niños asisten a preescolar, mientras que el 82% completa la educación media. La entrada a la educación superior es del 24%, y el 82% de quienes ingresan la terminan con éxito. La escolaridad en hogares de personas de pueblos originarios es de 9.9 años, y la de los jefes de hogar en la población total es de 10 años.

² Viviendas con índice de materialidad aceptable: cantidad de viviendas particulares – donde las paredes exteriores se consideran aceptables si se declara hormigón armado; albañilería: bloque de cemento, piedra o ladrillo; o tabique forrado por ambas caras (madera o acero). - La cubierta del techo se considera aceptable si se declara tejas o tejuelas de arcilla, metálicas, de cemento, de madera, asfálticas o plásticas; Losa de hormigón, o planchas metálicas de zinc, cobre o fibrocemento (tipo pizarreño). - El piso se considera aceptable si se declara parquet, piso flotante, cerámico, madera, alfombra, flexit, cubrepiso u otro similar; sobre radier o vigas de madera.

³ Viviendas con índice de materialidad recuperable: cantidad de viviendas particulares, donde al menos uno de los materiales (paredes exteriores, cubierta del techo o piso de la vivienda) fue clasificado como recuperables y ningún material como irrecuperable. - Las paredes exteriores se consideran recuperables si se declara tabique sin forro interior (madera u otro), o adobe, barro, quincha, pirca, u otro artesanal tradicional - La cubierta del techo se considera recuperable si se declara Fonolita o plancha de fieltro embreado o Paja, coirón, totora o caña. - El piso se considera recuperable si se declara radier sin revestimiento, baldosa de cemento o Capa de cemento sobre tierra.

⁴ Viviendas con índice de materialidad irrecuperable: Cantidad de viviendas particulares donde - Las paredes exteriores se consideran irrecuperables si se declara materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.). - La cubierta del techo se considera irrecuperable si se declara Materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.), o Sin cubierta sólida en el techo. - El piso se considera irrecuperable si se declara Tierra.

⁵ Memoria Explicativa Modificación Plan Regulador Comunal Zona A5: Residencial Mixta, Julio 2022



En cuanto a matrícula total en la comuna de los últimos 10 años esta ha crecido en un 27,9% de 2.770 alumnos a 3.842, con un crecimiento promedio interanual de 4,06% a partir de 2017, donde el último año (2023) fue incorporada la matrícula de Centro de Formación Técnica.

Tabla 1: Evolución de la matrícula por nivel (Biblioteca del Congreso Nacional, 2024)

Matrícula	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Pre básica Total	270	297	310	306	312	297	348	348	344	344
Especial Total	131	130	123	115	109	156	149	152	153	153
Básica Total	1.584	1.565	1.573	1.652	1.725	1.843	1.899	2.035	2.178	2.262
Media Humanista	785	828	867	917	926	930	930	969	958	1.015
Científico Total										
Media Técnico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Profesional Total										
Centro de Formación Técnica										68
TOTAL	2.770	2.820	2.873	2.990	3.072	3.226	3.326	3.504	3.633	3.842

Respecto al componente de género en las matrículas totales en los últimos 10 años, un 52% corresponden a hombres, mientras que un 48% a mujeres, con una tasa de crecimiento interanual promedio de 3,1%; sin embargo, en los últimos 5 años, la dinámica es diferente y el crecimiento de matrículas de hombre interanual promedio es de 4,4%, mientras que el de las mujeres es de 3,6%.

En cuanto a el acceso a programas especiales, se puede señalar que gran parte de los establecimientos educacionales de la comuna se han incorporado al proceso de certificación ambiental para establecimientos educacionales (SNCAE), programa integral de educación ambiental que busca llevar la realidad al currículum y el currículum a la realidad, desarrollando líneas de acción complementarias para fortalecer la responsabilidad ambiental, el cuidado y protección del medio ambiente y la generación de redes asociativas para la gestión ambiental local. De acuerdo con el registro de SNCAE (Ministerio del Medio Ambiente, s.f.), los establecimientos actualmente certificados en la comuna son 6, y otros 6 establecimientos educacionales están en proceso de certificación.

En cuanto a infraestructura educacional la comuna cuenta con 16 establecimientos educacionales funcionando (8 en área urbana y 8 en área rural). De estos, 11 establecimientos tienen dependencia municipal, con un 64% de la matrícula y 5 establecimientos particulares subvencionados con un 36% de la matrícula, de un total de 3.774, alumnos matriculados en el 2023.

Tabla 2: Matrícula Establecimientos Educacionales de la Comuna de Pichilemu según tipo de educación. Fuente: elaboración propia a partir de (Ministerio de Educación, 2023).

	Municipal	Subvencionada	TOTAL
Pre básica	229	115	344
Especial	14	139	153
Básica	1480	782	2262
Media Humanista Científico	710	305	1015
Técnico Profesional	0	0	0
TOTAL	2433	1341	3774



d) Infraestructura Salud

En términos de equipamiento perteneciente al Sistema Nacional de Servicios de Salud al año 2023, la comuna cuenta con los siguientes servicios, (Ministerio de Salud, 2023):

- Un centro de diálisis
- Un hospital
- Un laboratorio clínico
- Tres postas de salud rural (PSR)

El Hospital de Pichilemu, ejecuta sus funciones con un enfoque de Hospital Comunitario. Por otra parte, el Departamento de Salud Municipal tiene a cargo las Posta de Salud Rural (PSR) Unidades de atención ambulatoria básicas ubicadas en un área rural ubicados en los sectores de: Cardonal de Panilonco, Cáhuil y Alto Ramírez, estas Postas a su vez, tienen relación con las Estaciones Médico Rural (EMR) Centros para la atención de salud ambulatoria básica, cuyo espacio físico es cedido por la comunidad (sedes comunitarias, colegios, entre otros). La comuna cuenta con doce establecimientos de salud de este tipo, La Villa, Barrancas, Quebrada de Nuevo Reino, Ciruelos, La Plaza, Tanumé, Cóguil, La Aguada, Espinillo, Rodeílo, el Maqui y Pañul.

e) Ámbito económico

Pichilemu cuenta con una base económica de empresas, relativamente pequeñas, pero creciente. Al 2022 presenta un total de 2.681 unidades económicas, distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 3: Cantidad de empresas según tamaño, Pichilemu. Fuente. elaboración propia a partir de (Biblioteca del Congreso Nacional, 2024).

Tramo según ventas (5 tramos)	2020	2021	2022
Micro	1.674	1.730	1.906
Pequeña	189	274	285
Mediana	9	10	13
Grande	1	3	1
Sin Ventas/Sin Información	396	478	476
Total	2.269	2.495	2.681

De acuerdo antecedentes de Ciren, los principales sectores económicos lo constituyen el silvoagropecuario, el turismo estival (aunque cada vez más tendiendo a turismo de fin de semana también) y la pesca artesanal, que aprovechan las ventajas comparativas que ofrece el territorio comunal.

Sector turismo

A nivel regional, Pichilemu se posiciona como la comuna de mayor actividad turística, seguido por Santa Cruz. La comuna como enclave turístico, se beneficia de los elementos que conlleva su atractivo como balneario de la región de O'Higgins que, además, junto a sus características olas, ha permitido la atracción no tan solo de una población regional o nacional, sino que también de distintos países del mundo. Sin embargo, el polo de atracción de la ciudad se ha visto desplazado hacia la localidad de Punta de Lobos y es en este dónde surge actualmente un nuevo asentamiento turístico. Este fenómeno tiene estrecha relación con la expansión de



la ciudad y el aumento de su población, la cual requiere de nuevos servicios para satisfacer sus necesidades (Drago, 2023;11).

Sector silvícola

El sector forestal de la comuna se centra en actividades como la extracción de madera, servicios de forestación y servicios de aserradero de madera de eucalipto y pino radiata, las principales especies plantadas en la zona. Solo los servicios de forestación ocupan trabajadores asalariados. Geográficamente, esta actividad se desarrolla principalmente al norte de Cardonal de Panilonco hasta Tanumé, al oeste de Pañul y en partes importantes de Alto Ramírez. De acuerdo con el directorio de la industria forestal Chilena (INFOR, 2023), en la comuna de Pichilemu hay cinco aserraderos, de los cuales tres elaboran tableros y chapas, y dos se dedican a las astillas, con un volumen aproximado de producción de 80.000 m³, donde solo dos de estas empresas concentran un 88% de la producción (Dimasa, Forestal Ecosur).

Sector pesca y recolección

Pichilemu se caracteriza por poseer pesca, actividad alguera y de extracción. En la comuna se encuentran dos caletas de acuerdo con el Decreto 240. La caleta con mayor número de pescadores de la región es la Caleta Pichilemu con 16 embarcaciones, y una caleta mucho más pequeña que es laguna de Cahuil (SERNAPESCA, 2022). La pesca posee características netamente artesanales, y está orientada solo a satisfacer las demandas de la población local y en menor medida a Rancagua y a los mercados de localidades cercanas (Municipalidad de Pichilemu, 2021). Dentro de las distintas categorías, destaca la presencia de mujeres en el registro pesquero artesanal, siendo su principal actividad la recolección de algas, principalmente la extracción de cochayuyo, cuyo desembarque ocurre principalmente durante el primer cuatrimestre, en el periodo de no veda (SERNAPESCA, 2022). Los principales recursos extraídos son el cochayuyo en algas, la merluza común en peces, la jibia en moluscos, la jaiba limón en crustáceos y el piure en otras especies.

Sector agropecuario

Según información de PLADECO, las actividades agrícolas tradicionales muestran un deterioro gradual y una disminución en la comuna al año 2018, una tendencia común en la mayoría de las comunidades del secano costero. El cultivo de trigo, que es la actividad agropecuaria principal en términos de explotaciones, ventas anuales y empleo, experimentó una marcada reducción entre 2014 y 2018, y en la presente temporada (2023-2024) la superficie plantada alcanza los 473 has. (COTIRZA, 2024). Durante este período, surgieron cultivos de otros cereales, mientras que los cultivos de hortalizas y melones desaparecieron. La actividad de cultivo de plantas vivas, incluida la producción en viveros (excepto viveros forestales), es la única que muestra un aumento en el número de explotaciones. De acuerdo con el registro de viveros en del SAG, al 2022 hay 9 viveros en la comuna, 2 de especies forestales y el resto especies ornamentales (SAG, 2022). Por otra parte, la ganadería de la comuna se desarrolla principalmente a nivel de pequeña agricultura, principalmente con ganado ovino, apicultura y ganadería menor.



1.4 Instrumentos de Planificación

La planificación estratégica constituye el desarrollo de herramientas para la gestión de los lineamientos y objetivos estratégicos que guían el accionar de una comuna. En el caso de las municipalidades la principal herramienta es el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO), el cual es transversal a todo el quehacer comunal. Luego cada municipio puede desarrollar adicionalmente herramientas de planificación sectoriales alineadas con el PLADECO, que guían los lineamientos y objetivos de sectores específicos de la actividad comunal. En ese marco se encuentran, por ejemplo: Plan de Desarrollo de Turismo de Pichilemu (PLADETUR); Sistema de Certificación Ambiental Comunal (SCAM); Plan de Acción Cambio Climático Comunal (PACCC), y la presente Estrategia Energética Local, de la cual da cuenta el presente documento.

A su vez, en forma complementaria, el municipio dispone de herramientas de ordenamiento territorial (OT) que tienen como objetivo organizar la ubicación de actividades en el espacio de manera sostenible; se concreta a través de planes que establecen una "zonificación", definiendo los usos del suelo permitidos y prohibidos, y "ordenanzas" que detallan las condiciones para urbanizar o preservar estas áreas.

Las disposiciones de la planificación estratégica y planes de OT pueden ser indicativas o normativas. El enfoque indicativo se utiliza para difundir información valiosa al formular o evaluar un proyecto; en esta categoría se ubican: Políticas, Estrategias, PLADECO, entre otros. El esquema normativo ofrece la ventaja de la certeza, respaldado por una norma y una ley estos pueden ser: Planes Reguladores Comunales, Planes Reguladores Intercomunales, Seccionales y Límite Urbano, por ejemplo.

Para el desarrollo de la presente Estrategia Energética Local (EEL) se revisaron tanto planes estratégicos (PLADECO, PLADETUR), como la actual normativa de Ordenamiento Territorial comunal, así como también, las políticas y agenda sectorial del Ministerio de Energía, que guía los lineamientos en materia energética a nivel país. Se hizo un análisis de cada uno de ellos rescatando los elementos que inciden en el desarrollo de la EEL. Los documentos revisados se presentan en el siguiente esquema:

Nacional	Regional	Comunal
Política Energética 2050	Estrategía Regional de Desarrollo (ERD) de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins	PLADECO
Agenda de Energía 2022-2026	Estrategía Regional de Innovación 2019-202	PLADETUR
Ley de Eficiencia Energética	Plan de Acción Climático Región de O'Higgins (PARCC) 2023	SCAM
		PRC y modificaciones
		Plan Regulador Intercomunal Borde Costero (PRI).

Figura 6: Esquema de instrumentos de planificación y ordenamiento territorial revisados



De este análisis se presentan aquellas indicaciones de los instrumentos de planificación comunal que se alinean con la Estrategia Energética Local de Pichilemu.

a) Plan de Desarrollo Comunal 2021 - 2026 (PLADECO):

El Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de Pichilemu es un instrumento de planificación estratégica que orienta el desarrollo de la comuna en el periodo 2021-2026. El PLADECO fue elaborado de manera participativa, con la participación de la comunidad y los actores sociales de la comuna.

El PLADECO tiene como objetivo general el desarrollo integral de la comuna de Pichilemu, a través de la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y la sustentabilidad del territorio.

Los objetivos específicos del PLADECO son:

- Promover el desarrollo económico y social de la comuna.
- Proteger el medio ambiente y el patrimonio cultural de la comuna.
- Mejorar la calidad de vida de la población de la comuna.

Para alcanzar estos objetivos, el PLADECO plantea una serie de estrategias y acciones, que se agrupan en los siguientes ejes temáticos:

Tabla 4: PLADECO Pichilemu y su incidencia en EEL de Pichilemu. Fuente: elaboración propia a partir de (Municipalidad de Pichilemu, s.f.)

Ámbito	Iniciativas
Institucional	<p>“La Municipalidad de Pichilemu busca entregar un buen servicio a los vecinos, utilizando nuevas tecnologías y un servicio basado en la calidad de la atención a las personas”.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Programa Modernización de Digital Municipal
Económico	<p>“Pichilemu promueve el desarrollo del turismo, las actividades productivas en el marco de la sustentabilidad generando oportunidades para el emprendimiento y el fomento productivo, aprovechando sus condiciones a nivel regional”.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Programa de acción para la certificación de los servicios turísticos (incluye estudio, programa y presupuestos)
Territorial	<p>“Pichilemu desarrolla infraestructura y equipamiento sustentable en sus entidades de manera equilibrada con el conjunto del territorio comunal”</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Programa mejoramiento de plazas y espacios públicos de la comuna ● Programa de Instalación y recambio de luminarias en diversas calles del sector urbano ● Programa paisajístico para el mejoramiento del borde costero Pichilemu (Sector La Puntilla) ● Ejecución del Plan Comunal en Infraestructura de movilidad y espacio público (PIEP) ● Programa de construcción y mejoramiento de áreas verdes del sector urbano y localidades de la comuna ● Programa de construcción y reposición de veredas en el sector urbano ● Programa Construcción de Ciclo Vías Comuna de Pichilemu
Social	<p>“Pichilemu promueve el desarrollo de las organizaciones y grupos sociales, el fomento a la cultura y el deporte, las oportunidades para la población vulnerable y la seguridad comunitaria”.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Programa de construcción y mejoramiento de sedes comunitarias. ● Programa de construcción y mejoramiento de recintos y espacios deportivos
Educación	<p>“En la comuna de Pichilemu los estudiantes logran un desarrollo integral, debido a una adecuada formación, calidad de sus profesores e infraestructura educacional”.</p> <p>objetivo estratégico. Desarrollar contenidos de educación ambiental</p>



Ámbito	Iniciativas
	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar la educación técnico profesional en los establecimientos educacionales. • Ampliar la certificación ambiental (SNCAE) de los colegios municipales de la comuna • Programa de construcción y mejoramiento de escuelas municipales
Salud	<p>“En Pichilemu la población tiene acceso a una buena atención de salud, oportuna y de calidad, en el marco de un Modelo de Atención Integral de Salud Familiar”.</p> <p>Programa de reposición y mejoramiento de postas rurales</p>
Medioambiental	<p>“Pichilemu valora su gestión de residuos y protege sus recursos medio ambientales a través de una gestión municipal efectiva y coordinada”</p> <p>Objetivo estratégico. Promover el uso racional del agua y ERNC</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de Ordenanza de Medio Ambiente. • Plan de gestión integral de residuos sólidos y sustentabilidad • Programa de uso de ERNC en la vivienda • Construcción planta desalinizadora

b) Plan de Desarrollo Turístico 2021 - 2026 (PLADETUR):

Tabla 5: PLADETUR Pichilemu y su incidencia en EEL de Pichilemu. Fuente: Elaboración propia a partir de (Municipalidad de Pichilemu, s.f.)

Ámbito	Iniciativas
Turístico	<p>“Pichilemu promueve el desarrollo de la actividad turística y el fortalecimiento de su red de servicios para mejorar su imagen turística y ser un destino más atractivo a nivel nacional e internacional”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de capacitación en innovación turística y turismo sustentable
Territorial	<p>“Pichilemu desarrolla infraestructura y equipamiento de manera sustentable en una comuna agradable para vivir”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de Instalación y recambio de luminarias en diversas calles del sector urbano • Programa de mejoramiento de vías y veredas diversos sectores • Programa mejoramiento de plazas y espacios públicos de la comuna • Instalación de bicicleteros en borde costero • Programa paisajístico para el mejoramiento del borde costero Pichilemu (Sector La Puntilla) • Plan de Gestión de Tránsito y Transporte Público
Medioambiental	<p>“Pichilemu cuida sus recursos y patrimonio natural a través de acciones y una política actualizada que promueve la valoración del medio”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de capacitación en economía sustentable y acciones para la adaptación y mitigación del cambio climático • Campaña de educación ambiental, destinada a la promoción del uso de energías renovables no convencionales (ERNC). • Elaboración de Ordenanza de Medio Ambiente. • Programa fortalecimiento gestión de ambiental comunal



c) Plan Regulador Comunal (PRC):

Vigente 2005 con diversas modificaciones. Publicado en su última versión (modificaciones) 10/11/2016:

El Plano Regulador Comunal (PRC) de Pichilemu es un instrumento de planificación urbana que establece las normas y directrices para el desarrollo urbano de la comuna. De acuerdo con lo señalado en la Memoria Explicativa de Modificación Plan Regulador Comunal Zona A5: Residencial Mixta (año 2023), el PRC de Pichilemu vigente desde febrero del año 2005, se encuentra con un alto grado de obsolescencia, según Artículo 28° de la LGUC, el cual señala que los Instrumentos de Planificación Territorial deberán actualizarse periódicamente en un plazo no mayor a diez años. Si bien, se reconoce lo desactualizado del PRC vigente, es el instrumento normativo que rige en la actualidad y en términos de zonificación, nos permite una aproximación al uso de suelo regulado por el instrumento, donde se definen zonas residenciales, equipamiento, infraestructura, áreas verdes y de riesgo. La zonificación del PRC vigente identifica las siguientes zonas:

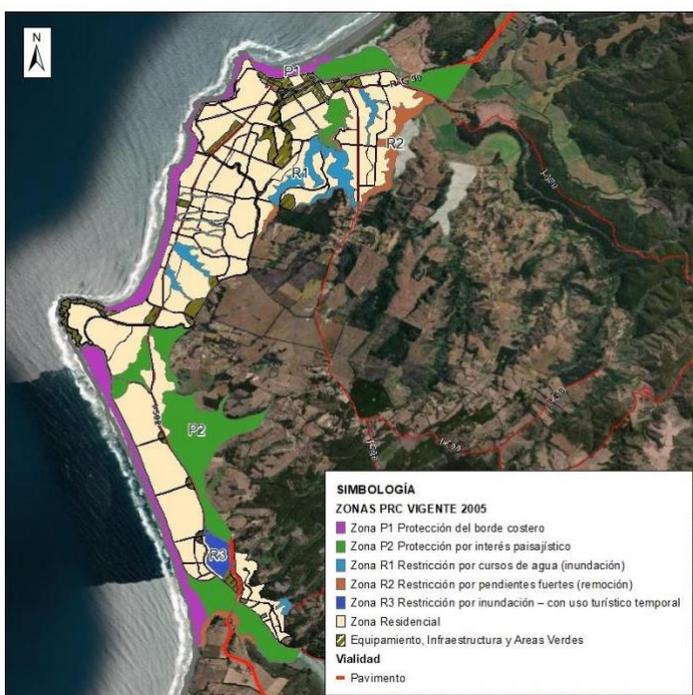


Figura 7: Principales Zonas del PRC de Pichilemu Vigente. Elaboración Propia. Fuente: (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2010)

Desde la aprobación del Plan Regulador Comunal vigente de Pichilemu en el año 2005, la ciudad ha experimentado un importante crecimiento urbano. Por ello, en 2020, se inició la elaboración de una Modificación Sustancial al PRC, con el objetivo de abordar diversos sectores de la comuna que requieren adecuación normativa. A junio de 2023, se han aprobado dos Modificaciones No Sustanciales al PRC, que han permitido realizar ajustes puntuales en la normativa; y Se encuentra en proceso de evaluación ambiental la Modificación Sustancial al PRC, que abarca diversos sectores de la comuna.

2 Diagnóstico de la pobreza energética

El objetivo de integrar indicadores de Pobreza Energética (PE) en las Estrategias Energéticas Locales (EEL) es enriquecer el conocimiento sobre el uso de energía en los hogares. El análisis comunal de PE proporciona datos fundamentales para la planificación y gestión energética, buscando un acceso equitativo a servicios energéticos de calidad.

De acuerdo con la definición proporcionada por la Red de Pobreza Energética y el Ministerio de Energía, la pobreza energética (PE) se refiere a aquella situación en que un hogar no tiene accesos equitativos a servicios energéticos de alta calidad para cubrir sus necesidades fundamentales y básicas que permiten sostener el desarrollo humano y económico de sus miembros (Red de Pobreza energética 2019). La pobreza energética abarca dimensiones de acceso, calidad, habitabilidad y equidad, dimensiones que se vinculan a la presencia de servicios básicos y condiciones en materia energética para la población en un territorio determinado, y agrupa los siguientes indicadores.

Tabla 6: Dimensiones e indicadores de pobreza energética. Fuente: Elaboración propia a partir de información de (Ministerio de Energía, 2024).

Dimensiones			
Acceso Físico	Calidad	Habitabilidad	Equidad
Indicadores por Dimensiones			
Hogares sin acceso a electricidad	Duración de interrupciones del servicio eléctrico	Viviendas construidas antes de la normativa térmica (2000)	Hogares en situación de pobreza por ingresos y/o multidimensional.
Hogares que no poseen acceso a cocción de alimentos y cocina.	Hogares que utilizan leña o carbón para cocinar	Viviendas con un índice de materialidad irrecuperable.	
Hogares que no poseen acceso a Agua Caliente Sanitaria (ACS)	Hogares que utilizan como fuente de energía leña o carbón para Agua Caliente Sanitaria	Proporción de hogares que forman parte de campamentos.	
Acceso a calefacción en zonas térmicas que lo requieren	Hogares que utilizan leña o carbón para calefacción en zonas climáticas frías.		

Según la Guía Metodológica para la elaboración de EEL de la Agencia de Sostenibilidad Energética, el desarrollar un análisis comunal de PE permite aportar con datos fundamentales para la planificación y gestión energética territorial enfocados en servicios energéticos tales como el uso doméstico de electricidad, cocción de alimentos, calefacción, agua caliente sanitaria y materialidad de las viviendas, entre otros.

Para el cálculo de los indicadores se tomó la base de **6.556 hogares totales**, estimados a partir del factor de expansión comunal, proporcionado por la metodología de la encuesta CASEN 2017. Estos se reparten en 4.390 hogares urbanos y 2.166 hogares rurales. La metodología específica para el desarrollo de los indicadores de pobreza energética se presenta en Anexo del documento, los que a su vez han sido comparados con los estimados en el visualizador de pobreza energética para la comuna del Ministerio de energía⁶

⁶ Plataforma de pobreza energética, Ministerio de Energía. <https://vipe.minenergia.cl/>



A continuación, se presenta el cuadro resumen con los indicadores más relevantes calculados para cada dimensión e indicador de PE.

Tabla 7: Indicadores de pobreza energética en su dimensión de acceso.

Dimensión	Umbral Pobreza Energética	Índice %
Acceso Físico	Hogares sin acceso a electricidad 	De acuerdo con la encuesta Casen, en Pichilemu no se registran hogares sin acceso a la electricidad, con un indicador de 0%. Lo que es coherente con el dato regional de accesibilidad de 0%, y donde solo hay un 0,2% de viviendas sin acceso a nivel regional rural,
	Hogares que sin acceso a Agua Caliente Sanitaria (ACS) 	En cuanto a ACS, el porcentaje total de ahogares que declaran no tener acceso a ACS, es de un 6%, de los cuales 2% están en zona urbana y un 4% en la zona rural. Estos representan 402 hogares totales; 151 urbanos y 251 rurales.
	Hogares sin acceso a calefacción en zonas térmicas que lo requieren. 	Pichilemu pertenece a la zona térmica C (costera), en cuanto a requerimientos de calefacción. Según el registro CASEN el 8,6% (566 hogares) de los hogares no posee acceso a energía para calefacción, de los cuales 7% están en zona urbana y 2% en zona rural. este cálculo es coincidente con la estimación del visualizador de pobreza enurética para la comuna.

Fuente: (elaboración propia a partir de datos CASEN 2017; Mapa de Vulnerabilidad Energética Ministerio de Energía, 2019.

En términos generales, en la dimensión acceso en los indicadores de pobreza energética, los valores más altos están reflejados en servicios de ACS y acceso a la calefacción, los que no superan el 10%. Para evaluar el impacto de ellos, es necesario integrarlos con los indicadores de pobreza multidimensional que se presentan en cuadros posteriores. En cuanto a acceso a calefacción, Pichilemu pertenece, de acuerdo con la Norma Chilena 1079, a la zona térmica C (costera), zona que considera el uso de calefacción en las viviendas.



Tabla 8: Indicadores de pobreza energética en su dimensión de calidad.

Dimensión	Umbral Pobreza Energética	Índice %
Calidad	Duración de interrupciones del servicio eléctrico 	El límite normativo de SAIDI (sin considerar fuerza mayor) es de 14 horas, y la comuna de Pichilemu tiene un promedio anual de 13,1 horas, por lo que cumple la norma. Sin embargo, si se consideran los promedios de horas de interrupción mensual, este alcanza un valor de 1,09 horas, lo que la ubica dentro de un umbral de pobreza energética leve.
	Hogares que utilizan leña o carbón para calefacción en zonas climáticas frías. 	La proporción de hogares que utilizan leña o carbón para calefacción es de un 47%, lo que representa un total de 3.114 hogares, de los cuales un 25% se encuentra en la zona urbana, y un 22% en la zona rural. Por otra parte, el visualizador de pobreza energética estima un valor de 52,5%, incorporando los hogares que además utiliza parafina o petróleo para calefacción.

Fuente: elaboración propia a partir de información de Energía Abierta y Casen 2017.

Dentro de los indicadores de calidad, el primer indicador que se analiza es la duración de la interrupción del servicio eléctrico por sobre la norma técnica (sin considerar fuerza mayor) a partir del SAIDI⁷, si bien este indicador está dentro de norma para la comuna, los promedios mensuales se elevan un tanto, ubicando a la comuna en el umbral de pobreza energética leve, respecto a esta variable. Sin embargo, si se analiza el SAIDI, incorporando factores de fuerza mayor, este se eleva considerablemente. Aspecto que será analizado en el capítulo de oferta energética.

Respecto a los indicadores que evalúan la calidad de las fuentes de energía utilizados por los hogares para cocción de alimentos y agua caliente sanitaria (ACS), se puede señalar que, en el caso de la cocción de alimentos, hay una muy baja proporción de hogares que utilicen leña o carbón para cocinar, concertados principalmente en la zona rural. En el caso del Agua Caliente Sanitaria, se registran hogares con uso de leña o carbón para el ACS, pero su incidencia es muy baja, y está presente solo en el sector rural. Por otra parte, y como es de esperar en una comuna con abundante biomasa, el porcentaje de uso leña para calefacción en los hogares es alto, alcanzando un 47% del total de hogares. Por lo tanto, es un aspecto para considerar en la implementación de medidas en la EEL, sobre todo apuntando al uso de la leña seca y su certificación.

⁷ El SAIDI refleja la duración promedio, en horas, de los cortes de energía eléctrica y se compone de causas externas, internas y de fuerza mayor. El indicador evalúa el porcentaje de tiempo fuera de norma de la duración de los cortes, debido a causas externas e internas. La parte más estricta de la norma dice que la duración de los cortes no puede exceder las 6 horas.



Tabla 9: Indicadores de pobreza energética en su dimensión de calidad – habitabilidad.

Dimensión	Umbral Pobreza Energética	Índice %
Habitabilidad (Calidad)	Proporción de viviendas construidas antes de la normativa térmica (2000). 	La proporción de hogares cuyas viviendas se construyeron previo a la entrada en vigencia de la norma térmica, se estima en 49%, esto es 5.851 viviendas, tomando datos intercensales. Complementariamente, el visualizador de pobreza energética, estima en un 55,8 % el valor de viviendas ineficientes energéticamente a partir de datos del SII (2017), y de INE (2017)
	Viviendas con un índice de materialidad irrecuperable 	De acuerdo con el registro CASEN solo un 1% de las viviendas de los hogares registrados son irrecuperables
	Proporción de hogares que forman parte de campamentos 	0%. De acuerdo tanto a los registros de Minvu como de Techo Chile, en Pichilemu ni hay campamentos catastrados. Y 1 campamento de acuerdo con información municipal

Fuente: Elaboración propia con información de CASEN 2017; Censo 2017; Censo 2012, Techo. 2022/23.

Otra perspectiva de la dimensión de calidad es la habitabilidad, cuyos indicadores evaluados se relacionan con calidad de la vivienda y desempeño energético. El primer indicador de habitabilidad es la proporción de viviendas construidas antes de la normativa técnica del 2000, referida a las condiciones de aislamiento térmico de las viviendas construidas. La proporción de viviendas estimadas para este indicador alcanza un 49%, lo que es bastante alto al tratarse de una zona que requiere calefacción.

Por otra parte, también se evaluó, a partir de los datos de CASEN 2017, la proporción de viviendas consideradas, de acuerdo con el índice de materialidad, como irrecuperables. En este caso, el indicador es 1%, considerándose que la mayoría de las viviendas están en categorías de recuperables o aceptables. Complementariamente, otro indicador que muestra condiciones de habitabilidad de las viviendas se relaciona con la cantidad de hogares que se edifican en campamentos. Para este caso, tanto las estadísticas del Minvu como de Techo Chile no registran campamentos en la comuna, sin embargo, se conoce por información primaria que actualmente existe un asentamiento precario a orillas del humedal de Petrel.



Tabla 10:: Indicadores de pobreza energética dimensión asequibilidad o equidad

Dimensión	Umbral Pobreza Energética	Índice %
Asequibilidad o Equidad	Proporción de hogares en situación de pobreza multidimensional 	El porcentaje de hogares en pobreza multidimensional de la comuna de acuerdo con Casen es de un 26%, lo que representa un total de 1.686 hogares

Fuente: Elaboración propia con información de CASEN 2017

El último grupo de indicadores de PE a considerar son los que tienen que ver con la asequibilidad o equidad, los cuales están basados en dos indicadores. Uno que mide la proporción de hogares en situación de pobreza solo considerando la variable ingresos, y otro que mide la pobreza multidimensional⁸. En este caso, de acuerdo con los registros de CASEN 2017, el indicador de pobreza solo por ingresos es de 1 %, lo que no es muy alto. Sin embargo, el segundo indicador que construye la encuesta CASEN 2017 contabilizando los hogares que se encuentran en situación de pobreza multidimensional, evalúa distintas variables que dan una idea más cabal de la pobreza en distintas dimensiones. En el caso de Pichilemu, el 26% de los hogares se encontrarían en condición pobreza multidimensional, lo que involucra no solo recursos monetarios como un medio, sino que alude además a variables socioculturales que permitirían romper el círculo de la pobreza y mejorar las condiciones de bienestar entre ellas las condiciones en que habitan el entorno, la vivienda y el uso de la energía.

3 Diagnóstico de la Disponibilidad y Uso de la Energía

La importancia de un diagnóstico exhaustivo radica en la comprensión integral del territorio, permitiendo una visión contextualizada de los desafíos y oportunidades presentes en la comuna. En particular un diagnóstico íntegro de la situación energética de Pichilemu permite enfocar los objetivos específicos de la Estrategia Energética Local a la situación específica de la comuna, atendiendo a sus necesidades y aprovechando sus oportunidades.

⁸ La medición de pobreza multidimensional implementada por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia toma en cuenta un conjunto de 5 dimensiones y 15 indicadores (3 indicadores en cada dimensión) que buscan identificar si los hogares alcanzan o no un determinado umbral de bienestar. Las dimensiones consideradas en este índice compuesto son: educación, salud, trabajo y seguridad social, vivienda y entorno, y redes y cohesión social. Por cada indicador en que el hogar no consigue superar dicho umbral, se contabiliza una carencia. La suma del total de carencias que registra el hogar entre estos 15 indicadores permite establecer si el hogar junto a todos sus integrantes se encuentra o no en situación de pobreza multidimensional (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023).



3.1 Energía eléctrica

3.1.1 Generación

La comuna de Pichilemu consume energía eléctrica proveniente del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) cuya capacidad instalada al cierre del año 2023 es la que se puede apreciar en la Figura 8.

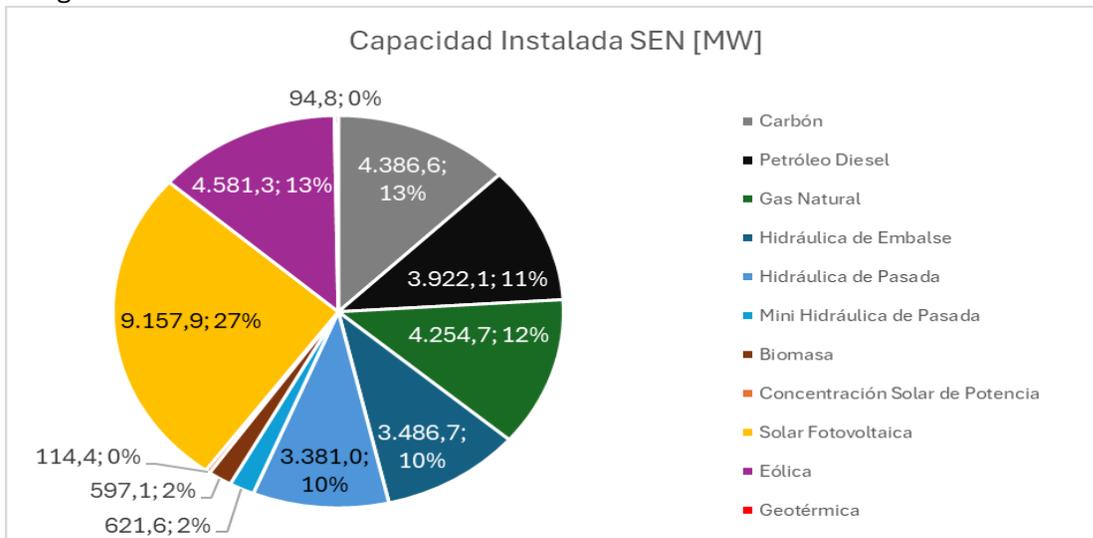


Figura 8: Capacidad Instalada del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Fuente: Elaboración propia a partir de (Comisión Nacional de Energía, 2024)

Se observa una matriz energética bastante diversa totalizando 34.598,3 MW de generación bruta y con buena proporción de Energías Renovables, alcanzando estas fuentes el 64% de la capacidad instalada y dejando a las fuentes fósiles solo con el 36% de la generación del SEN. A nivel regional, la Región de O'Higgins totaliza una capacidad instalada considerablemente más acotada de 1.894,1 MW con la distribución de fuentes de energía indicadas en la siguiente figura.

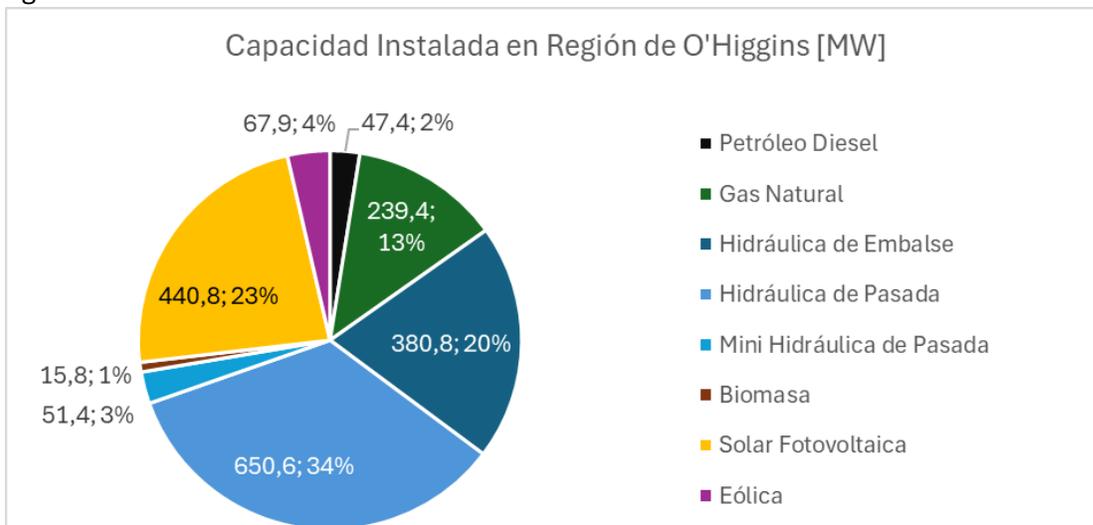


Figura 9: Capacidad Instalada en la región de O'Higgins. Fuente: Elaboración propia a partir de (Comisión Nacional de Energía, 2024)

Cabe mencionar la interesante proporción de energía hidráulica que alcanza el 57% de la generación regional y la energía solar fotovoltaica con un 23% de proporción. Las energías fósiles sólo constituyen plantas a diésel y gas natural, cubriendo solo el 15% de la capacidad de la región.

También es importante mencionar que una buena parte de las plantas de generación eléctrica de la región son del tipo PMGD (Pequeño Medio de Generación Distribuida) que corresponden a centrales de generación pequeñas (menores a 9MW), principalmente del tipo fotovoltaicas y suman 94 unidades que totalizan una capacidad de 456,7 MW.

Finalmente, a nivel comunal, no se observa ninguna planta de generación eléctrica conectada al SEN en la comuna de Pichilemu. Sin embargo, hay 31 plantas ERNC operando bajo la ley 21.118 de generación distribuida o también denominada ley de Netbilling. La totalidad de las plantas ERNC bajo ley Netbilling son de tipo Fotovoltaicas alcanzando un total de 207,27 kW de capacidad instalada. También se aprecian destinos en distintos sectores incluyendo comercial, educacional y salud, además de habitacional que es el principal destino de estos pequeños sistemas solares fotovoltaicos.

3.1.2 Transmisión

La comuna de Pichilemu no cuenta con líneas de transmisión ni subtransmisión, siendo la más cercana a la comuna, la línea de subtransmisión de 66 kV, en Alcones, Comuna de Marchigüe. La ausencia de líneas troncales o de subtransmisión se debe a la baja demanda energética de la comuna de Pichilemu y la ausencia de centrales de generación que requieran evacuar energía del territorio al sistema eléctrico nacional (SEN).

En cualquier caso, la no existencia de líneas de alta tensión no implica que la comuna no sea capaz de desarrollar proyectos ERNC, ya que es posible el desarrollo de centrales de generación pequeñas en distribución, las denominadas PMGD⁹.

3.1.3 Distribución

El sistema de distribución eléctrico de la comuna de Pichilemu está concesionado a la compañía CGE, quien se encarga de distribuir la energía eléctrica desde el SEN a todos los puntos de demanda de la comuna.

3.1.4 Combustibles

Los combustibles corresponden a fuentes de energía necesarios para ofrecer por una parte energía térmica, es decir usos de calor como producción de agua caliente sanitaria (ACS), calefacción, cocción y uso directo en procesos industriales. Pero, además, los combustibles tienen usos asociados a transporte terrestre, marítimo y/o aéreo, tanto para uso de las personas mediante automóviles, como para uso industrial en maquinarias forestales, tractores, entre otros.

De acuerdo con el portal de Energía Maps, de la Comisión Nacional de Energía, en la comuna de Pichilemu no se observa presencia de gaseoductos, ni oleoductos, por lo tanto, la disponibilidad de combustibles en la comuna es en base a combustibles transportados a la comuna vía terrestre. En este sentido, se analiza la disponibilidad de oferta de combustibles líquidos como bencina, diésel y kerosene, así como gas licuado de petróleo (GLP) y leña. No se observa presencia de gas natural en la comuna.

combustibles líquidos: se disponen principalmente en tres estaciones de servicio de venta de petróleo y derivados, correspondientes a las empresas Copec, Petrogal y Petrobras (Comisión

⁹ PMGD: Pequeño Medio de Generación Distribuida



Nacional de Energía, 2024). No se aprecia oferta de otros combustibles líquidos marítimos o de aviación, sino sólo gasolinas, diésel y kerosene.

Gas Licuado de Petróleo (GLP): de la plataforma Gas en Línea¹⁰, de la Comisión Nacional de Energía, se obtiene que en la comuna existe distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP) a través de las empresas GASCO, ABASTIBLE y LIPIGAS, y GAS DE CHILE (ENAP). Estos canales están principalmente dispuestos para la venta minorista de gas. No se observa la disponibilidad comunal para suministro de gas a granel para grandes consumidores.

Combustibles Sólidos: según la información obtenida en terreno, se sabe que en la comuna existen dos comercializadores de leña certificada en la comuna, que además poseen sello calidad de Leña de la Agencia de Sostenibilidad Energética¹¹. Otros proveedores de leña son de tipo informal, actividad bastante común no sólo en la comuna sino también en el resto del país.

3.1.5 Calidad de Suministro Eléctrico

La Norma Técnica de Calidad del Servicio para Sistemas de Distribución del año 2019¹² de la Comisión Nacional de Energía define la Calidad del Suministro como una componente de la calidad de servicio que permite calificar el suministro entregado por la empresa distribuidora eléctrica y que se caracteriza, entre otros, por la frecuencia, la profundidad y la duración de las interrupciones de suministro.

Las razones por las que se producen interrupciones son múltiples, pero las más frecuentes están asociadas a caída de árboles u objetos sobre las líneas y accidentes como los choques a postes. Sin embargo, a estos factores se suman eventos fuera de la normalidad, que son de mayor complejidad, como los eventos climáticos extremos.

En la regulación eléctrica, las interrupciones de suministro se clasifican en:

- Interrupciones por razones internas: producto de fallas en instalaciones de las empresas del segmento de distribución de electricidad y por causas no atribuibles a Fuerza Mayor.
- Interrupciones por razones externas: producto de fallas en instalaciones de las empresas del segmento de generación y transmisión de electricidad, que no pertenecen a la empresa distribuidora.
- Interrupciones atribuibles a Fuerza Mayor: Son aquellas interrupciones que ocurren en instalaciones de la empresa distribuidora y por causas atribuibles a Fuerza Mayor.

La Norma Técnica caracteriza las interrupciones de suministro en los sistemas de distribución en estado normal para lo cual se define el indicador SAIDI que corresponde al tiempo promedio de interrupción por Cliente medido en horas al año en una determinada área. Para su aplicación se deben considerar todas las interrupciones de suministro generadas por fallas o desconexiones en las instalaciones de la empresa distribuidora y que hayan sido mayores a 3 minutos. En cualquier caso, se deben excluir aquellas interrupciones solicitadas por el

¹⁰ <https://gasenlinea.gob.cl/> Consulta Abril 2024.

¹¹ <https://www.sellocalidadlena.cl/proveedores/> Consulta Abril 2024

¹² <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/12/Norma-T%C3%A9cnica-de-Calidad-de-Servicio-para-Sistemas-de-Distribuci%C3%B3n.pdf>



usuario, así como aquellas que hayan sido calificadas por la SEC como eventos de fuerza mayor o caso fortuito y aquellas asociadas a un estado anormal.

El indicador SAIDI tiene límites definidos en la Norma Técnica de acuerdo con el nivel de densidad de la red de distribución. Y para su estimación no se deben considerar las horas de interrupción debido a fuerza mayor, sino sólo la suma de las interrupciones por factores externos e internos. Dichos límites se detallan a continuación:

Tabla 11: Límites exigibles desde el año 2020 en adelante para el indicador SAIDI. Fuente: norma técnica de calidad de servicio para sistemas de distribución, (Comisión Nacional de Energía, 2019).

	Densidad de la Red			
	Alta	Media	Baja	Muy Baja
Baja Tensión de red	9 hrs	10 hrs	14 hrs	18 hrs
Media Tensión de red	5 hrs	6 hrs	10 hrs	14 hrs

La misma norma, en su Anexo 1, establece que la densidad de la red de distribución para la comuna de Pichilemu es la que se indica en la siguiente tabla.

Tabla 12: Densidad de redes de distribución por empresa distribuidora. Fuente: norma técnica de calidad de servicio para sistemas de distribución, (Comisión Nacional de Energía, 2019).

Empresa	Densidad
CGE	Baja

Teniendo en cuenta que la mayor parte de la red eléctrica de Pichilemu es de baja tensión, se considera que el límite exigible por la norma técnica es de 14 horas para el indicador SAIDI. La evolución anual del SAIDI¹³ para la comuna de Pichilemu puede observarse en el gráfico de la figura a continuación, donde se compara con los valores de la región además del promedio nacional.

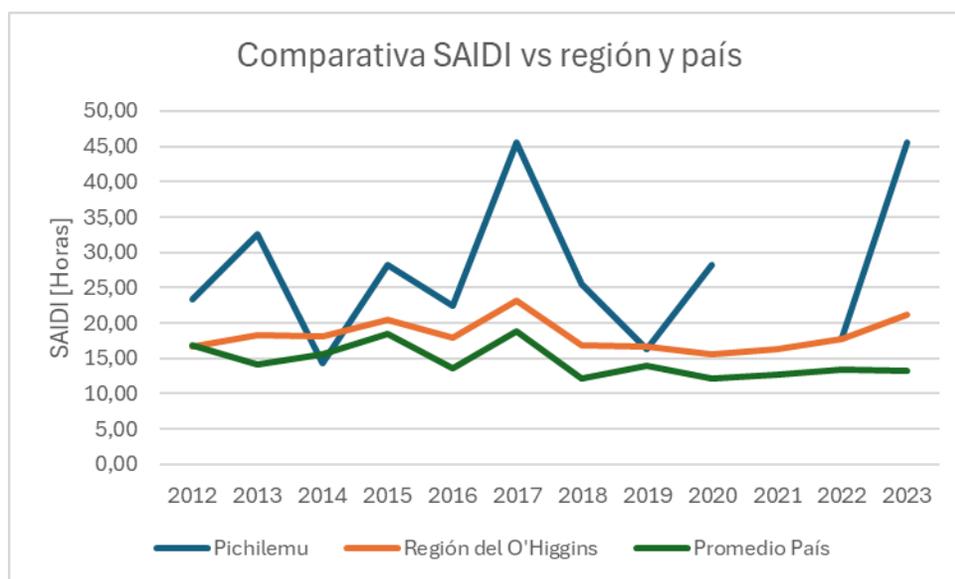


Figura 10: Evolución anual del SAIDI de Pichilemu con relación a la región y al promedio nacional. Fuente: Elaboración propia en base a datos Energía Abierta (Comisión Nacional de Energía, 2024)

¹³ http://energiaabierta.cl/categorias-estadistica/electricidad/?_sf_s=saidi

Del gráfico de la figura se observa una tendencia bastante aleatoria a lo largo de los años, estando buena parte del período sobre el promedio de la región y del país. Cabe señalar que la información disponible no dispone de data comunal para el año 2021, a diferencia de sí existir data regional y anual para ese año.

Si bien algunos años como 2014, 2019 y 2022 presentan indicadores SAIDI similares al promedio regional, el año 2023 preocupa por un SAIDI comunal considerablemente alto, mayor al doble del promedio regional y mayor al triple del promedio nacional. Éste, como se explica a continuación, se debió a razones de fuerza mayor, principalmente por fenómenos climáticos singulares.

3.2 Demanda Energética

Este capítulo da cuenta de la caracterización de la demanda o consumo de energía de la comuna de Pichilemu tanto en términos de energía eléctrica como sus diferentes combustibles consumidos.

3.2.1 Energía Eléctrica

A través de la plataforma Energía Abierta se obtuvo el consumo eléctrico de Pichilemu, a nivel residencial y no residencial entre los años 2015 y 2022. Además, se solicitó a la Municipalidad de Pichilemu, la información del consumo energético de todas las entidades de dependencia municipal, para desagregar la demanda no residencial en pública y privada. Y finalmente se solicitó también información de consumo en la comuna a la SEC mediante dos solicitudes a través del Portal de Transparencia (N° AU004T0039176 y N° AU004T0039184).

Teniendo toda esta información se pudo analizar los consumos históricos de electricidad para entender la tendencia y, por otra parte, desagregar el consumo eléctrico en los diferentes sectores más allá del sector privado, público y residencial.

La siguiente gráfica da cuenta de los consumos de energía eléctrica en el municipio (barras apiladas) desde el año 2015 al 2023, incluyendo a su vez en el segundo eje vertical y en gráficas de líneas el número de clientes residenciales y no-residenciales de la comuna.

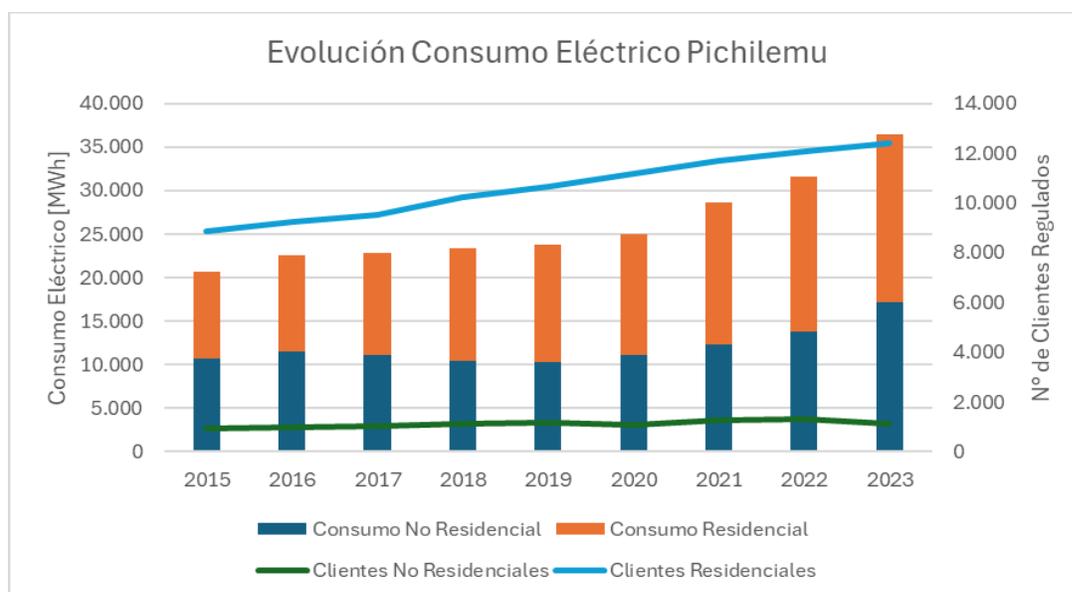


Figura 11: Evolución del consumo y número de clientes de energía eléctrica entre los años 2015 y 2023.
Fuente: Elaboración propia a partir de Energía Abierta (Comisión Nacional de Energía, 2024) y (SEC, 2024).

De la gráfica se puede observar un aumento relativamente constante en el tiempo del número de clientes residenciales (línea celeste), mientras el consumo residencial aumenta de forma más abrupta a partir del año 2021 en adelante. Este aumento también se observa en el consumo de clientes no-residenciales, sin embargo, este aumento no se ve reflejado en el número de clientes de este tipo. Es decir, se podría entrever que los usuarios no-residenciales no han aumentado significativamente, pero sí su consumo eléctrico. En términos totales, se aprecia que el consumo ha iniciado un aumento del tipo exponencial en el consumo eléctrico a partir del 2021, aumento que no se observa entre 2015 y 2020. Esto se puede explicar a un aumento de población más permanente a partir de la pandemia.

A partir de la información desagregada de consumos proporcionada por la SEC, se ha podido trabajar en la siguiente gráfica que permite visualizar la proporción del consumo energético en la comuna, esta vez separando el consumo no residencial en privado y público. Esto para los consumos específicos del año 2023.

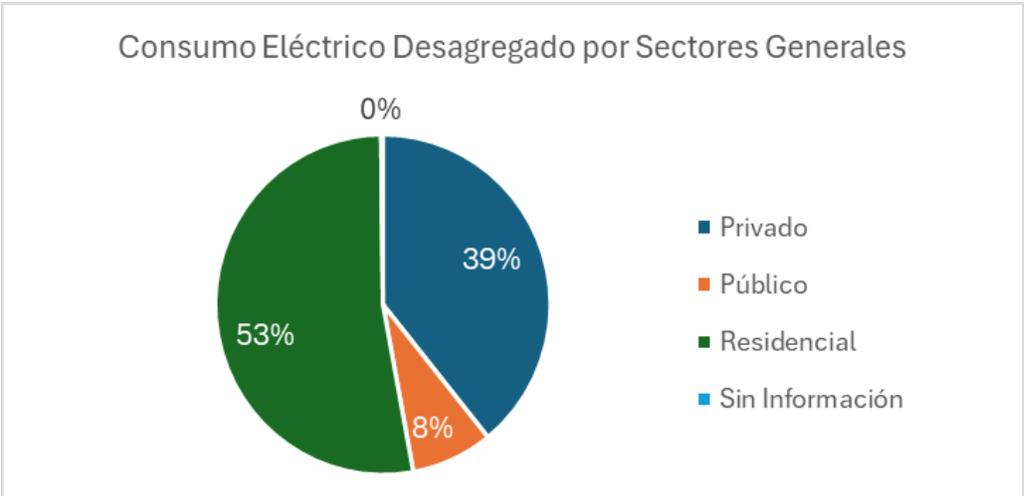


Figura 12: Energía eléctrica consumida según sectores generales. Fuente: Elaboración propia a partir de (SEC, 2024).

Y con una mayor desagregación, se puede observar en la siguiente gráfica la proporción de consumos eléctricos en el año 2023 según diferentes sectores específicos.



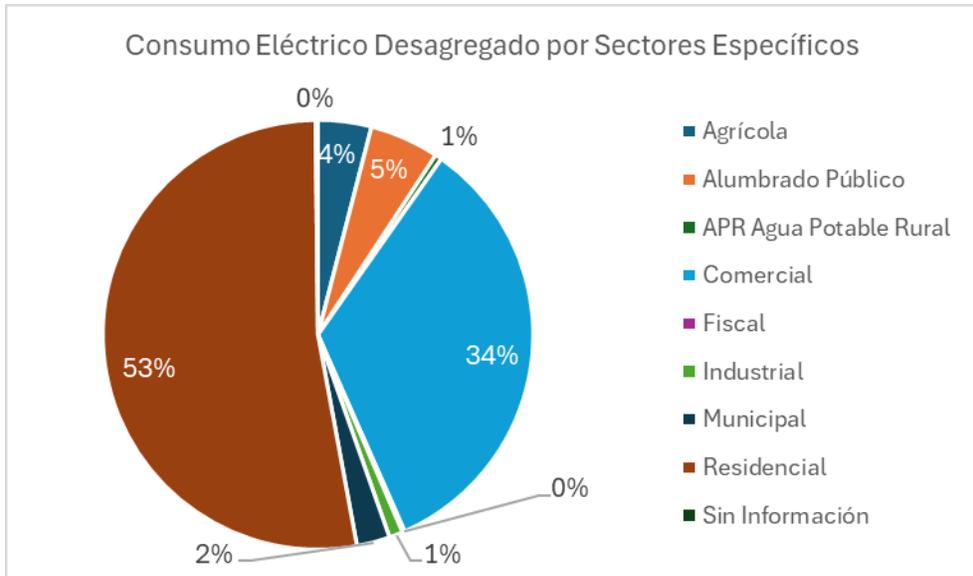


Figura 13: Energía eléctrica consumida según sectores específicos. Fuente: Elaboración propia a partir de (SEC, 2024).

A partir de estas gráficas se puede observar que el principal consumo eléctrico de la comuna viene dado por el sector residencial, seguido por el sector comercial, ambos totalizando el 87% del consumo eléctrico de la comuna. Estos consumos se condicen con la principal actividad económica de la comuna que es el turismo. Los restantes consumos son principalmente públicos como es el alumbrado público y los consumos fiscales y municipales. Cabe destacar el muy bajo consumo del sector industrial y agrícola que juntos suman sólo un 5%

3.2.2 Combustibles

Mediante la solicitud de información por transparencia a la SEC (N°AU004T0039176 y N°AU004T0039184) se obtuvo la data histórica de venta de combustibles derivados de petróleo y GLP, las que se informan en este capítulo. Así también, en base a lo revisado en la sección de oferta energética, en la comuna no se comercializa gas natural, por lo que este energético no posee consumo local.

3.2.2.1 Combustibles Líquidos

La figura a continuación muestra la cantidad de combustible vendido para todos aquellos combustibles líquidos disponibles en la comuna, para los años 2022 y 2023.

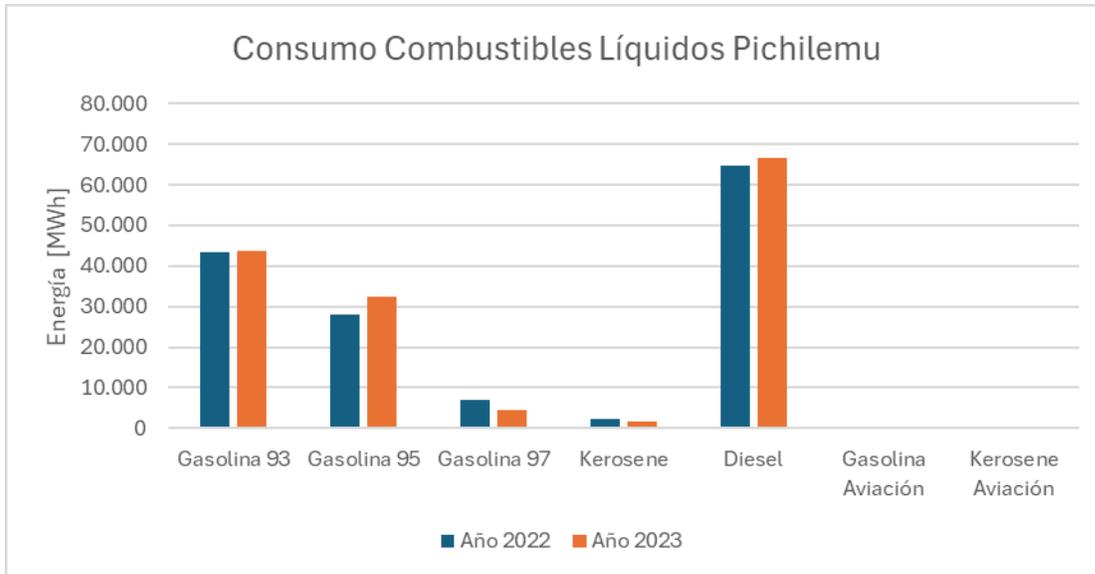


Figura 14: Consumo energético de derivados de petróleo en Pichilemu. Fuente: Elaboración propia a partir de (SEC, 2024).

Se puede apreciar que los principales consumos de combustibles líquidos son la bencina de 93 octanos y el diésel, ambos consumidos principalmente por vehículos, aunque el diésel también puede tener usos importantes a nivel agrícola y en la industria existente. Es interesante observar el prácticamente nulo consumo de Kerosene lo que refleja un bajo uso de este energético para usos de calefacción en invierno. Al igual que la gasolina o kerosene de aviación que registra un consumo prácticamente nulo.

Además, la SEC da cuenta de una desagregación del consumo de GLP en cuatro sectores tal como se observa en la siguiente gráfica.

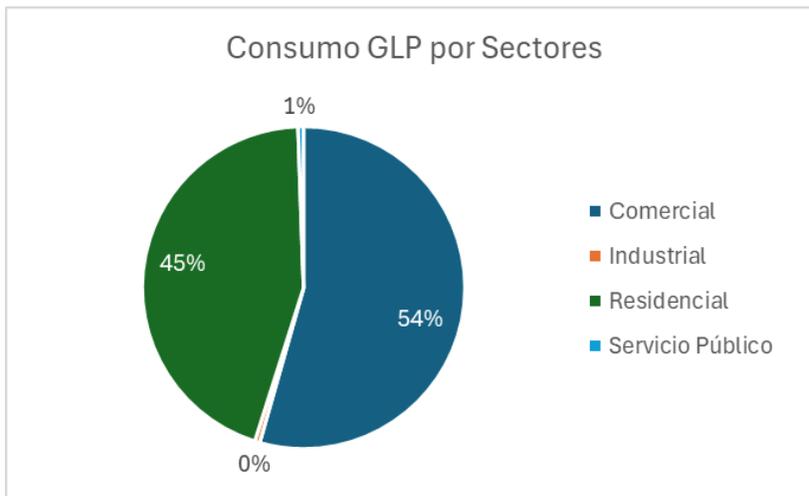


Figura 15: Proporción de consumos desagregados de GLP en Pichilemu al año 2023. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de (SEC, 2024).

Esta desagregación entrega resultados esperados, ya que el consumo de GLP es principalmente residencial con un segundo lugar importante del sector comercial que en buena medida es para usos en turismo. Tanto el sector industrial como el de servicio público contemplan consumos prácticamente nulos de este combustible.

3.2.2.2 Combustibles Sólidos

En consideración a que el mercado de la leña es principalmente informal, no existe registro de ventas y/o consumo de leña a nivel comunal como se presentó de los combustibles antes detallados. En este sentido, el consumo de leña en la comuna se estima en base al consumo esperado de una vivienda típica de la región, de acuerdo con lo señalado en el estudio “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”, elaborado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) en año 2015.

Este estudio señala que una vivienda típica de la región de O’Higgins consume un promedio de 3,5 [m³ st] de leña al año, lo que equivale en energía a 5.533 kWh por vivienda al año.

Por otra parte, tomando en cuenta que el número de viviendas en Pichilemu de acuerdo con el Censo 2017 fue de 12.056 viviendas y teniendo en cuenta la tasa de crecimiento poblacional de la comuna entre ese año y 2023 de 1,51% anual, según lo proyectado por el INE, se estima que el número de viviendas en Pichilemu al año 2023 alcance aproximadamente las 13.192 viviendas. Teniendo en cuenta estos datos, se estima el consumo de leña de la comuna de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 13: Consumo energético de leña en Pichilemu (2023). Fuente: Elaboración propia con data de (CDT, 2015)

Data	Valor	Unidad
Viviendas (año 2023)	14.390	
Penetración consumo leña ¹⁴	47,0%	
Nº Viviendas con consumo leña	6.763	
Energía leña prom. por vivienda	5.533	kWh/año
Energía leña comunal	37.421	MWh/año

De acuerdo con el propio estudio de la CDT en 2015, no se observan otros consumos de combustibles sólidos en la región, solo observándose otros consumos de calefacción asociados al consumo de GLP (24%) y Kerosene (16,9%) y electricidad (1,8%), los cuales ya se han contabilizado en las secciones anteriores.

3.2.3 Demanda Energética Total

La tabla a continuación resume los consumos de energía en la comuna, desglosados por sector económico y por energético.

Se estima que el consumo total anual de energía de la comuna de Pichilemu alcanza los 238.779 MWh, y posee una distribución por usos y por energéticos como se muestra en las siguientes figuras.

¹⁴ De acuerdo con estudio “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera” (CDT, 2015)



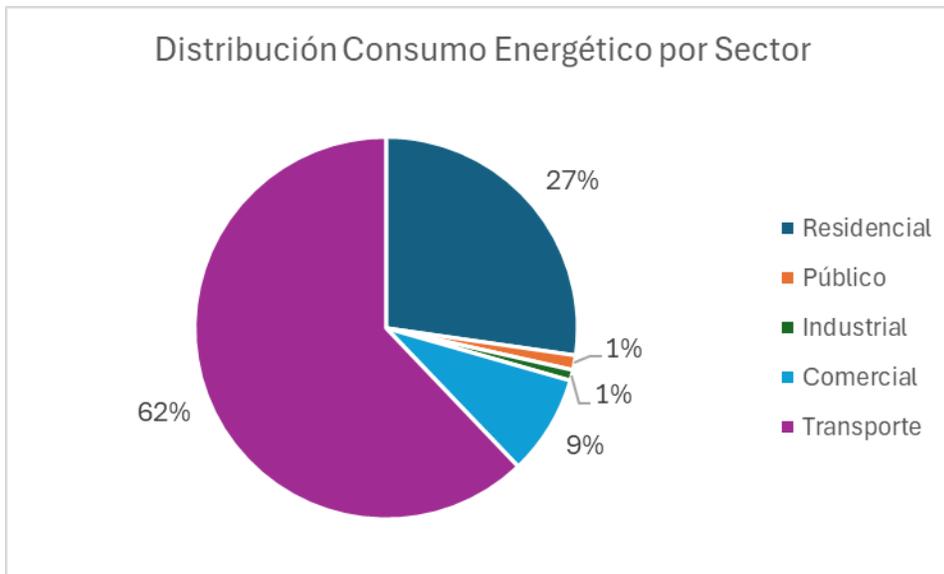


Figura 16: Distribución de consumos energéticos de Pichilemu por sector (año 2023). Fuente: Elaboración propia

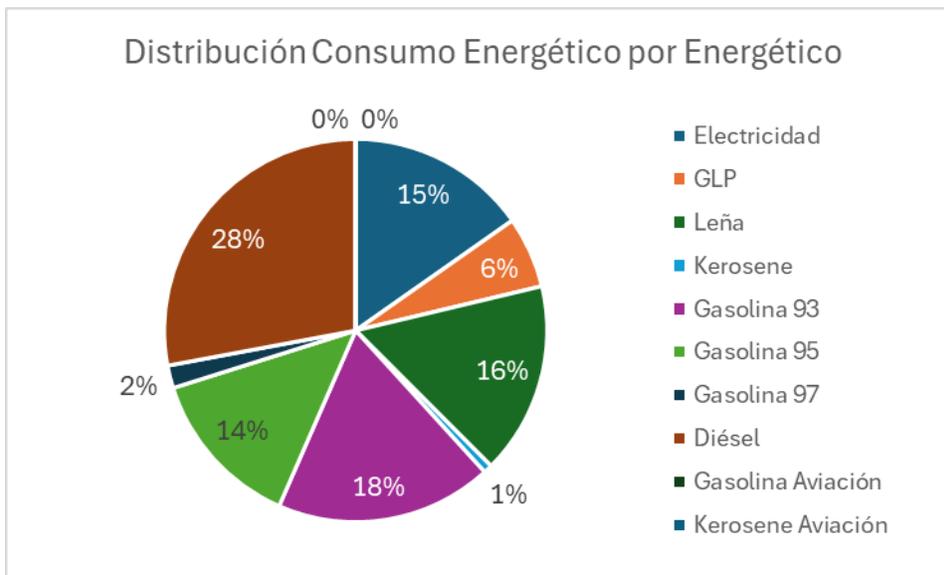


Figura 17: Distribución de consumos energéticos de Pichilemu por energético (año 2023). Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar el consumo preponderante (62%) del sector transporte asociado principalmente a combustibles líquidos derivados del petróleo y en segundo nivel de importancia al sector residencial (28%) en donde destaca el uso leña con un 16% del total de los consumos de la comuna. El consumo eléctrico tiene una participación menor de solo un 15% del consumo total de energía de Pichilemu.

3.2.4 Emisiones GEI

Utilizando la información levantada anteriormente de los consumos de energía por sector y energético, más los factores de emisión de cada energético estudiado, se pueden calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al ambiente.

Tabla 14: Factores de emisión por fuente energética. Fuente: Energía Abierta (Comisión Nacional de Energía, 2024)

Fuente energética	Factor de emisión	Unidad
Electricidad (promedio 2023)	0,24212	tCO ₂ eq/MWh
GLP	0,00296	tCO ₂ eq/kg
Gas Natural	0,00215	tCO ₂ eq/Nm ³
Gasolina 93 SP	0,00238	tCO ₂ eq/lt
Gasolina 95 SP	0,00238	tCO ₂ eq/lt
Gasolina 97 SP	0,00238	tCO ₂ eq/lt
Gasolina de Aviación 100-300	0,00279	tCO ₂ eq/lt
Kerosene de Aviación	0,00312	tCO ₂ eq/kg
Kerosene Domestico	0,00312	tCO ₂ eq/kg
Petróleo Combustible	0,00309	tCO ₂ eq/lt
Petróleo Diesel	0,00312	tCO ₂ eq/lt

Al igual que para los consumos energéticos totales de la comuna, se presenta la distribución de las emisiones de gases de efecto invernadero por sector y por energético.

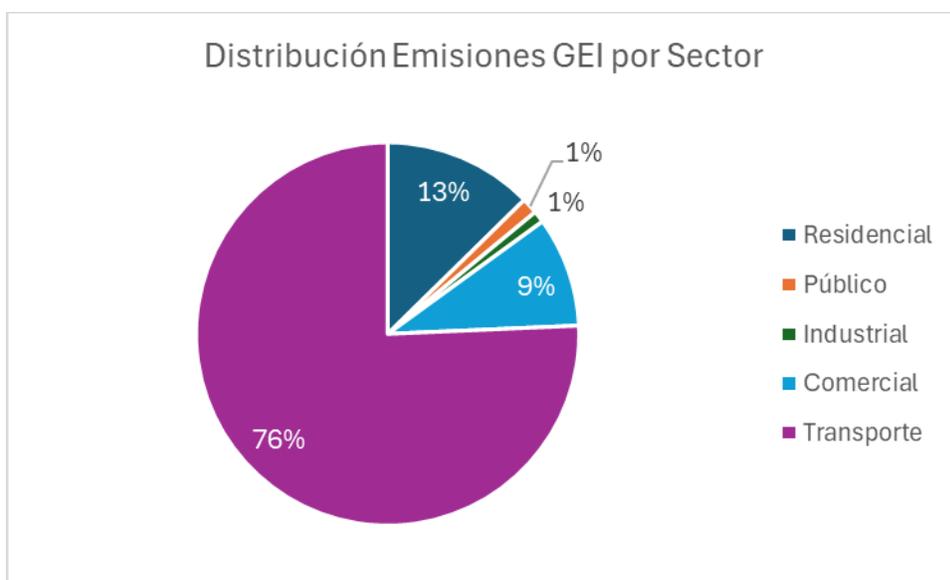


Figura 18: Distribución de GEI [Ton CO₂eq] de Pichilemu por sector (año 2023). Fuente: Elaboración propia

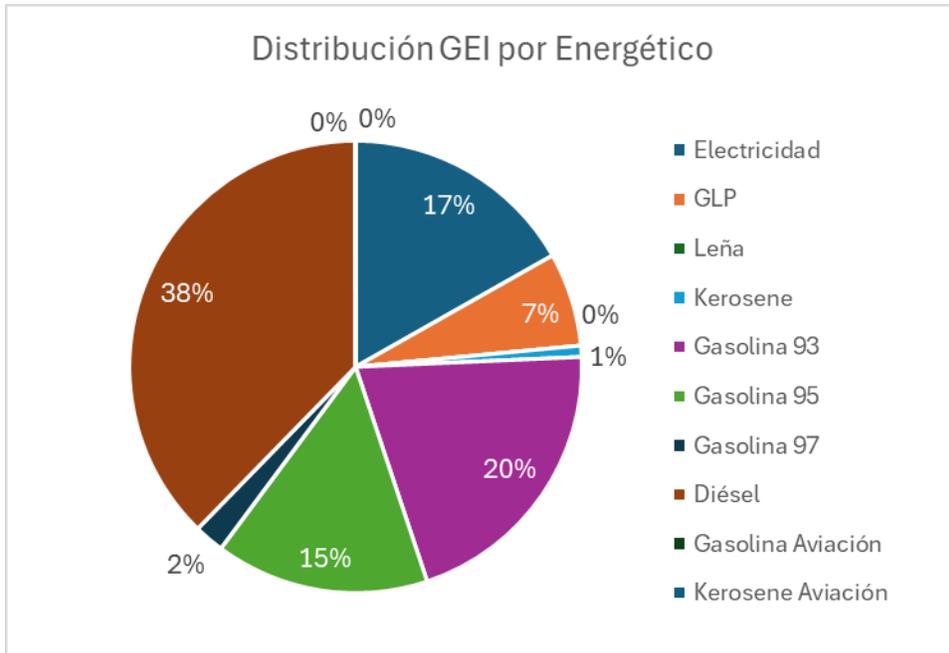


Figura 19: Distribución de GEI [Ton CO₂eq] de Pichilemu por energético (año 2023). Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que, en mayor medida, el sector transporte totaliza el 76% de las emisiones de la comuna, seguida muy por detrás por el sector residencial (13%) y comercial (9%). Mientras que, en términos de energéticos, las mayores emisiones en la comuna se deben al consumo de petróleo diésel (38%), seguidas por las gasolinas 93 y 95 con 20% y 15% respectivamente. Finalmente, la electricidad también toma un valor importante con un 17% de las emisiones totales de la comuna¹⁵.

3.2.5 Proyección de la Demanda Energética

Para realizar una correcta proyección de la demanda energética en la comuna se han considerado los datos históricos de consumo de la comuna en consideración a no contar con una fuente certera de crecimiento poblacional, ya que las proyecciones del INE al año 2030 estiman una población de 20.001 personas, mientras que el municipio cree que en la actualidad (año 2024) este número ya ha sido superado e incluso llegado a las 22.000 personas.

3.2.5.1 Proyección de la Demanda de Energía Eléctrica

En base a los consumos eléctricos históricos expuestos en la sección 3.2.1, se realiza una proyección al año 2030 en base a una regresión lineal tanto de los consumos residenciales como no-residenciales, corregida para que el último consumo con data real del año 2023 coincida con la curva de proyección cuantificada según la regresión. En las siguientes gráficas se muestra en color azul la regresión lineal calculada y en rojo la corregida con misma pendiente de crecimiento.

¹⁵ Los factores de emisión se definen como un valor representativo que intenta relacionar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera con una actividad y una tecnología asociadas a la emisión del contaminante. Estos factores son usualmente expresados como la masa del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración.

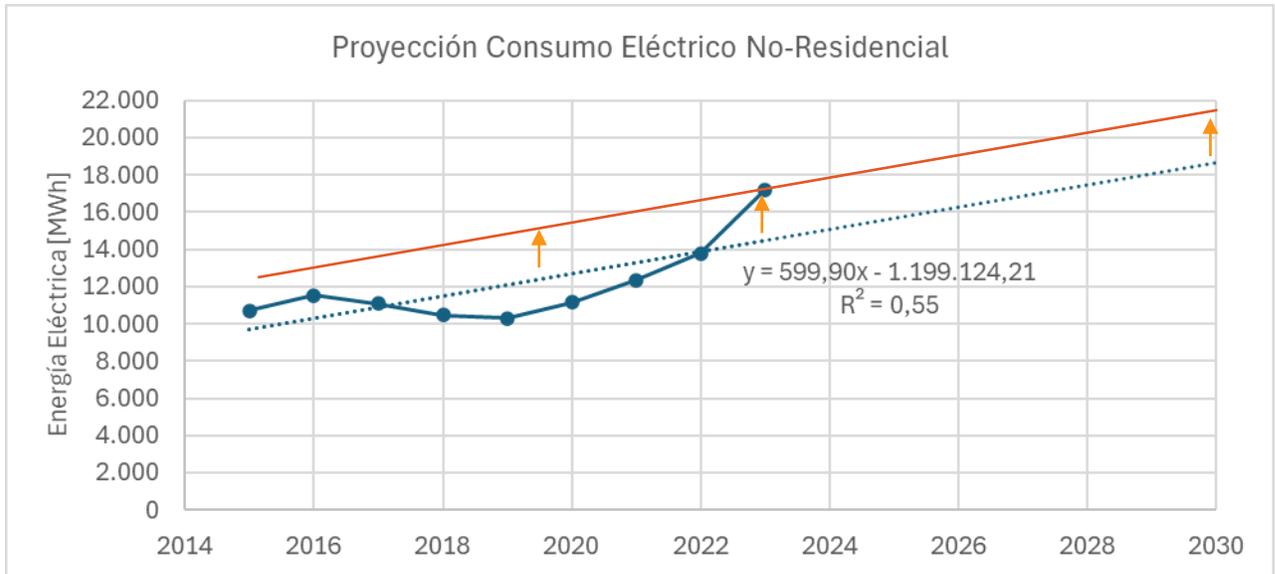


Figura 20: Proyección demanda eléctrica no-residencial de Pichilemu al año 2030. Fuente: Elaboración propia

Se aprecia una correlación bastante baja con los datos que se cuentan, sin embargo, se estima que la proyección es adecuada, porque no se cree real que exista una proyección de crecimiento exponencial tal como se podría observar de los datos históricos. Este comportamiento bien puede deberse a particularidades asociadas a la pandemia, que debieran regularizarse con el tiempo. En cualquier caso, la curva ajustada es coherente con el consumo del año 2023.

El mismo análisis se realiza para el consumo eléctrico residencial.

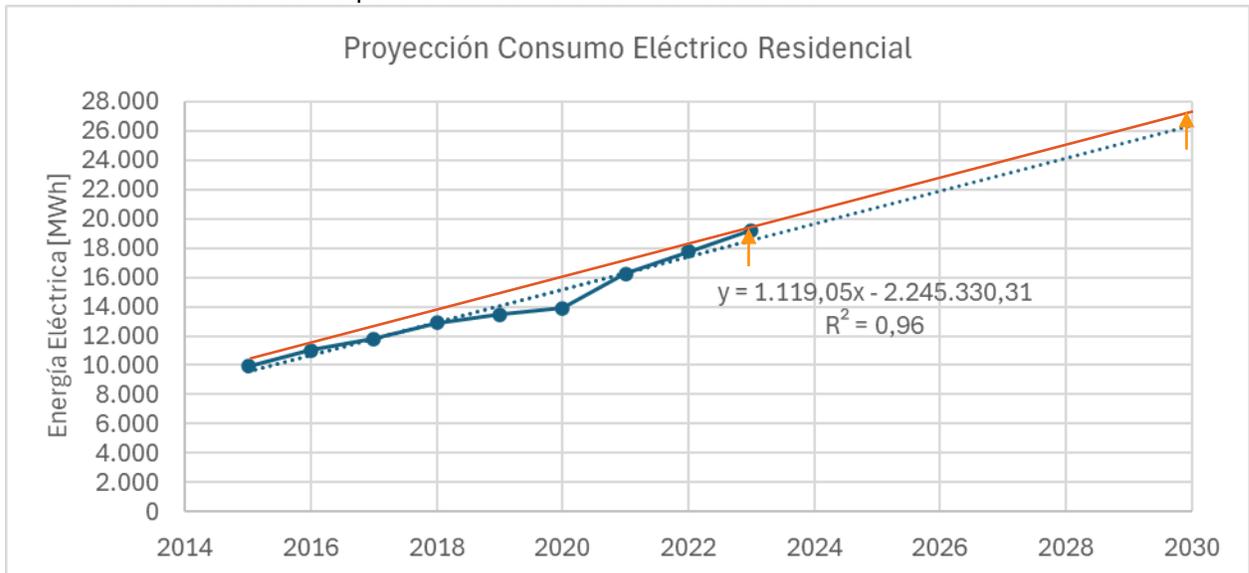


Figura 21: Proyección demanda eléctrica residencial de Pichilemu al año 2030. Fuente: Elaboración propia

A diferencia de la proyección no-residencial, la proyección del consumo residencial sí tiene una correlación adecuada para la regresión lineal y por lo tanto se considera confiable como proyección. Teniendo estas curvas de proyección, se estima que para el año 2030, el consumo eléctrico de la comuna será el que se presenta en la siguiente tabla, desagregado por sectores.

Tabla 15: Proyección consumo eléctrico al año 2030 desagregado por sectores. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Uso	Año 2023 [MWh]	Año 2030 [MWh]
Agrícola	1.459	1.815
Alumbrado Público	1.901	2.365
APR Agua Potable Rural	181	225
Comercial	12.267	15.259
Fiscal	63	79
Industrial	377	469
Municipal	906	1.127
Residencial	19.209	27.043
Sin Información	62	77
TOTAL	36.426	48.459

3.2.5.2 Proyección de uso de Combustibles

En consideración a que no se cuenta con consumos de combustibles históricos suficientes como para poder realizar una regresión y proyectar consumos a futuro, se utiliza la tasa de crecimiento anual del consumo eléctrico presentado en la Tabla 15, que muestra que en promedio la tasa de crecimiento de esta energía es de un 4,7% anual. Aplicando esta tasa de crecimiento a los consumos de combustibles al año 2023, se obtienen las siguientes proyecciones al año 2030 por tipo de fuente.

Tabla 16: Proyección consumo combustibles al año 2030. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Combustible	Año 2023 [MWh]	Año 2030 [MWh]
GLP	14.376	19.853
Leña	38.760	53.526
Kerosene	1.737	2.399
Gasolina 93	43.748	60.415
Gasolina 95	32.468	44.836
Gasolina 97	4.556	6.291
Diésel	66.672	92.072
Gasolina Aviación	14	19
Kerosene Aviación	23	32
TOTAL	204.377	281.473

3.3 Potencial de Energías Renovables y Eficiencia Energética

En este capítulo se presenta el análisis del potencial tanto de energías renovables como de eficiencia energética para la comuna de Pichilemu, los que se relacionan con el análisis de los recursos disponibles en la comuna como también con la demanda e infraestructura existente analizado en el capítulo anterior.

3.3.1 Potencial de Energías Renovables

En este capítulo se estudian los potenciales renovables asociados a la energía solar, eólica, biomasa, hidráulica y geotérmica. El análisis de estos potenciales se realizará considerando



la infraestructura urbana disponible como redes eléctricas, de transmisión, techumbres disponibles, entre otros.

Cabe señalar, como se observó en el capítulo 3.1.1.2, que la comuna de Pichilemu no cuenta con ninguna subestación, ni línea de subtransmisión lo que dificulta inicialmente el desarrollo de grandes proyectos de generación energética, sin embargo, esto no quita la posibilidad del desarrollo de proyectos de generación en la red de distribución como el caso de proyectos PMGD¹⁶ que pueden alcanzar hasta los 9 MW de potencia. En cualquier caso, la no existencia de un sistema de transmisión en la comuna tampoco necesariamente es un obstáculo, ya que el desarrollo de un proyecto de cierta envergadura podría justificar económicamente la extensión de la línea desde la subestación Alcones colindante a la comuna de Pichilemu hacia su interior.

3.3.1.1 Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar en Chile, en general, puede utilizarse ya sea para producción eléctrica a través de la tecnología fotovoltaica o para producción de agua caliente a través de la tecnología solar térmica. En ambos casos el parámetro relevante es la radiación sobre los paneles (o colectores) solares. A mayor radiación, mayor energía a generar. Así también, a menor porcentaje posible de nubes y sombras sobre la instalación, mayor generación también.

Pichilemu presenta una radiación solar global (directa + difusa) de 1.851 kWh/m² al año (aprox 5 kWh/m²/día), homogénea en todo el territorio de la comuna.

A nivel mensual, la radiación solar es la que se muestra en la siguiente figura, evidenciando la reducción en los meses de invierno, aproximadamente a un 25% de la radiación disponible en los meses de verano.

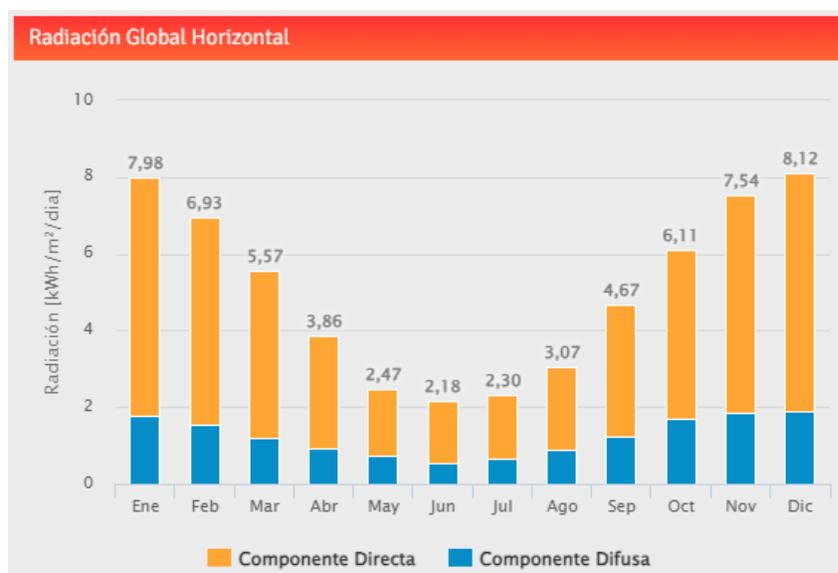


Figura 22: Radiación Global Horizontal mensual en la comuna de Pichilemu. Fuente: Explorador Solar Minenergía

El potencial solar fotovoltaico se evalúa primero a nivel residencial, mediante una estimación de la superficie disponible para la instalación de paneles solares. Se calcula el potencial considerando la instalación en techumbres, acogidas a la ley de generación distribuida.

¹⁶ Pequeño Medio de Generación Distribuida

La metodología de estimación de potencial de generación fotovoltaica en edificios residenciales parte por estimar la potencia instalada que podría albergar una vivienda en Pichilemu. Para esto, se utiliza el módulo de Generación Eléctrica Fotovoltaica en su opción de “Estimar Capacidad”. Una techumbre inclinada de 50 m² ubicada en Pichilemu puede albergar un máximo de 8 kWp instalados, esto resulta en una tasa de aproximadamente 0,16 kWp por cada m² de techumbre de vivienda. Sin embargo, considerando que habrá siempre otras limitantes a la real disponibilidad de los techos para instalar paneles solares, se considerará que cada vivienda en promedio podrá incorporar un máximo de potencia instalada de estos 2 kWp. Una instalación de este tipo considera aproximadamente 4 paneles de 500 Wp cada uno, totalizando aproximadamente 8 m² de paneles en cubierta. Si se simula una instalación de este tipo se obtiene una generación anual de 2.867 kWh.

Si se tiene en cuenta que en Pichilemu existe un total de aproximadamente 14.390 viviendas se puede calcular el potencial total residencial.

Se estiman tres escenarios de penetración de la tecnología fotovoltaica en las viviendas, de este modo, se tiene un caso pesimista de 10% de penetración, un caso moderado de 25% de penetración y un caso optimista, que supone que un 40% de estas viviendas efectivamente tienen una techumbre apta para este tipo de instalaciones. Bajo estos supuestos y utilizando la potencia indicada por unidad de viviendas, se concluye que existirían los potenciales que se indican en la tabla a continuación.

Tabla 17: Potencial de Energía fotovoltaica a ser generada a nivel residencial. Fuente: Elaboración propia con datos de Explorador Solar

	10% Penetración	25% Penetración	40% Penetración
Número de Viviendas	1.439	3.598	5.756
Potencia Instalada [MW]	2,9	7,2	11,5
Energía Anual Generada [MWh/año]	4.125	10.313	16.501

A nivel rural, se realiza una estimación del potencial de generación fotovoltaica contemplando la construcción de plantas de generación solar de mayor tamaño en modalidad PMGD de hasta 9 MW.

Mediante el explorador solar se simula una planta tipo de un 1MWp de potencia, la que requeriría de un terreno aproximado de 12.500 m². Se contemplan las mismas características del sistema fotovoltaico utilizado en las simulaciones anteriores. La generación anual de una planta de este tamaño sería de 1.433 MWh con un factor de planta del 16%.



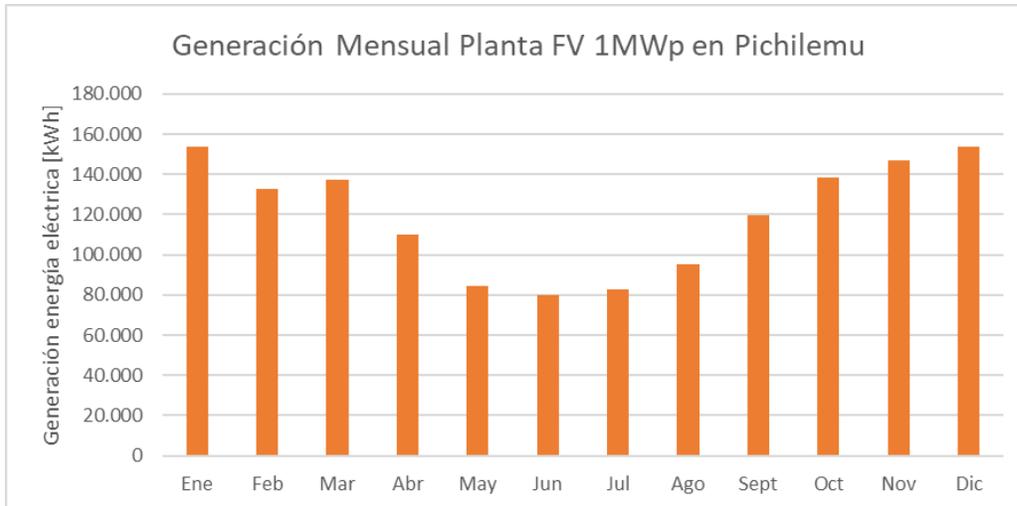


Figura 23: Generación Planta FV de 1 MWp en Pichilemu. Fuente: Elaboración propia con datos de Explorador Solar

A partir de esta producción solar, se estima que por m² de terreno disponible, se pueden generar aproximadamente 114,7 kWh/m² de energía eléctrica mediante energía fotovoltaica.

3.3.1.2 Energía Solar Térmica

Al igual que para el análisis de la energía solar fotovoltaica, para el análisis de la energía solar térmica también se utiliza el Explorador Solar del Ministerio de Energía. En este caso, el indicador que se utiliza para cuantificar potencial será el porcentaje de contribución a la demanda de ACS de una vivienda, pues dado que un sistema solar térmico se utiliza para la producción de agua caliente, es sencillo individualizar su contribución a un sistema que demanda exclusivamente agua caliente. En un sistema solar térmico por defecto se considera que no puede suplir una demanda por sí solo, por lo que no tiene sentido analizar el factor de planta, que se refiere normalmente a un sistema que bajo ciertas condiciones debe poder suplir una demanda por sí mismo. El cuadro a continuación muestra las condiciones bajo las cuales se realizó la simulación. Estos parámetros corresponden al tipo de instalación más común en el país y que permite optimizar la producción de energía térmica.

Tabla 18: Condiciones de simulación para cálculo de potencial solar térmico en viviendas. Fuente: Explorador Solar Minenergía

Configuración	Data
Inclinación	30°
Azimut	0°
Volumen	120 lts
Área	2,7 m ²
Eficiencia óptica del colector	67%
Factor global de pérdidas	3,7
Porcentaje del tiempo con sombras	0%
Número de residentes vivienda	3
Demanda diaria	120 lts

Con los datos indicados en la tabla se genera una simulación en el Explorador Solar, que arroja los siguientes resultados, para una vivienda tipo de 3 integrantes. Además, del potencial de generación para el total de viviendas de la comuna.

Tabla 19: Generación potencial de energía solar térmica en viviendas. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Explorador Solar

	Data
Producción anual de energía por vivienda [kWh]	1.231,2
Potencia térmica SST por vivienda [kW]	1,9
Consumo aportado por SST	85%
Capacidad térmica comunal potencial [MW]	27,2
Generación de energía anual en la comuna [MWh]	17.717

Finalmente, la siguiente tabla muestra tres escenarios de penetración para esta tecnología en la comuna de Pichilemu.

3.3.1.3 Energía Eólica

La energía eólica es la energía que se obtiene a partir del viento, es decir, es el aprovechamiento de la energía cinética de las masas de aire. En la actualidad, la energía eólica se utiliza principalmente para producir electricidad, lo que se consigue mediante aerogeneradores conectados a las redes de distribución de energía eléctrica.

Para cuantificar el potencial de energía eólica se cuantifica típicamente la velocidad del viento, puesto que este es el parámetro principal de la energía cinética del aerogenerador, que finalmente puede ser transferida como energía a una turbina para generar electricidad. Para analizar entonces estas características en la comuna de Pichilemu, se utiliza el Explorador Eólico del Ministerio de Energía¹⁷. La siguiente figura muestra el mapa de la comuna con la velocidad de viento promedio por sector.

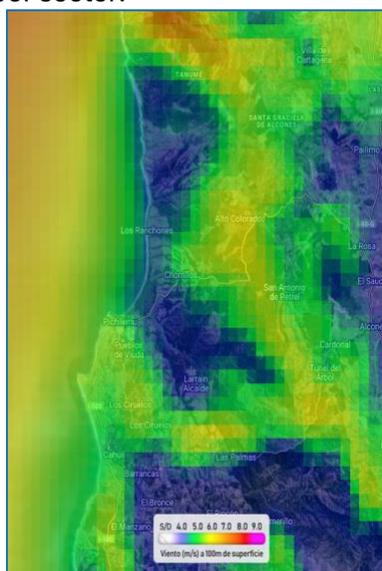


Figura 24: Velocidad del Viento [m/s] en la comuna a 100m sobre la superficie. Fuente: Explorador Eólico Minenergía

¹⁷ <https://eolico.minenergia.cl/potencia>

Se observa que existen ciertas zonas de mayor condición de viento en la comuna, especialmente en las zonas entre Alto Colorado y la quebrada El Árbol en el límite oriental de la comuna, hacia el norte hacia Santa Graciela de Alcones y Quincheumo. Y en el sur entre Los Ciruelos y las Palmas o más al sur hacia El Manzano. En todas estas zonas el recurso viento puede superar los 6 m/s e incluso llegar a los 7 m/s, especialmente en la zona norte cercano a Quincheumo.

Para el análisis, se simula una instalación tipo con un aerogenerador ubicado en el sector Cardonal de Panilonco de la comuna de Pichilemu, el cual posee un viento promedio de 6,0 m/s.

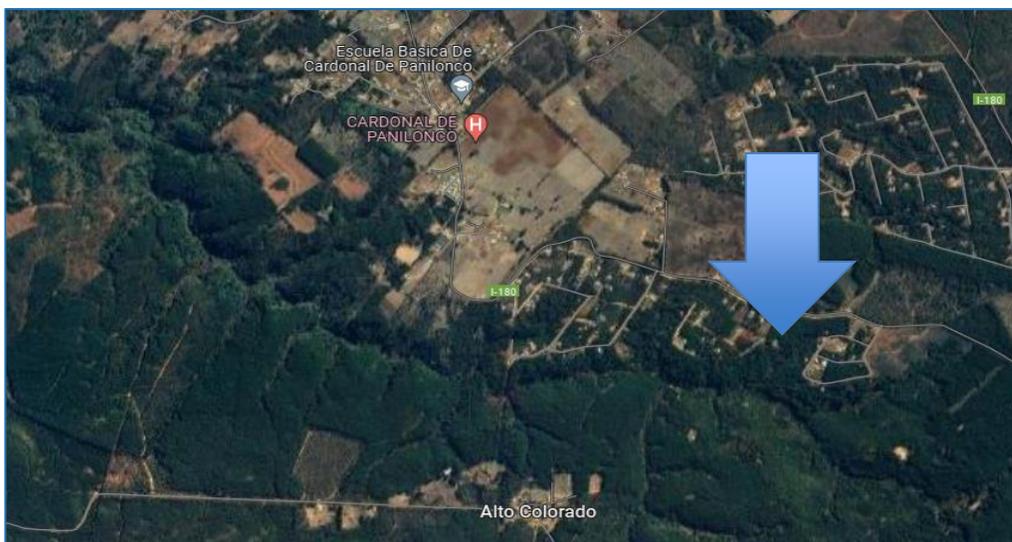


Figura 25: Ubicación instalación eólica tipo en Pichilemu. Fuente: Explorador Eólico Minenergía

Se observa en el gráfico siguiente la velocidad promedio mensual del viento, estimado a 100 metros sobre la superficie.

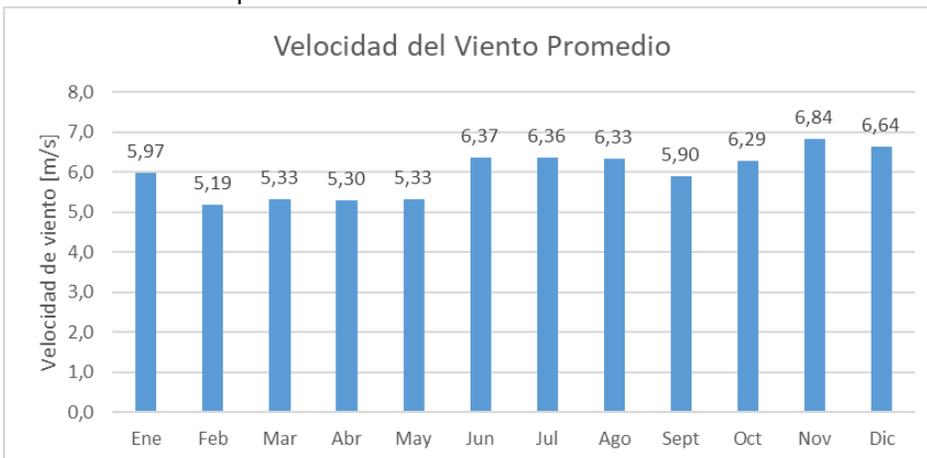


Figura 26: Velocidad del viento promedio por mes. Fuente: Explorador Eólico Minenergía

Si consideramos esta vez la velocidad del viento a 30 metros sobre la superficie, una altura más típica de un rotor de turbina eólica, podemos observar las velocidades de viento en el sitio en el siguiente histograma.

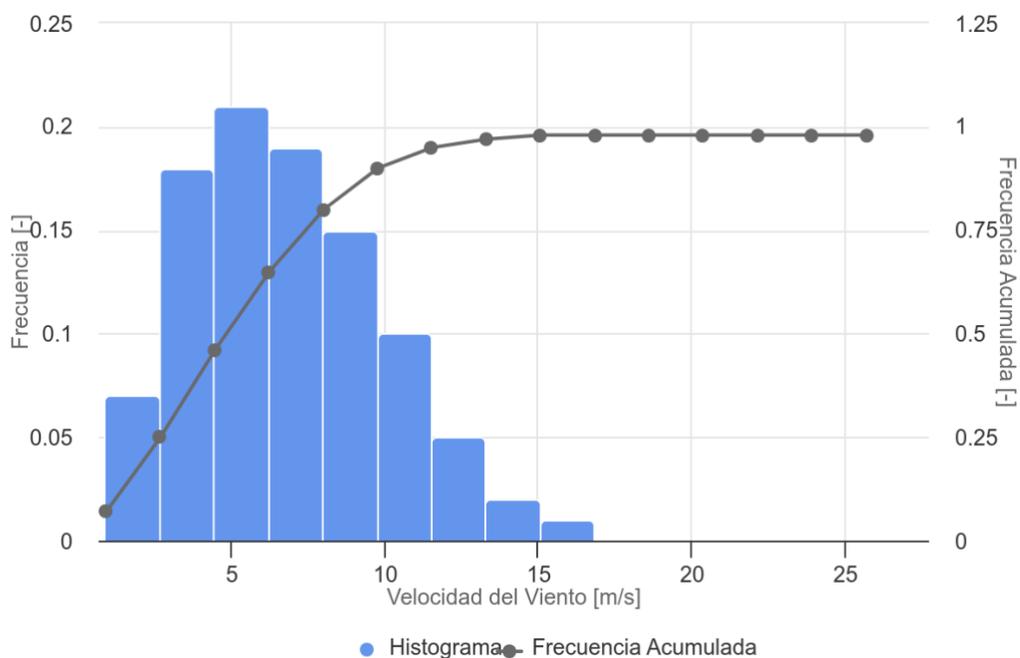


Figura 27: Histograma y frecuencia acumulada velocidad del viento a 90 metros. Fuente: Explorador Eólico Minenergía

Se realiza una simulación en el sitio indicado de un aerogenerador de 1 MW de potencia nominal marca Enercon modelo E-58/10.58 de altura de buje de 89 metros. Este aerogenerador en este sitio podría generar 1.654,52 MWh de energía anual. Si consideramos la realización de un parque eólico PMGD de 9 MW de potencia, la energía potencial a generar por el parque sería de 14.891 MWh anuales.

En función de las localidades observadas con potencial eólico, se estima que como mínimo podrían implementarse dos parques eólicos por sector. Si consideramos que se observaron cuatro sectores con mayor potencial de viento, se estima preliminarmente un potencial de 8 plantas de 9 MW cada uno.

La siguiente tabla resume los resultados esperados de potencial eólico en la comuna.

Tabla 20: Potencial eólico comuna de Pichilemu. Fuente: Elaboración propia en base a Explorador Eólico

Aerogenerador seleccionado	Enercon E-58/10.58
Potencia Aerogenerador [MW]	1
Altura de Buje [metros]	89
Energía Generada por Aerogenerador [MWh]	1.654,52
Factor de Planta	18,9%
Energía Generada Parque 9MW (9 aerogeneradores) [MWh]	14.891
Total de Parques de 9MW en la comuna	8
Potencia Eólica Potencial en la comuna [MW]	72
Energía Eólica Potencial Pichilemu [MWh]	119.125

3.3.1.4 Biomasa

Se entiende como biomasa a toda la materia orgánica susceptible de ser utilizada como fuente de energía. El origen de la energía de la biomasa puede ser tanto animal como vegetal y puede haber sido obtenida de manera natural o proceder de transformaciones artificiales que se

realizan en las centrales de biomasa. Esta materia se convierte en energía al aplicar distintos procesos químicos o físicos. Si a la gran variedad de biomasa existente se aplican distintas tecnologías, el resultado es energía que puede utilizarse de diferentes formas.

a) Producción de biogás

El biogás se obtiene a través de la digestión anaeróbica de la materia orgánica (biomasa). El gas energético principal del biogás es el metano, en una proporción de 50-70%. Este combustible puede ser posteriormente tratado para su uso en calderas de aprovechamiento térmico o equipos de generación eléctrica. Uno de los recursos principales (y en el que se enfocará este reporte) son los RSU o Residuos Sólidos Urbanos generados por el sector residencial. Los RSU tienen el potencial de conversión de biomasa a metano que se indica en la tabla a continuación.

Tabla 21: Factores de conversión de metano a biogás. Fuente: (CNE/GTZ, 2007)

Tipo de Biomasa	Residuo Sólido Urbano
Productividad [m ³ biogás/ ton biomasa]	850
Tasa de conversión de metano a biogás	50%

De acuerdo con la información obtenida a través del “Diagnóstico nacional y regional sobre generación y eliminación de residuos sólidos domiciliarios y asimilables” (SUBDERE, 2018), la producción per cápita de RSU en la comuna de Pichilemu es la que se indica en la tabla a continuación.

Tabla 22: Producción de RSU y biogas en la comuna de Pichilemu. Fuente: (SUBDERE, 2018)

Producción per cápita de RSU [kg/hab año]	332
Población Total [habitantes]	22.000
Producción RSU Comunal [ton/año]	7.307
Metano [m3]	6.211.205
Biogás [m3]	3.105.603
Energía Térmica [MWh]	21.739
Energía Térmica Escenario 5% de recolección [MWh]	1.087
Energía Térmica Escenario 25% de recolección [MWh]	5.435
Energía Térmica Escenario 50% de recolección [MWh]	10.870

b) Producción de biocombustibles

Así también la biomasa puede utilizarse para producir biocombustible, de los cuales principalmente existen de dos tipos:

1. **Bioetanol:** Sustituye a la gasolina. En el caso del etanol actualmente se obtiene de cultivos tradicionales como el cereal, el maíz y la remolacha.
2. **Biodiesel:** Su principal aplicación va dirigida a la sustitución de petróleo Diesel. En un futuro servirá para variedades orientadas a favorecer las calidades de producción de energía.

En el caso de la producción de biocombustibles, se analiza el potencial en relación con la posibilidad de reutilizar el aceite vegetal usado mediante el proceso de transesterificación. Si se considera que a nivel nacional se consumen aproximadamente 10,37 lt de aceite por persona al año (ODECU 2023) y que aproximadamente el 10% de este aceite ya usado se desecha de forma no controlada, se podría concluir que a nivel comunal se desechan aproximadamente 22.814 litros de aceite usado.



Se puede asumir una tasa de recolección de 5%, es decir, que el 5% de la población recolecta su aceite usado para su posterior disposición, se dispondría de aproximadamente 1.141 lts de aceite usado para pasar por el proceso de transesterificación. Considerando que los litros recolectados de aceite son equivalentes a los litros generados de biodiésel, con una densidad del aceite de 0,91 kg/L y un poder calorífico inferior (PCI) de 28 MJ/kg, se obtiene un potencial energético de producción de biodiésel es de 8,07 MWh al año.

c) Producción de energía térmica

La biomasa puede utilizarse para producción de energía térmica mediante sistemas de combustión directa. El uso principal es calor, que se puede utilizar directamente para, por ejemplo, cocinar alimentos, secar productos agrícolas o como medio de calefacción, el cual es el uso principal de la biomasa a nivel comunal e incluso nacional. También se puede aprovechar para producir vapor para la industria o para generar electricidad. Su mayor inconveniente es la contaminación que genera debido al proceso de combustión.

Para el cálculo de potencial de energía térmica, se puede considerar la cantidad de toneladas secas de biomasa anual que se puede obtener a través del manejo sostenible del bosque nativo. CONAF reporta una disponibilidad de 2.400 toneladas secas disponibles de biomasa al año, pudiendo llegar a generar hasta 4.722 MWh de energía térmica al año.

3.3.1.5 Hidroelectricidad

Una central de generación hidroeléctrica es una instalación que utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. En general, estas centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee una masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como salto geodésico. En su caída entre dos niveles del cauce, se hace pasar el agua por una turbina hidráulica que transmite energía a un generador eléctrico, donde se transformará en energía eléctrica.

De acuerdo con la plataforma IDE Energía, no se observan recursos hídricos en la comuna que sean aprovechables para generación eléctrica y, por lo tanto, el potencial hidroeléctrico de la comuna es nulo.

3.3.1.6 Geotermia

Por considerarse un territorio costero, alejado de las zonas volcánicas no se contempla potencial de geotermia de alta entalpía para el territorio de la comuna de Pichilemu, sin embargo, si existe potencial para la generación geotérmica de baja entalpía, asociada al uso de bombas de calor geotérmicas para usos en calefacción y/o ACS tanto en el sector residencial. Así también, se puede esperar potencial de generación de calor a baja temperatura (<60°C) para usos principalmente comerciales y turísticos, como por ejemplo de climatización en hoteles y hospedajes, edificios comerciales, hospitalarios, escuelas, entre otros.

3.3.1.7 Resultados del Potencial de Energías Renovables

La figura continuación resumen los resultados del potencial de generación energética mediante energías renovables en la comuna.



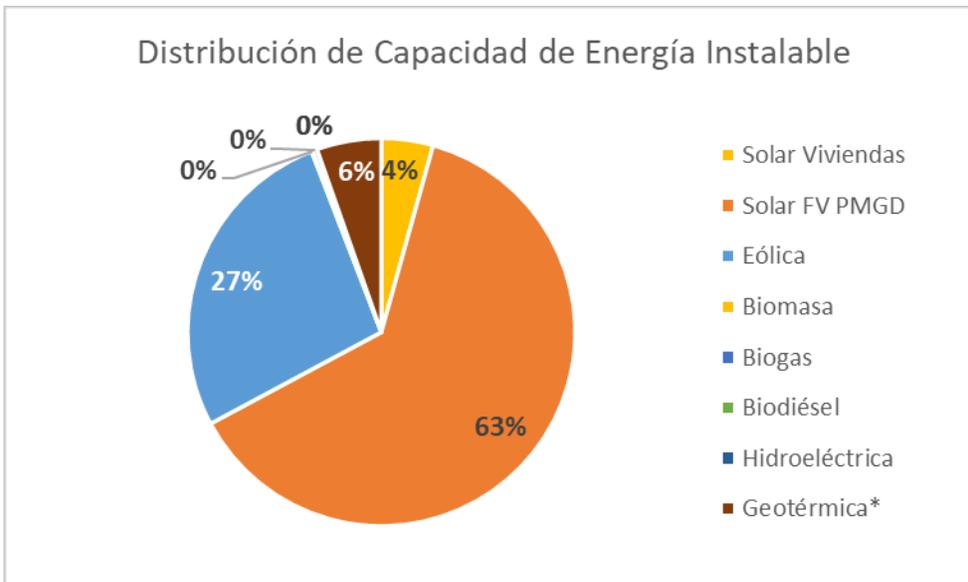


Figura 28: Potencial de Energías Renovables por capacidad instalada. Fuente: Elaboración propia

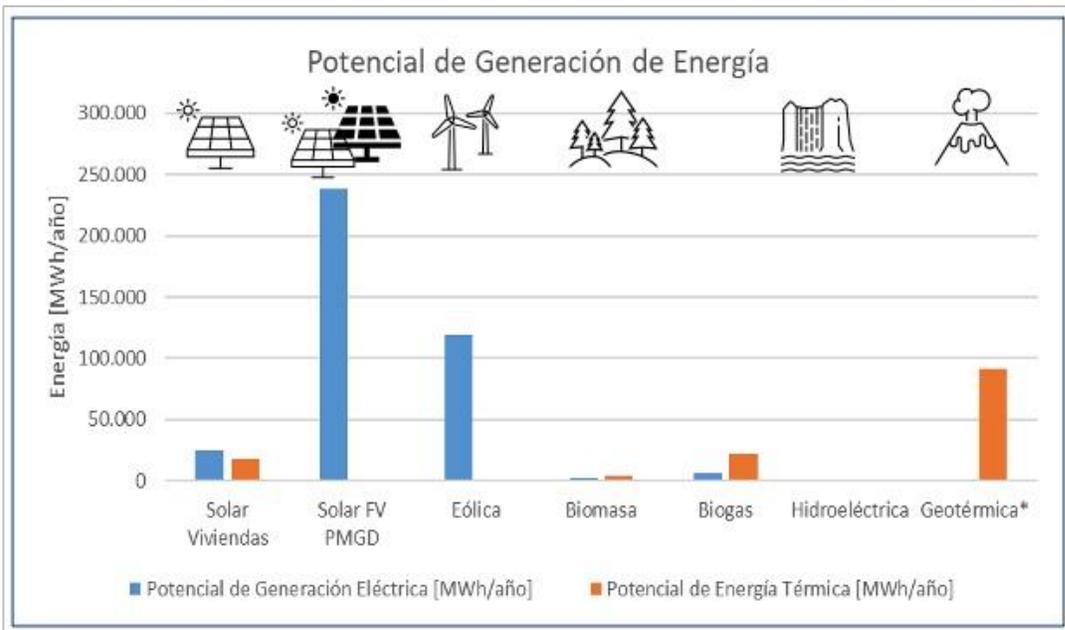


Figura 29: Potencial de Generación de Energías Renovables al año. Fuente: Elaboración propia

Se aprecia claramente que las mayores oportunidades para las energías renovables en la comuna están en las tecnologías solares y eólicas en modalidad de proyectos PMGD. Así también no es despreciable el potencial de las bombas de calor geotérmicas para generación de energía térmica y la energía solar fotovoltaica y térmica en aplicación residencial.

3.3.2 Potencial de Eficiencia Energética

En este capítulo se estudian las medidas potenciales de eficiencia energética que pueden ser consideradas por la comuna de Pichilemu como es el caso del reacondicionamiento térmico de viviendas e infraestructura turística, recambio de calefactores, posibilidades de la energía

distrital, recambio del alumbrado público e implementación de sistemas de gestión de energía en la comuna.

3.3.2.1 Reacondicionamiento Térmico de Viviendas

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo contempla el Programa Mejoramiento de Vivienda, Barrios y entorno (DS27), el cual dentro de sus alternativas considera el “Programa de Eficiencia Energética e Hídrica para la vivienda”, el que busca mejorar la calidad de vida de las familias que habitan en áreas o localidades urbanas de más de 5 mil habitantes.

El programa considera un subsidio que busca mejorar la envolvente de la vivienda con el fin de reducir sus pérdidas de calor y contribuir a reducir la demanda de energía de calefacción, lo que permite contribuir a mejorar los servicios básicos de la vivienda por medio del uso eficiente de los recursos naturales disponibles.

La mejora de la envolvente de la vivienda consiste principalmente en aplicar aislación térmica tanto en muros como en techumbres, en viviendas que no cuenten con estos materiales en su envolvente. Principalmente, aplica a viviendas construidas antes del 2000, año en que entró en vigor la reglamentación térmica que exigió un estándar mínimo de aislación térmica en las techumbres y que luego se complementó en el año 2007 en que entró en vigor la segunda etapa de la reglamentación, exigiendo aislamientos térmicos mínimos también para los muros y ventanas. Cabe señalar también, que recientemente en mayo de 2024, se aprobó la tercera etapa de la reglamentación térmica que entrará en vigencia en noviembre de 2025 y que contemplará mayores niveles de aislamiento térmico en las viviendas, así como también en establecimientos educacionales y de salud.

En base a los datos de los Censos de 2002 y 2017, se estimó el número de viviendas construidas previo al año 2000, las construidas entre el año 2000 y 2007 y las restantes viviendas construidas desde esa fecha hasta el día de hoy, realizando una proyección lineal en base al crecimiento entre los Censos de 2002 y 2017. Estos valores se resumen en la Tabla 23. Por otra parte, a partir del Manual de Acondicionamiento Térmico de Viviendas (CDT, 2015), se han podido cuantificar las demandas de una vivienda estándar en la zona térmica 3 (C; Costera) que corresponde a la zona de Pichilemu. Este manual señala las demandas unitarias de calefacción para las viviendas construidas en las 3 fases de la reglamentación térmica, es decir, las viviendas sin aislación, con aislación solo en techumbre y aislación de techumbre más muros, según los estándares exigidos por la propia reglamentación. Estos valores de demanda se acotaron al 50% para contabilizar una demanda energética más realista, teniendo en cuenta los resultados de otros estudios como el señalado en el capítulo 3.2.2 de “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera” (CDT, 2015) que acota la demanda energética promedio por viviendas a valores cercanos a la mitad del estimado por el Manual de Acondicionamiento Térmico. En base a estos valores y asumiendo una vivienda promedio de 60 m², se determina la demanda total por vivienda promedio en la comuna, su consumo de leña asociado (asumiendo un uso hipotético de este tipo de combustible con una eficiencia del 70%) y el ahorro de energía alcanzable para cada caso de mejora de vivienda frente a la condición sin aislación térmica.



Tabla 23: N° Viviendas, demanda y consumo energético según año construcción de parque de viviendas.

Fuente: Elaboración propia

	N° Viviendas	Proporción Viviendas	Demanda Unitaria Anual [kWh/m ²]	Demanda Anual de Vivienda [kWh]	Consumo Anual de Leña [kWh]	Ahorro Energía
Total Viviendas	14.779	-	-	-	-	-
Viviendas pre-2000 (sin aislación)	5.450	36,9%	143,5	8.610	12.300	-
Viviendas entre 2000-2007 (aislación techo)	2.723	18,4%	92	5.520	7.886	36%
Viviendas post 2007 (aislación techos+muros)	6.606	44,7%	82	4.920	7.029	43%

De la tabla anterior, se observa un ahorro importante al aislar el techo de las viviendas, que exige aislar con un espesor de aproximadamente 80mm, sin embargo, la mejora de aislación térmica al agregar aislamiento a los muros es menos significativa, incrementando el ahorro solo de un 36% al 43%, es decir, solo 7% adicional. Esto se debe a que la reglamentación térmica para la zona térmica 3, en donde se encuentra Pichilemu, exige un nivel de aislación térmica en muros muy bajo, por ejemplo, una vivienda de albañilería solo necesita 4mm de aislación térmica para cumplir la normativa y por ende el ahorro esperado es muy bajo. En este sentido, en caso de implementar un programa de reacondicionamiento térmico para la comuna de Pichilemu se recomienda optar a un aislamiento térmico mayor al exigido por la normativa en particular para los muros de la vivienda.

La sugerencia, en este sentido, es que cualquier medida de acondicionamiento térmico tanto en viviendas como en cualquier otra construcción habitable siga las nuevas exigencias de la actualización de la reglamentación térmica, artículo 4.1.10 de la OGUC. Ésta se basa en la zonificación térmica de la NCh 1079 que indica que la comuna de Pichilemu se encuentra en la zona térmica C (costera).

Cabe señalar que el potencial de acondicionamiento térmico es también aplicable a otros edificios no residenciales, como puede ser a recintos educacionales, de salud, turísticos, entre otros. No se tiene conocimiento que los edificios municipales hayan contemplado estas mejoras en sus edificios, situación que podría generar ahorros energéticos adicionales.

3.3.2.2 Reacondicionamiento Térmico de Infraestructura Hotelera-Turística

Teniendo en cuenta que la comuna de Pichilemu tiene una oferta turística importante, siendo su segunda actividad económica en importancia, se considera que el reacondicionamiento térmico antes visto para el sector residencial también podría ser aplicable a las edificaciones hoteleras o turísticas en general.

En consideración de que la reglamentación térmica no aplica a edificios no-residenciales es altamente probable que las edificaciones turísticas de la comuna, en especial las antiguas, muchas veces correspondientes a viviendas reacondionadas, no cuenten con aislación térmica. En este sentido podemos asumir entonces que la demanda de calefacción de un establecimiento turístico será similar al de una vivienda, llegando a una demanda de 287 kWh/m².

De acuerdo con el Registro Nacional de Servicios Turísticos (Sernatur, 2024) al año 2024 existen un total de 461 establecimientos turísticos en la región. Si asumimos que en promedio tienen una superficie construida de 200 m², se puede determinar que tendrían un consumo total de 37.802 MWh de energía térmica, que mediante la aislación térmica propuesta por el



Manual de Acondicionamiento Térmico (CDT, 2015) se podría reducir en un 61%, lo que equivaldría a un ahorro energético total de 23.059 MWh al año.

3.3.2.3 Recambio de Calefactores

Del análisis de demandas de energía comunales, se observa que una parte importante de su uso se concentra en calefacción tanto de edificios residenciales como no residenciales.

En particular en el sector residencial, gran parte del consumo se concentra en el uso de calefactores ineficientes a leña, que además son contaminantes y dañinos para la salud, como también lo son los calefactores a parafina. En este sentido, se hace evidente la oportunidad de eficiencia energética alcanzable en la comuna si se implementa un programa de recambio de calefactores, en especial atendiendo al sector residencial.

De la sección 2.2 se sabe que el 47% de los habitantes de la comuna utilizan leña para calefaccionar sus viviendas, lo que de acuerdo con el capítulo 3.2.2.3 corresponde a un consumo de leña por vivienda de 5.533 kWh al año, que suma un total de 37.421 MWh al año para el total de la comuna.

Una medida de recambio de calefactores consistiría en cambiar las estufas a leña o parafina por calefactores a pellet, equipos aire acondicionados tipo Split. Si asumimos que los primeros tienen un rendimiento promedio del 85% y los Split un COP¹⁸ promedio de 3, entonces los potenciales de ahorro son los que se muestran en la siguiente tabla. El total de energía ahorrado asume que el 50% de las viviendas acceden a reemplazar las estufas a leña por pellet y el otro 50% por equipos bomba de calor tipo Split.

Tabla 24: Consumos y ahorros energéticos esperados por recambio de calefactores. Fuente: Elaboración propia

	N° Viviendas	10% Penetración n	25% Penetración n	40% Penetración n
N° Viviendas con consumo leña	6.763	-	-	-
Consumo Energía Leña Total Viviendas [MWh]	37.421	-	-	-
Ahorro Energía Leña mediante Estufas Pellet [MWh]	6.604	660	1.651	2.642
Ahorro Energía Leña mediante Bomba Calor Split [MWh]	28.690	2.869	7.172	11.476
Ahorro Energía Térmica Viviendas Total [MWh]	17.647	1.765	4.412	7.059
Ahorro Energía Térmica Viviendas Total [%]	47%	5%	12%	19%

3.3.2.4 Energía Distrital

De acuerdo con la Iniciativa “District Energy in Cities” del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, los sistemas de Energía Distrital “consisten en una red de tuberías subterráneas aisladas, que conducen agua fría o caliente para abastecer a múltiples edificaciones en un distrito, un vecindario o una ciudad. Algunos sistemas conectan pocos edificios, mientras que otros conectan a miles de edificios y viviendas a lo largo de una ciudad.” Es decir, la energía distrital es un sistema que permite abastecer simultáneamente a distintas edificaciones con energía térmica para sus necesidades de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria u otros procesos.

¹⁸ COP: Coefficient of Performance (Coeficiente de Rendimiento)



De acuerdo con el Manual de desarrollo de energía distrital (EBP, 2018), uno de los indicadores importantes para determinar la idoneidad de desarrollo de proyectos de energía distrital es la densidad de demanda térmica de la comuna que se define como la energía térmica total dividida por la superficie en m² de la zona donde se busca implementar una red de energía distrital.

Pichilemu no cuenta con la densidad poblacional requerida, ya que la comuna es muy extensa en territorio y con baja densidad poblacional, sin embargo, esto no quita que puedan existir oportunidades en zonas urbanas donde existan edificios de alta demanda concentrada. Ejemplos de zonas de interés para proyectos distritales pueden ser zonas que involucren un hospital o una industria con alta demanda de calor. En este punto cabe mencionar el reciente anuncio de construcción del nuevo hospital de Pichilemu que contará con una superficie construida de 12.323 m². Este anuncio podría ser una oportunidad para el planteamiento desde la etapa de diseño de un sistema distrital que abarque el hospital y otras edificaciones cercanas a éste.

3.3.2.5 Recambio de Luminarias de Alumbrado Público

A partir de la información recopilada en el capítulo 3.2.1, se sabe que en el año 2023 en Pichilemu se consumieron 1.901 MWh por concepto de alumbrado público en toda la comuna. Así también, a partir del estudio “Apoyo a la eficiencia energética en el sector residencial y municipal” (BID, 2013) se sabe que la mayor parte de las luminarias públicas del país (sobre el 85%) son del tipo Sodio de Alta Presión, las cuales oscilan en potencia entre los 70 y 1000 W según el grado de luminosidad de la luminaria.

Para el análisis del potencial de eficiencia energética mediante recambio de luminarias públicas se han considerado los siguientes supuestos:

- Las luminarias ineficientes de Sodio Alta Presión tienen una potencia de 150 W;
- Existe un total de 3.830 luminarias de alumbrado público;
- Un 20%, aproximadamente 766 focos se encuentran ya son de tipo LED de 80 Watts;
- Un 80%, aproximadamente 3.064 luminarias, son ineficientes.

Bajo estos supuestos, se estima el ahorro potencial de energía eléctrica a alcanzar para el municipio considerando el recambio total y parcial de luminarias de alumbrado público.

Tabla 25: Consumos y ahorros energéticos esperados por recambio de alumbrado público. Fuente: Elaboración propia

	TOTAL	25% Penetración	50% Penetración	75% Penetración
Luminarias Sodio Alta Presión Pichilemu	3.064	-	-	-
Consumo Eléctrico Total Luminarias Pichilemu [MWh]	1.901	-	-	-
Ahorro Energía Recambio Luminarias LED [MWh]	783	196	391	587
Ahorro Energía Térmica Viviendas Total [%]	41%	10%	21%	31%

Fuera del ahorro energético que significaría para la Municipalidad, se generaría una reducción de costo significativo en las facturas, al reducirse también fuertemente el costo por demanda (potencia) contratada que, al tener una potencia fija, es posible acceder a una tarifa eléctrica con contrato a menor demanda contratada.



3.3.2.6 Sistemas de Gestión Energética

Otra medida de eficiencia energética que puede impulsar la comuna de Pichilemu es la implementación de sistemas de gestión de la energía (SGE) aplicables tanto en el sector privado como en el sector público municipal.

Esta medida se fundamenta en la reciente entrada en vigor de la Ley de Eficiencia Energética que obliga a todas las grandes empresas con consumos sobre los 50 tera-calorías anuales a implementar un SGE en sus instalaciones. Aunque la comuna de Pichilemu no se caracteriza por contar con un sector industrial importante y por ende es poco probable que existan empresas que cumplan con el criterio anterior, el municipio podría impulsar y fomentar la implementación de un sistema de este tipo en las propias dependencias de la Municipalidad. Además, la Agencia de Sostenibilidad cuenta con el Sello de Excelencia Energética¹⁹ donde empresas pueden adherirse en forma voluntaria a este programa y así evidenciar sus políticas de eficiencia y gestión energética.

Esta medida implicaría implementar como una de las primeras medidas una plataforma de seguimiento de consumos o facturación energética, de tal forma de poder tener un registro sistematizado de los consumos de energía de la comuna y de este modo poder gestionar sus consumos. La implementación de un sistema de este tipo puede llegar a generar ahorros que incluso puede superar el 3% anual. Si consideramos la demanda energética comunal de 2.950 MWh, se puede estimar que el ahorro potencial a alcanzar solo en el sector público municipal sería de 89 MWh al año.

3.3.2.7 Resultados del Potencial de Eficiencia Energética

La figura a continuación resumen los resultados de ahorro energético mediante las distintas medidas de eficiencia energética susceptibles de aplicar en la comuna.

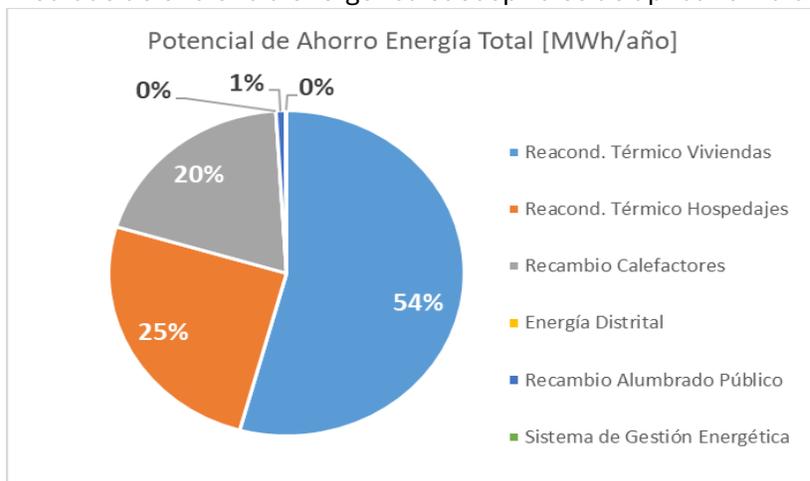


Figura 30: Distribución del ahorro potencial por medidas de eficiencia energética en la comuna. Fuente: Elaboración propia

Más de la mitad del potencial de ahorro de energía tiene relación con el acondicionamiento térmico de viviendas, que sumado al reacondicionamiento térmico de hospedajes alcanzan casi el 80% del potencial. El recambio de calefactores queda como la tercera medida de mayor impacto, con un 20% del total de ahorro alcanzable en la comuna. Otras medidas como el recambio de alumbrado público, la energía distrital o implementar sistemas de gestión

¹⁹ <https://www.selloee.cl/>

energética tienen un impacto considerablemente menor, aunque éstos si pueden tener un impacto significativo en los consumos propios del municipio.

4 Participación Ciudadana

El proceso de participación ciudadana se inició con una primera reunión con el Comité Ambiental Municipal, que también ha sido la instancia espejo del proceso de construcción de la Estrategia Energética. En dicha instancia participaron distintas dependencias municipales y el alcalde de la comuna don Cristian Pozo Parraguez, quien lidero el proceso de puesta en marcha.

Después de esta instancia inicial se llevaron a cabo los 4 talleres en los que se trabajaron los siguientes temas con la comunidad:

Tabla 26: Contenidos trabajados en los talleres de participación ciudadana

Tema	Fecha	Lugar
Presentación del diagnóstico y Plan de Acción	29 de mayo	Unión Comunal de Juntas de Vecinos
Taller desarrollo de la visión Energética de la Comuna	06 de junio	Auditorio Municipal
Taller de desarrollo de los objetivos y metas de la EEL	17 de junio	Auditorio Municipal /Casino Municipal
Taller desarrollo del Plan de Acción	24 de junio	Auditorio Municipal /Casino Municipal

En el proceso de participación ciudadana el municipio convocó a dirigentes y vecinos y vecinas de organizaciones de las distintas localidades de la comuna, procurando la mayor representatividad territorial. En todas las instancias con la comunidad participaron activamente, funcionarios municipales, y la Dirección de Medio Ambiente como unidad encargada de la EEL.

En todas las instancias de participación se cumplió con la paridad de género, así también con representación de distintos segmentos etarios. La composición de género de los distritos talleres se presenta a continuación:

Tabla 27: Participación por género por taller

Número Taller	Mujeres	Hombres	Total
Taller 1 (29 de mayo)	10	4	14
Taller 2 (06 junio)	10	6	16
Taller 3 (17 de junio)	20	13	33
Taller 4 -(24 junio)	27	7	34

En cada uno de los talleres, excepto el primero de presentación del instrumento, se trabajó con una metodología “café mundial”, basada en trabajos grupales con un monitor, de modo tal de asegurar un ambiente de confianza y participación de cada uno de las vecinas y vecinos



asistentes, con una instancia ampliada al inicio y al final del taller. A su vez, para cada taller se preparó material apropiado al tipo de audiencia.

4.1 Taller 1. Presentación del Diagnóstico

La primera instancia colectiva de participación ciudadana se llevó a cabo el 29 de mayo en la sede de la Unión Comunal de Juntas de Vecinos de Pichilemu. En dicha instancia se hizo una presentación del instrumento Estrategia Energética Local y de los resultados del diagnóstico socioambiental y energética desarrollado, y del potencial comunal de incorporar Energías Renovables y medidas de eficiencia energética. En este taller participaron dirigentes de Juntas de Vecinos de varias de las localidades de Pichilemu, tales como: Pichilemu centro; Los Navegantes; La Alborada; El Llano; Barrio Estación; Infiernillo; Playa Hermosa; Pueblo de Viudas



Figura 31: Presentación diagnóstico dirigentes de Unión Comunal de Juntas de Vecinos

4.2 Taller 2. Visión Energética de la Comuna

Este trabajo se llevó a cabo en dos etapas, un taller con el Comité Ambiental Comunal, donde se trabajaron los lineamientos ejes para desarrollar la visión energética de la comuna, y una etapa de validación de las propuestas de visión trabajada, que se realizó al inicio del taller 3. En el taller con el Comité Ambiental participaron representantes de las organizaciones comunales que conforman el comité y representantes del municipio.

La metodología se basó en trabajos grupales, en los que se analizaron y discutieron las siguientes preguntas, partiendo con una lluvia de ideas, para luego converger en aquellos aspectos de mayor consenso dentro de cada grupo:

1. ¿Cuáles son los valores naturales, sociales, culturales o productivos que la comuna quiere destacar en su visión?
2. ¿Qué imagen quiere mostrar de su comuna? ¿Como será reconocida la comuna de Pichilemu en el futuro? ¿Qué quiere ser Pichilemu en el futuro en materia ambiental y de gestión energética local?
3. ¿Cómo se imagina o sueña la comuna en 15 años más?



Los conceptos recogidos a partir del desarrollo de este taller se trabajaron con un mapa conceptual el que permitió arribar a las propuestas de visión que se presentan más adelante.

El listado de conceptos que fueron relevados por la comunidad, son los siguientes:

Visión de la Comuna en 15 Años en Términos de Energía y Sostenibilidad	Valores Naturales, Sociales, Culturales o Productivos de la Comuna
<p>Comuna Sustentable y Amigable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ciudad más verde • Transporte público eléctrico • Trenes, ciclovías • Viviendas con termopanel, uso de pellet • Comuna amigable con el medio ambiente <p>Energía y sustentabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autoabastecimiento con energías renovables • Autoabastecimiento de energía eléctrica • Uso responsable de energías renovables • Viviendas con autoconsumo energético • Energía proveniente del mar, viento, y sol • Parques eólicos y solares <p>Innovación y Tecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de nuevas tecnologías • Innovación visible en infraestructura • Proyectos comunales con energía eficiente • Educarse en biodiversidad e innovación tecnológica <p>Infraestructura y Eficiencia Energética</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura visiblemente sustentable • Equipamiento eficiente energéticamente • Viviendas sustentables: Aislación, luces led, termo panel, termosifón • Regulación de viviendas y escuelas para optar a fondos <p>Comunidad Consciente y Educada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunidad informada • Consciente en términos energéticos • Educada en eficiencia energética • Responsable con normativa constructiva <p>Participación y Colaboración</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colaborativa 	<p>Valores Naturales</p> <ul style="list-style-type: none"> • El mar, las lagunas, el bosque, las salinas • Biodiversidad • Protección de humedales • Mar, humedales, bosques, viento • Humedales, mar, bosque nativo, flora nativa, aves, fauna • Tanumé, acantilados costeros, lumilla, cactus, quisco, sistemas dunarios, especies nativas, Punta Lobos, Cahuil, humedales <p>Valores Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buena comunicación • Respeto por el medio ambiente (no ensuciar) • Ciudadanía cosmopolita, recolección de orilla, salineros, pescadores, deportistas • Identidad costina-campesina única • Factor humano, agrícola, identidad, salinera • Inclusión • Participación comunitaria exigente <p>Valores Culturales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extracción del recurso marino, explotación forestal • Cosecha de sal • Fiestas religiosas, canto al divino, folklore, identidad, comidas • Zona rural (identidad), tradiciones, salinera • Zona típica: San Andrés, San Pedro, Cuasimodo <p>Valores Productivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesca forestal y tradiciones • Actividad relacionada al mar • Salinas (salineros), productos del mar (actividades de los mareros) • Recursos del mar, recursos del campo • Producción de sal, pesca artesanal • Turismo, comercio, algareros, alfareros



Visión de la Comuna en 15 Años en Términos de Energía y Sostenibilidad	Valores Naturales, Sociales, Culturales o Productivos de la Comuna
<ul style="list-style-type: none"> • Inclusiva • Fondos concursables territoriales • Preservar patrimonio cultural y natural 	<p>Valores Ambientales</p>
<p>Responsabilidad Ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad organizada en defensa del medio ambiente • Costas menos contaminadas • Que exista una dirección ambiental • Se enfatiza la responsabilidad de la comuna • Compromiso • Ordenanza que demuestre una responsabilidad hacia temáticas medioambientales • Conciencia ambiental
<ul style="list-style-type: none"> • Energía renovable que resguarde el patrimonio • Responsable con el medio ambiente • Sustentable 	<p>Identidad y Cultura Rural</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Cultura rural (huasa) • Identidad en cuanto al territorio • Innovación con ideas de personas fuera de la comuna, manteniendo el patrimonio de Pichilemu, recolectores de orilla y la biodiversidad marina • Identidad costina-campesina (convergen entre sí)
	<p>Actividades Recreativas</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Surf con responsabilidad medioambiental

4.3 Taller 3. Desarrollo de los Objetivos y Metas

Los objetivos corresponden a los logros que la comuna espera cumplir para avanzar hacia la visión definida y constituye el principal instrumento para establecer los cursos de acción del municipio. Corresponden a “aquellas situaciones futuras que desea alcanzar la comuna”.

Cada objetivo ampliamente definido, dará lugar a iniciativas y acciones concretas que como municipio se quiere desarrollar, articular o impulsar.

Las características de los objetivos, en el marco de la EEL deben considerar:

- Ser realistas, es decir, se deben poder alcanzar con los recursos disponibles dentro de las condiciones generales dadas.
- Coherentes, es decir, el cumplimiento de uno de ellos no debe imposibilitar la realización de otro
- Apuntar al cumplimiento de las necesidades energéticas de la comuna según cada categoría del Sello CE.

El desarrollo de los objetivos y metas para la Estrategia Energética Local se trabajó en un taller donde se estructuraron grupos de trabajo en torno a cuatro de las seis categorías del Sello Comuna Energética, de interés comunitario. Posteriormente la sistematización de este trabajo se trabajó con el equipo municipal contraparte, donde se complementarán con los objetivos de Categorías Sello faltantes, que son más bien internas (Planificación Estratégica y Organización y Finanzas) para asociarlos a metas y validar el trabajo desarrollado en este



proceso. Los objetivos y metas definidos se presentan en el consolidado del siguiente capítulo.



Figura 32: Participación Ciudadana Objetivos y Metas

4.4 Taller 4. Desarrollo del Plan de Acción

El taller de desarrollo Plan de Acción se realizó el lunes 24 de junio, con participación de vecinos y vecinas de la comuna, organizaciones sociales, gremiales y ambientales, y la presencia del alcalde Cristian Pozo, y concejales. En este taller se trabajó en el planteamiento de iniciativas de la comunidad en torno a los objetivos planteados asociados a las cuatro categorías de sello desarrolladas en esta etapa. El resumen de las iniciativas levantadas de la comunidad se presenta en el cuadro a continuación:



Tabla 28: Contenidos trabajados en los talleres de participación ciudadana

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INFRAESTRUCTURA	
Objetivos	Iniciativas
<p>Evaluar, desarrollar, implementar y gestionar medidas de eficiencia energética en viviendas, edificios, calles y espacios públicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aislamientos térmicos en las viviendas • Priorizar viviendas antiguas (techos y envolventes) • Programa para incorporar termo panel en vivienda • Promover construcciones aislables y ventilables • Evaluar tema de las viviendas no regularizadas • Que nuevas viviendas cumplan con las exigencias de aislamiento • Recambio de ampolletas en viviendas por eficientes • Idealmente que se incorporen en proyectos nuevos EERR • Incorporación de techos verdes en edificios públicos • Calefacción eficiente con materiales locales (adobes u otros) • Completar iluminación con luminarias leed y solares en calles y plazas públicas • Gestionar desde el municipio la sincronización de encendido y apagado de luminarias de acuerdo con épocas y horarios donde es necesario (aprovechar la luz natural) • Utilización de sensores en luminarias donde sea posible y para encendido al detectar oscuridad • Luminarias solares con baterías en zonas de evacuación • Monitorizar y gestionar el consumo energético asociado
ENERGIAS RENOVABLES Y GENERACION LOCAL	
Objetivos	Iniciativas
<p>Evaluar la factibilidad de implementar proyectos de energías renovables aprovechando el recurso solar y de biomasa de la comuna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción de techos solares para viviendas y edificaciones, escuelas de la comuna • Instrumentos de incentivo y financiamiento para energía solar • Desarrollo de comunidades energéticas • Energía eólica o solar en puntos de carga en áreas públicas (ejem. costanera) • Uso de suelos no productivos para energías solar • Energía solar off-grid en sectores rurales no conectados a la red y para emergencias y catástrofes • Telegestión de la energía • Uso de energía solar para agua caliente • Biodigestor para generación de energías con biomasa de plantaciones • Utilización de residuos de vertedero para generación de energía • Uso de biomasa para generación de energía en sectores rurales • Evaluar energía eólica baja escala para áreas publicas • Evaluar fabricación de pellet a partir de biomasa y viruta loca
SENSIBILIZACIÓN Y COOPERACIÓN	
Objetivos	Iniciativas
<p>Difundir, capacitar y promover buenas prácticas en el uso de la energía y la colaboración público-privada para su replicabilidad en la comuna</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Concientizar y educar en buenas prácticas de consumo de energía en las escuelas (material audiovisual) • Lenguaje simple para educar en torno a las energías • Promover Instancias comunicativas que difundan la importancia de las energías sustentables • Motivar a las organizaciones en función ambiental y energética • Aunar criterios para que todas las organizaciones motiven a sus integrantes a contribuir al buen uso de la energía sustentable



	<ul style="list-style-type: none"> • Educar en torno a las nuevas formas de energías renovables en los colegios • Crear instancias de Aprendizaje sobre energías renovables en juntas de vecinos, centros deportivos otras organizaciones • Espacios de indagación social para los diferentes grupos etarios (ejemplo: más medios análogos de difusión para adultos mayores, no solo RRSS). • Formación técnica en los mecanismos existentes en torno a la energía a encargado municipal para orientar a vecinos y vecinas en el tema. • Educar en torno a las buenas prácticas de sustentabilidad a los visitantes de la comuna • Usar puntos de confluencia de personas (ferias), para difundir el cuidado del ambiente y buen uso de la energía. • Promover las actividades económicas que usen EERR • Promover los sellos ambientales comunales de micro a macro • Promover los sistemas agroalimentarios a través de la agroecología • Elaborar Guía gráfica icónica sobre formas de acceder a recursos para financiar instancias de energías renovables • Oficina de turismo con infografía educativa • Señalética QR (esta es una comuna energética) • Campañas digitales • Señalética energética • Liderazgo del municipio en la difusión como comuna energética • Difusión para el sector comercio y turismo • Formación de técnicos locales en ERNC • Uso de la radio como medio de difusión en torno a las energías
--	--

MOVILIDAD SOSTENIBLE

Objetivos	Iniciativas
<p>Desarrollar plan para gestionar e implementar proyectos de electromovilidad y movilidad no motorizada en la comuna.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover Movilidad Sostenible Eléctrica • Introducir nuevos transportes eléctricos que cambie uso de animales de transporte • “Cabritas” eléctricas • Introducir nuevos transportes eléctrico que cambie uso de combustibles fósiles • Incorporar transporte público con energía eléctrica • Partir con la electromovilidad en la comuna para el transporte de adultos mayores • Formación de técnicos para reparación y mantención de transporte eléctrico (CFT) • Fomentar compartir vehículos • Incentivos para el uso de autos eléctricos • Equidad territorial en el transporte y accesibilidad a localidades rurales de la comuna • Promover uso responsable de la bicicleta • Bicicletas y scooter de uso público • Promover convivencia y educación vial (peatón, bicicletas y autos) • Conectar Cahuil Pichilemu Centro, Punta de Lobo y Barrancas con Ciclovías • Más áreas y corredores verdes caminables • fomentar el uso de la bicicleta con actividades municipales quincenales (Hacerlo habito) • mejoramiento de veredas (ejem. Punta Cahuil) • Fomentar el arbolado urbano con especies nativas



	<ul style="list-style-type: none">• Ordenamiento territorial en torno a la plantación de árboles en calles e instalación de postes• Control sobre el exceso de cableado en las calles
--	--

Del total de iniciativas planteadas, en conjunto con el Comité Energético Municipal (Comité Ambiental Municipal), se realizó una organización, sistematización y priorización de aquellas que pasaron a formar parte del Plan de Acción de la Estratégica Energética Local, y que se traspasaron a de fichas de proyectos. De estas se seleccionaron dos emblemáticas para ser desarrolladas como prefactibilidad.



Figura 33: Participación Ciudadana Plan de Acción

5 Estrategia Energética Local

Una vez concluido el proceso participativo, se realiza un proceso de sistematización en conjunto con el equipo municipal de la Dirección del Medioambiente con fecha 18 de julio. En dicha instancia se presentaron, revisaron y priorizaron las iniciativas levantadas en la participación ciudadana, y se consolidó la visión energética comunal. A continuación, se presenta una síntesis de este trabajo:

5.1 Visión Energética de la Comuna

“Pichilemu, comuna energéticamente consciente, inclusiva, innovadora y colaborativa, donde el acceso a energías renovables, el transporte sostenible, la implementación de tecnologías limpias, así como las prácticas de eficiencia energética se van consolidando. Esta visión se enraíza en el compromiso con sus ecosistemas, como el bosque, el mar y humedales, y los servicios ambientales que de ellos se derivan, tales como la cosecha de sal y la agricultura campesina, así como la preservación de sus tradiciones e identidad local.”

5.2 Objetivos y Metas

Tabla 29: Objetivos de la Estrategia y Metas Propuestas

PLANIFICACION ESTRATEGICA	
Objetivos	Metas
Generar y revisar instrumentos de planificación alineados con la visión socioambiental de la comuna	En un plazo de un año contar con un de mapeo problemática ambientales para la planificación comunal.
ORGANIZACIÓN Y FINANZAS	
Objetivo	Metas
Desarrollar mecanismos de ahorro energético y compromisos municipal con la sustentabilidad.	Al año 2025 contar con un protocolo de compras sustentables implementado
EFICIENCIA ENERGETICA EN LA INFRAESTRUCTURA	
Objetivos	Metas
Evaluar, desarrollar, implementar y gestionar medidas de eficiencia energética en viviendas, edificios, calles y espacios públicos.	En un plazo de cinco años contar con un módulo de capacitación en habitabilidad de viviendas y eficiencia energética
	Al año 2025 contar con un sistema de control de encendido y apagado de luminarias de calles de acuerdo con la necesidad
ENERGIAS RENOVABLES Y GENERACION LOCAL	
Objetivos	Metas
4. Evaluar la factibilidad de implementar proyectos de energías renovables aprovechando el recurso solar y de biomasa de la comuna	Al 2025 contar con en cargado energético municipal con formación en mecanismos e instrumentos para incorporar energía solar en viviendas y edificaciones.
	Al 2030 contar con un estudio de factibilidad de uso energético de biomasa de distintas fuentes

SENSIBILIZACIÓN Y COOPERACIÓN	
Objetivos	Metas
5. Difundir, capacitar y promover buenas prácticas en el uso de la energía y la colaboración público-privada para su replicabilidad en la comuna.	Al 2028 contar con un convenio con los establecimientos educacionales que están en el SNCAE de la comuna para la educación energética.
	Al 2026 contar con una campaña implementada de difusión de buenas prácticas ambientales y energéticas dirigidas a los visitantes de la comuna.
MOVILIDAD SOSTENIBLE	
Objetivos	Metas
6. Desarrollar plan para gestionar e implementar proyectos de electromovilidad y movilidad no motorizada en la comuna.	Contar para el 2034 con un bus eléctrico de acercamiento de escolares a los establecimientos educacionales.
	Al 2028 contar con la primera estación de bicicletas eléctricas para inspectores municipales con sistema de carga solar fotovoltaica.

5.3 Plan de Acción

Las iniciativas que se levantaron durante el proceso de participación ciudadana, primero se estructuraron como perfiles y se hizo un trabajo de revisión de cada una de ellas en un trabajo conjunto con el equipo de la Dirección del Medioambiente. Posteriormente se trabajó con ellos, una matriz multicriterio de priorización, donde cada una de estas iniciativas se les asignó un puntaje de acuerdo con los siguientes criterios:

Tabla 30: Matriz de priorización de iniciativas proyectos

INICIATIVAS	Proyecto A	Proyecto B	Proyecto n....
CRITERIOS			
Plazo de la iniciativa: Corto:0; Mediano:3; Largo:5			
Costo de la iniciativa: Alto:0 Mediano:3 Bajo:5			
Acceso a fondos de financiamiento Poco viable:0; Viable:3; Muy viable:5			
PUNTAJE TOTAL			
Impacto ambiental ámbito energético Bajo 0; Mediano:3; Alto:5			
Impacto Social de la Iniciativa: bajo:0; moderado:3; Alto:5			
PUNTAJE TOTAL			



De este trabajo de priorización, se estableció un ranking de 29 proyectos, los que de acuerdo a puntaje se segmentaron en tres grupos: proyectos de corto, mediano y largo plazo, donde aquellos que ponderaron menor puntaje asociado a los criterios asignados (costo, plazo y acceso a fondos), se consideraron proyectos más complejos de gestionar en su ejecución, por lo tanto proyectos de más largo plazo (10 a 15 años); luego aquellos de mediana complejidad se consideran proyectos de mediano plazo (5 a 10 años); y finalmente aquellos de menor complejidad, como proyectos de corto plazo. Luego, los criterios de impacto permitieron ordenar dentro de cada categoría la percepción de valor de cada iniciativa. Cada una de estas iniciativas se encuentran desarrolladas en Anexo, Fichas Plan de Acción.

A continuación, se presentan la propuesta de iniciativas de proyectos asociadas a los subcriterios de las categorías del Sello Comuna Energética, y los plazos asociados a cada uno de ellos:

Tabla 31: Iniciativas de Proyectos

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA					
Objetivos	Iniciativas	Subcriterio	Plazos		
			Corto 2025-2029	Mediano 2030-2034	Largo 2035-2039
1. Generar y revisar instrumentos de planificación alineados con la visión energética de la comuna	1. Mapeo de problemáticas ambientales	1.4			
	2. Protocolo para incorporar recomendaciones en materia de energía y sustentabilidad en la Evaluaciones Ambientales Estratégicas a las que son sometidos los distintos instrumentos de ordenamiento territorial	1.1			
	3. Seguimiento a la aprobación de los aspectos energéticos de la Ordenanza Ambiental Comunal	1.5			
ORGANIZACIÓN Y FINANZAS					
Objetivos	Iniciativas	Subcriterio	Plazos		
			Corto 2025-2029	Mediano 2030-2034	Largo 2035-2039
2. Desarrollar mecanismos de ahorro energético y compromisos municipales con la sustentabilidad.	4. Implementación de un sistema de monitoreo de los consumos energéticos dependientes del municipio.	2.7			
	5. Implementación de un protocolo de compras sustentables municipales	4.5.			
	6. Sistema de fomento, orientación y capacitación para la ciudadanía en prácticas de eficiencia energética en habitabilidad de viviendas.	4.4.			



EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INFRAESTRUCTURA					
Objetivos	Iniciativas	Subcriterio	Plazos		
			Corto 2025-2029	Mediano 2030-2034	Largo 2035-2039
3. Evaluar, desarrollar, implementar y gestionar medidas de eficiencia energética en viviendas, edificios, calles y espacios públicos.	7. Coordinación comunal para la priorización de sectores sociales y tipos de viviendas para la postulación a los programas de aislamiento térmico en las viviendas.	2.6			
	8. Gestión de un programa de recambio luminarias led, y educación en el uso de iluminación eficientes en viviendas.	2.7			
	9. Catastro del estado de las luminarias y desarrollar un plan actualizado para completar el alumbrado público con luminarias led y/o solares en calles y plazas públicas, urbanas y rurales.	2.8			
	10. Sincronización de encendido y apagado de luminarias públicas de acuerdo con las épocas y horarios	2.3			
	11. Evaluación y priorización de instalación de luminaria solar con baterías y zonas de carga eléctrica en zonas de evacuación	2.8			
	12. Visibilización de las medidas de eficiencia energética incorporadas en la certificación CES del edificio del nuevo hospital.	2.1.			
ENERGIAS RENOVABLES Y GENERACION LOCAL					
Objetivos	Iniciativas	Subcriterio	Plazos		
			Corto 2025-2029	Mediano 2030-2034	Largo 2035-2039
4. Evaluar la factibilidad de implementar proyectos de energías renovables aprovechando el recurso solar y la biomasa de la comuna	13. Implementación de puntos de carga eléctrica en áreas públicas con energías renovables	3.2			
	14. Evaluación de la factibilidad de contar con energía solar off-grid de respaldo en sectores rurales.	3.4			
	15. Evaluación de la factibilidad de la comuna de aprovechar otros recursos energéticos	3.6			



	locales, como biomasa, residuos de relleno sanitario, energía eólica de baja escala para su uso futuro.				
	16. Colaboración público privada para evaluar proyecto de fabricación de pellet con residuos de aserraderos comunales	3.3			
		3.6			

SENSIBILIZACIÓN Y COOPERACIÓN

Objetivos	Iniciativas	Subcriterio	Plazos		
			Corto 2025-2029	Mediano 2030-2034	Largo 2035-2039
5. Difundir, capacitar y promover buenas prácticas en el uso de la energía y la colaboración público privada para su replicabilidad en la comuna.	17. Programa de concientización y educación en buenas prácticas de consumo de energía y energías renovables en los establecimientos educacionales de la comuna	5.9			
	18. Programa de fomento al buen uso de la energía y la incorporación de energías renovables en la comuna dirigido a organizaciones	5.8			
	19. Programa de difusión para la educación en torno a las buenas prácticas de sustentabilidad a los visitantes de la comuna	5.1			
	20. Promover las actividades económicas que usen energías renovables, con un sello ambiental comunal	5.1			
	21. Elaborar guía gráfica sobre formas de acceder a recursos para financiar instancias de energías renovables	5.1			
	22. Desarrollo de una mesa de trabajo en torno al problema de las viviendas no regularizadas	5.8.			
	23. Unidad de orientación municipal en los mecanismos e incentivos para la incorporación de techos solares en viviendas, edificios y escuelas de la comuna	5.8			



MOVILIDAD SOSTENIBLE					
Objetivos	Iniciativas	Subcriterio	Plazos		
			Corto 2025-2029	Mediano 2030-2034	Largo 2035-2039
6. Desarrollar plan para gestionar e implementar proyectos de electromovilidad y movilidad no motorizada en la comuna.	24. Plan comunal de incorporación progresiva de electromovilidad en la comuna	6.3			
	25. Proyecto emblemático de transporte de acercamiento escolar eléctrico	6.3			
	26. Convenio para la formación de técnicos para reparación y mantención de transporte eléctrico (CFT)	6.3			
	27. Campaña de educación vial	6.2			
	28. Desarrollo de proyecto comunal de electromovilidad en bicicleta para inspectores y fiscalizadores municipales.	6.3.			
	29. Programa de mejoramiento del arbolado urbano, veredas, y entorno comunal	6.2			



5.4 Proyectos Emblemáticos

5.4.1 Proyecto Comunal de Electromovilidad en Bicicleta para Inspectores y Fiscalizadores municipales

a) **Antecedentes:**

Pichilemu actualmente cuenta con siete inspectores permanentes los cuales transitan 20 kilómetros diarios promedio en sus recorridos. Estos aumentan sustancialmente en la temporada estival, llegando a 60 inspectores entre diciembre a marzo, los que recorren un promedio de 10 kilómetros diarios. actualmente, los 7 inspectores del municipio utilizan vehículos a gasolina para realizar sus recorridos diarios. Esta práctica no solo contribuye a las emisiones de gases contaminantes, sino que también genera costos significativos en combustible y mantenimiento de los vehículos.

La comuna, por sus características territoriales y su vocación turística, tiene horas y épocas en que la congestión vial complejiza el traslado. Por otra parte, estas mismas características viabilizan un traslado más efectivo y limpio mediante bicicletas eléctricas.

b) **Objetivo:**

Categoría Sello Comuna Energética: 6. Movilidad Sostenible **Subcategoría 6.3: promoción y difusión de la movilidad sostenible**

Implementar un módulo piloto de bicicletas eléctricas municipales y una estación de carga de energía solar fotovoltaica incorporada al sistema de netbilling.

Los beneficios positivos del proyecto se pueden resumir en:

- **Reducción de Emisiones de Carbono:** al sustituir los vehículos a gasolina por bicicletas eléctricas, se reducen las emisiones contaminantes, lo que sumado a la carga con energía solar permitiría alcanzar la carbono neutralidad en el desplazamiento de los inspectores.
- **Ahorro Económico:** el costo de operación de bicicletas eléctricas, alimentadas con energía solar, es considerablemente menor que el de los vehículos motorizados.
- **Mejora de la Movilidad Urbana:** flexibilidad y rapidez en el desplazamiento por áreas urbanas potencialmente congestionadas, optimizando así el tiempo de respuesta de los inspectores.
- **Fomento del Uso de Energías Renovables:** instalación de una estación de carga con energía solar para bicicletas eléctricas es un paso hacia la adopción de energías limpias y renovables, alineándose con la visión y objetivos definidos por la comuna en su Estrategia Energética Local.
- **Promoción de una Cultura de Movilidad Sustentable:** modelo para fomentar el uso de bicicletas eléctricas entre los habitantes de Pichilemu, promoviendo estilos de vida más saludables y respetuosos con el medio ambiente.

c) **Desarrollo técnico**

Se propone desarrollar una unidad modular de siete bicicletas eléctricas, asociadas a una estación de carga, la que puede ser escalada en módulos similares a futuro.



Estación de Carga

Se propone la selección de una estación de carga tipo modular potencialmente trasladable en caso de querer utilizarse en períodos turísticos de verano en ubicaciones diferentes para uso incluso por parte de la comunidad.



Figura 34: Estación de carga Solum Helios G

Se contempla preliminarmente la alternativa Helios G, de la empresa española Solum que sirve como solución de estacionamiento y recarga no solo para bicicletas sino para otros vehículos eléctricos ligeros como scooters y motos eléctricas.

Además, la estación incorpora una cerradura inteligente para garantizar la seguridad del vehículo y se compone de módulos que le dan capacidad para albergar entre 7 y 16 bicicletas y otros vehículos ligeros.

Finalmente, es una solución totalmente autónoma que puede trasladarse fácilmente a diferentes lugares ya que se puede enchufar a cualquier toma de corriente convencional.

En términos económicos, se observaron precios puesto en España de entre los 6000 y 8000 euros por la estación.

Bicicletas

En consideración al requerimiento de uso por parte de los inspectores de 20 km diarios, se considera que la bicicleta eléctrica debe tener una autonomía de mínimo 30 km y debe ser de tipo todo terreno para un mejor desplazamiento por la comuna tanto urbana como rural.

La siguiente tabla resume una revisión preliminar del mercado chileno de bicicletas eléctricas con sus principales características.

Tabla 32: Características bicicletas eléctricas en el mercado

Bicicletas	Potencia [W]	Autonomía Asistida [km]	Autonomía Motor [km]	Tiempo de Carga [hrs]	Precio
MTB Modelo lames	500	45	30	6	\$1.399.000
Völmak Modelo Bonn	700	100	75	6	\$949.000
MTB Modelo Kilimanjaro	500	40	25	6	\$1.499.000
Bicicleta Eléctrica E-Boost Negra	250	70	45	6	\$799.990
Fahren Delivery Twin Doble Batería	250	140	80	6	\$1.800.000
Fahren Skalar	350	65	30	6	\$1.290.000

Para el análisis se contempla la primera de las bicicletas, en consideración a un precio promedio y una autonomía adecuada para el requerimiento. Esta correspondería a la MTB modelo lames que posee un motor eléctrico de 500 W de potencia, autonomía de 30 km sin asistencia y un tiempo de carga de máximo 6 horas.



Figura 35 Bicicleta eléctrica MTB Modelo lames

Análisis Energético

Se considera un uso diario de 20 km por bicicleta, para la cuantificación del consumo energético que requerirá la carga diaria, los 365 días del año.

Tabla 33: Evaluación energética-económica del consumo energético

Ítem	Valor	Unidad
Potencia Motor	500	W
Período Carga Diaria	6	horas
Energía consumida diariamente (1 bicicleta)	3	kWh
Energía consumida anual (1 bicicleta)	1.095	kWh
Nº Bicicletas	7	
Energía total anual (7 bicicleta)	7.665	kWh
Emisiones CO2	1,86	tCO2eq
Tarifa eléctrica	\$170	
Costo estimado energía	\$1.303.050	\$/año

La siguiente tabla presenta un análisis similar para la condición actual de trabajo de los inspectores municipales, quienes utilizan camionetas diésel para su trabajo diario.

Tabla 34: Análisis Energético Alternativa Camionetas Diésel

Ítem	Valor	Unidad
Kilómetros diarios por camioneta municipal	20	km
Rendimiento camioneta diésel	8	km/lt
Litros Petróleo Diésel Diarios	2,5	litros
Factor emisión CO2 Petróleo Diésel	0,00312	tCO2eq/lt
Consumo 1 camioneta al año	912,5	litros
Emisiones CO2 1 camioneta al año	2,85	tCO2eq
Consumo 7 camionetas al año	6.388	litros
Emisiones CO2 7 camionetas al año	19,93	tCO2eq



Ítem	Valor	Unidad
Tarifa Diésel	\$1.000	
Costo estimado energía	\$6.387.500	\$/año

Sistema Solar Fotovoltaico

El proyecto además sugiere la incorporación de un sistema solar fotovoltaico que permita autogenerar la energía eléctrica requerida para la carga de las bicicletas eléctricas. Se propone la instalación de un sistema solar fotovoltaico conectado a la red eléctrica (on-grid) y acogido a la ley de generación distribuida o net-billing. El esquema de la instalación propuesta es la siguiente.

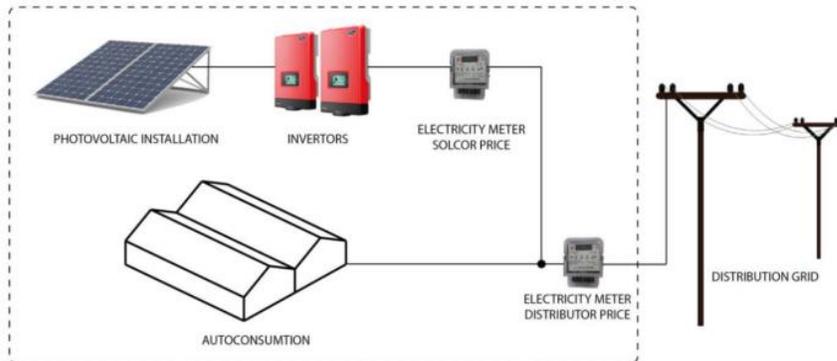


Figura 36: Esquema general sistema solar fotovoltaico propuesto

Este sistema permitirá generar energía durante el día inyectándola a la red para posteriormente utilizar la energía de la red para cargar las bicicletas en horario nocturno. Se propone la utilización de 10 paneles fotovoltaicos Trina Solar modelo TSMDE21 de 665 Wp c/u que permitirían totalizar una instalación de 6,65 kWp. La siguiente gráfica muestra la energía que permitiría generar un sistema de este tamaño instalado sobre la techumbre del Edificio Consistorial de Pichilemu.

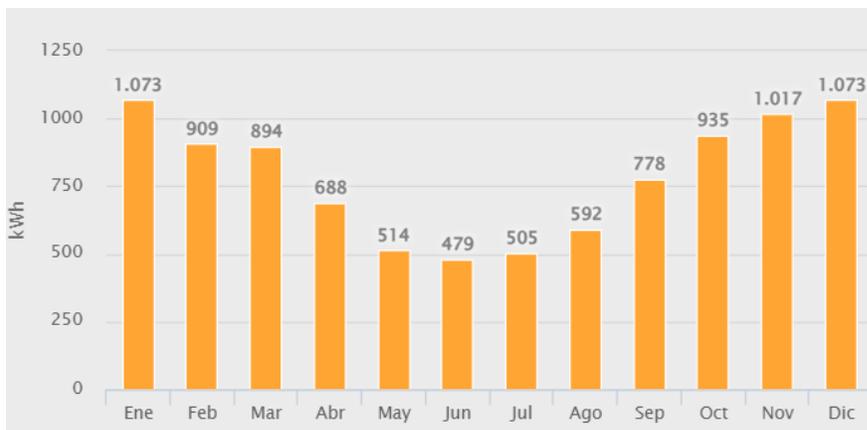


Figura 37: Generación solar del sistema fotovoltaico propuesto. Fuente: Explorador Solar

La energía anual estimada de generar por este sistema es de 9.456 kWh, valor que permite compensar y superar la energía a consumir anualmente por las bicicletas de 7.665 kWh. La siguiente figura presenta la ubicación de los paneles propuestos sobre la techumbre del edificio consistorial, los que se deberán instalar con una orientación hacia el poniente en 25° con una inclinación aproximada de 30° sobre la cubierta plana.

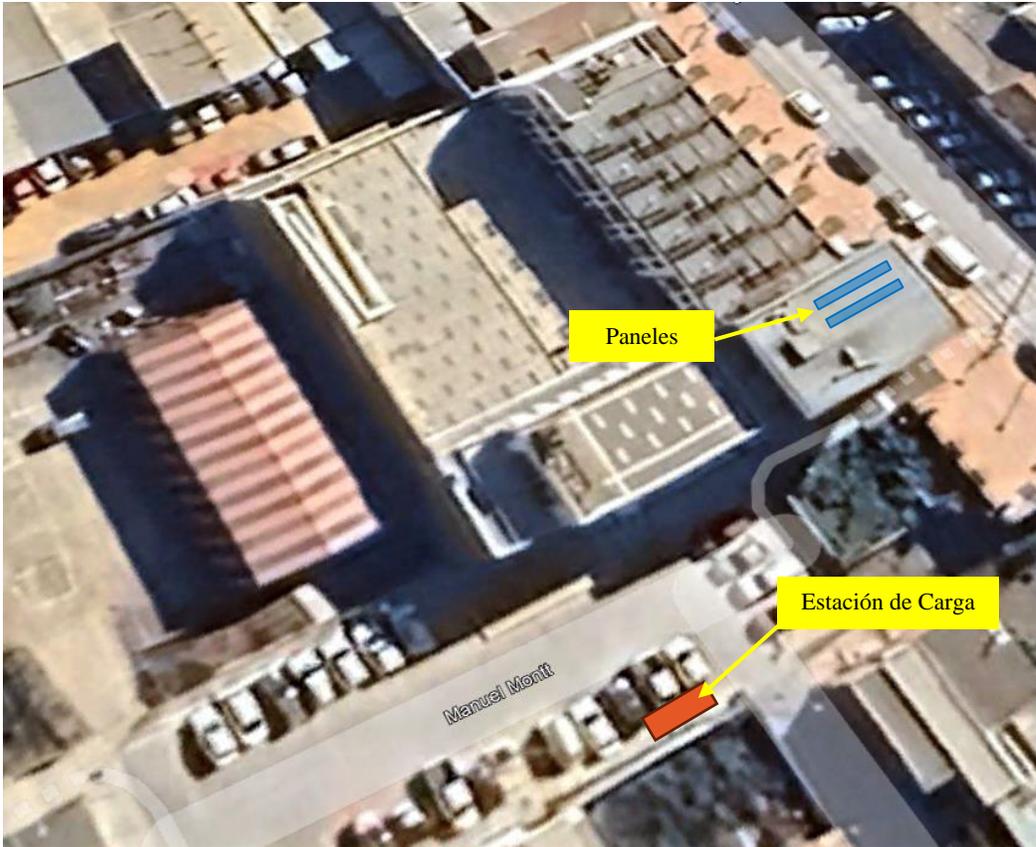


Figura 38: Ubicación de sistema solar y estación de carga de bicicletas

Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto estimado para el proyecto, contemplando todos los elementos anteriormente expuestos.

Tabla 35: Presupuesto estimado proyecto bicicletas eléctricas solares

Ítem	Cantidad	Precio Unit	Total
Bicicletas eléctricas	7	\$1.399.000	\$9.793.000
Estación de Carga	1	\$8.000.000	\$8.000.000
Sistema Solar Fotovoltaico	6,65	\$1.000.000	\$6.650.000
Importaciones y Transporte	1	\$3.200.000	\$3.200.000
Instalación	1	\$2.400.000	\$2.400.000
Gastos Generales y Utilidades	1	\$3.199.800	\$3.199.800
TOTAL (IVA incluido)			\$33.242.800

Evaluación Técnica-Económica

En base a los consumos energéticos, presupuesto y emisiones, se presenta a continuación los resultados de la evaluación técnico-económica para el proyecto.

Tabla 36: Análisis técnico-económico

Análisis Técnico - Económico	Valor	Unidad
Ahorro de emisiones sin sistema FV	18,07	tCO2eq/año
Ahorro de emisiones con sistema FV	19,93	tCO2eq/año
Ahorro económico sin sistema FV	\$5.084.450	\$/año
Ahorro económico con sistema FV	\$6.219.170	\$/año
Inversión	\$33.242.800	
Período de Retorno Simple	5,3	años

En base a lo presentado, el proyecto tendría una rentabilidad muy interesante, generando ahorros de aproximadamente 6 millones de pesos al año para el municipio, alcanzando la energía y carbono neutralidad en la movilidad de los inspectores de la comuna.

d) **Financiamiento**

Se propone indagar varias líneas de financiamiento a ser trabajadas en paralelo:

Mi bicicleta eléctrica: el 2023 la Agencia de Sostenibilidad Energética, empezó a desarrollar un piloto en la Región Metropolitana de Santiago para hacer recambio de bicicletas por bicicletas eléctricas en el sector *delivery*, en el marco del impulso a la agenda de electromovilidad del Ministerio de Energía. En este contexto, es que se plantea generar un espacio de conversación con el Programa Comuna Energética para estudiar alternativas de cofinanciamiento a esta iniciativa, la que podría involucrar a varios municipios de la región de O'Higgins con Estrategias Energéticas Locales desarrolladas.

Por otra parte, en forma paralela, se plantea indagar la existencia de una iniciativa como esta, dentro de las líneas de financiamiento a través de Subdere con el apoyo de la Secretaría Regional de Energía de la Región.

5.4.2 Proyecto Comunal Bus Eléctrico para Acercamiento de Población Rural

a) **Antecedentes**

De acuerdo con los antecedentes proporcionados en el diagnóstico territorial, Pichilemu tiene un importante sector asociado a localidades rurales, desde las cuales el Municipio realiza un servicio público de acercamiento. Actualmente, hay precedentes de comunas de la Provincia de Colchagua que a través de fondos del Gobierno Regional han adquirido buses de acercamiento eléctricos para mejorar las condiciones medioambientales asociadas al traslado de poblaciones rurales. Las características que presentan estos buses son: potencia de 320 kW, capacidad de baterías de 326,73 kW, transmisión automática y motor eléctrico; autonomía de 315 km al 80%, tiempo de recarga es de 2 a 4 horas, aire acondicionado, 45 asientos, 2 pantallas LCD, 3 cámaras, asientos reclinables con apoyabrazos y tela o eco cuero, además de cinturón 3 puntas en todos los asientos.

El área rural de Pichilemu contempla 3 sectores, los que se describen en las siguientes tablas, en donde se presentan los kilómetros de recorrido de los buses de acercamiento, sus frecuencias y sus horarios de operación:



Tabla 37: Kilómetros de recorrido Sector Norte

Sector Norte	Kms. Desde Pichilemu	Recorridos
Tanumé	45	Un recorrido cada lunes, miércoles y viernes. Salida desde Tanumé a las 8:00 y regreso a las 13:15 hrs.
Cóguil	40	
Cardonal de Panilonco	25	
La Aguada – Los Valles – Los Robles	24	Todos los días de lunes a sábado, salida desde Las Aguada a Pichilemu a las 8:30 y regreso a 14:30 hrs.

Tabla 38: Kilómetros de recorrido Sector Sur

Sector Sur	Kms. Desde Pichilemu	Recorridos
La palmilla	25	Un recorrido diario los días lunes, miércoles, viernes. 8.00 14.00 y 17:00
La Plaza	25	
Barrancas	18	Salida desde Pichilemu a sectores: a las 08:30 y regreso inmediato.
Cáhuil	13	

Tabla 39: Kilómetros de recorrido Sector Sur-Este:

Sector Sur-Este	Kms. Desde Pichilemu	Recorridos
Espinillo	28	Un recorrido todos los días a excepción de festivos. Salida desde Espinillo a las 7:30 hrs y regreso a las 14:00 hrs.
El Boldo	26	
Alto Ramírez	20	
Rodeillo	23	
Pañul	18	
Ciruelos	13	

Considerando que son muchas las personas que se trasladan en transporte rural y que las emisiones de los buses a diesel son considerables, como se apreció en el diagnóstico energético de la comuna, se propone esta iniciativa que permita el traslado de las personas desde zonas rurales en forma más sustentable.

b) Objetivo:

Categoría Sello Comuna Energética: 6. Movilidad Sostenible

Subcategoría 6.3: promoción y difusión de la movilidad sostenible

Incorporar un bus eléctrico piloto para el traslado de la población desde zonas rurales al área urbana de la comuna.

c) Desarrollo técnico

Se propone la adquisición de un bus eléctrico de pasajeros que permita reemplazar el uso de buses a petróleo diésel, actualmente en uso en la comuna.





Figura 39: Bus eléctrico referencial. Fuente: Reborn Electric Motors Chile

Para la evaluación técnica de esta medida se han cuantificado los kilómetros recorridos por los buses de acercamiento tanto para los sectores norte, sur y sureste. Los kilómetros recorridos en forma semanal y anual son los que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 40: Kilómetros recorridos por buses de acercamiento en la comuna de Pichilemu

Sectores	kms por semana	kms al año
Sector Norte	558	29.016
Sector Sur	450	23.400
Sector Sur-Poniente	336	17.472
Total	1.344	69.888

Los buses que se han propuesto en otras comunas del país para este uso poseen una autonomía de 315 km que son suficientes para lograr un funcionamiento diario con una sola carga.

Los buses eléctricos se cargan en promedio en unas 4 horas con un cargador de 150 kW, por lo que una carga completa consumirá 600 kWh, lo que se traduce en un rendimiento de aproximadamente 1,9 kWh/km.

Análisis Energético

En consideración al uso antes señalado del bus eléctrico, se presenta a continuación el análisis de consumo, emisiones y costo asociado al uso anual de esta tecnología de sistema de transporte.

Tabla 41: Análisis energético del uso del bus escolar eléctrico

Ítem	Valor	Unidad
Potencia Cargador	150	kW
Período Carga Diaria	4	horas
Energía Consumida Carga Completa	600	kWh



Ítem	Valor	Unidad
Autonomía Carga Completa	315	km
Rendimiento Bus Eléctrico	1,90	kWh/km
Distancia recorrida semana	1.344	km
Distancia recorrida anual	69.888	km
Consumo eléctrico anual	133.120	kWh
Factor de emisión SEN	0,24212	tCO2eq/MWh
Emisiones CO2	32,23	tCO2eq
Tarifa eléctrica	\$140	
Costo asociado al consumo eléctrico	\$18.636.600	\$/año

La siguiente tabla presenta un análisis similar para la condición actual de trabajo de los inspectores municipales, quienes utilizan camionetas diésel para su trabajo diario.

Tabla 42: Análisis Energético Alternativa Bus Diésel

Ítem	Valor	Unidad
Distancia recorrida semana	1.344	km
Distancia recorrida anual	69.888	km
Factor emisión CO2 Petróleo Diésel	0,00312	tCO2eq/lt
Factor de conversión Diésel	10,51	kWh/lt
Rendimiento bus a diésel	2,0	km/lt
Consumo diésel semanal	672	litros
Consumo diésel anual	34.944	litros
Consumo energético anual	367.422	kWh
Emisiones CO2 anuales	109,03	tCO2eq
Tarifa Diésel	\$1.000	
Costo estimado energía	\$34.944.000	\$/año

Presupuesto

En base a la experiencia de otros municipios que han iniciado la implementación de compras de buses eléctricos, se puede estimar que el precio de uno de estos buses ronda los 387 millones de pesos.

Evaluación Técnica-Económica

En base a los consumos energéticos, presupuesto y emisiones, se presenta a continuación los resultados de la evaluación técnico-económica para el proyecto.

Tabla 43: Análisis técnico-económico

Análisis Técnico - Económico	Valor	Unidad
Ahorro energético	234.302	kWh/año
	64%	
Ahorro emisiones	76,79	tCO2eq/año
	70%	
Presupuesto Bus Eléctrico	\$387.000.000	
Ahorro económico	\$16.307.200	\$/año
	47%	
Período de Retorno Simple	23,7	años



En base a lo presentado, el proyecto permitiría ahorros importantes tanto de emisiones como económicos, que incluso podrían gestionarse para que sean más altos, tramitando cambios en la tarifa eléctrica a una de tipo flexible con menor costo en uso nocturno o implementando energía fotovoltaica para autoconsumo. Así también, se podría alcanzar una mayor rentabilidad en caso de un mayor uso del autobús eléctrico, aprovechándose para más usos durante los fines de semana y/o en período estival.

d) Financiamiento

El financiamiento para un proyecto de esta naturaleza requiere un trabajo de desarrollo en varias etapas. Una etapa de preparación del proyecto en sus detalles para ser presentado a fuentes de financiamiento, y otra de búsqueda de fondos y postulación a los mismos. Para ello el Programa Comuna Energética, hace un llamado anual para postular a una aceleradora de electromovilidad, para el desarrollo del proyecto. Considerando estas instancias se propone el trabajo en las siguientes dos etapas:

I. Postulación Aceleradora de electromovilidad

El objetivo de la Aceleradora es apoyar un piloto de movilidad eléctrica a través de:

- Asesoría en el diseño de un piloto
- Hoja de ruta Electromovilidad con el objetivo de apoyar a la organización en avanzar hacia una flota cero emisiones.
- Encuentro con proveedores de vehículos eléctricos, soluciones de carga y otros servicios relacionados a la electromovilidad.
- Abordar la incorporación de flotas eléctricas desde una mirada sistémica, considerando la planificación, operación y mantención de los vehículos eléctricos, e infraestructura de carga.

II. Financiamiento

Actualmente, la principal fuente de financiamiento, dada la envergadura de la inversión, son los Gobiernos Regionales. Para ello, el ingreso a la aceleradora permite preparar el proyecto para poder ser presentado a esta instancia con todos los requerimientos técnicos, para posteriormente desarrollar la evaluación económica y social para su postulación.

5.5 Plan de seguimiento del Plan de Acción

La propuesta para llevar a cabo la correcta implementación del Plan de Acción se basa en la creación de una unidad de energía dentro del departamento de Medio Ambiente, desde donde se ha liderado la construcción de la Estrategia Energética Local. Esta unidad debería velar por el avance, cambios y cumplimientos, y reportar al Comité Energético Local. El comité Energético Local está conformado por diversos departamentos y direcciones municipales con pertinencia al accionar de la EEL, y su funcionamiento en la etapa de implementación debiese estar formalizado por decreto.

Las funciones que la Unidad de Energía y el Comité Energético Comunal debiesen desarrollar son las siguientes:



- Establecer instancias formales para adaptar y/o actualizar el plan de acción.
- Realizar reuniones semestrales dirigidas al resto del cuerpo Municipal y al Alcalde/sa para reportar avances del Programa Comuna Energética.
- Reportar el estado del programa a la Agencia de Sostenibilidad energética y la Seremi de Energía regional.
- Mantener el vínculo con empresas del sector privado que participaron en el desarrollo de la EEL y que potencialmente podrían financiar una iniciativa del plan de acción.
- Realizar una búsqueda y seguimiento constante de mecanismos de financiamiento para la implementación del plan de acción, sobre todo aquellos destinados para las comunas Energéticas.
- Participar de las instancias formales de encuentro que genera la red de Comuna energética.

Para llevar estas funciones de forma orgánica se plantea como sistema de seguimiento y monitoreo, la generación de una hoja de control de gestión del Plan de Acción compartida con el Comité Energético Municipal, donde se establezca un calendario de seguimiento, reuniones y donde se inserten todas las iniciativas del plan de acción, plazos, porcentaje de avance, incidencias, y responsables de su gestión. Este seguimiento puede llevarse a cabo a partir de una herramienta creada en Excel para estos fines, y/o algunas aplicaciones específicas disponibles en el mercado, que poseen recursos más interactivos.

5.6 Presentación al Concejo Municipal y Validación

El proceso de construcción de la Estrategia Energética Local concluye con la presentación al Concejo Municipal el trabajo realizado, para su conocimiento y validación.

Esta instancia se llevó a cabo en sesión del Concejo Municipal de Pichilemu el 6 de agosto de 2024, donde se presentó la Estrategia Energética Local y el proceso llevado a cabo para su construcción. En la sesión estuvo presente la totalidad de los concejales y el alcalde de la ilustre Municipalidad de Pichilemu, dando por aprobado el documento en su totalidad.



Figura 40: Presentación EEL al Concejo Municipal

6 Recomendaciones y Conclusiones

El desarrollo de una Estrategia de Energética Local para la comuna de Pichilemu y su Plan de Acción, constituye una valiosa herramienta de gestión que contribuye al proceso de impulsar las energías renovables y al uso eficiente de la energía. Esta herramienta recoge las diversas oportunidades y desafíos tecnológicos que presenta la comuna en materia energética, las que pueden resumirse en:

- Un municipio comprometido en dotar a la comuna de herramientas de planificación y de ordenamiento territorial compatibles con el cuidado de sus ecosistemas y de los servicios ambientales que estos brindan.
- El aprovechamiento del recurso solar a partir de la superficie de techumbres de viviendas, comercio e industria, a través de los mecanismos disponibles para la generación energética e inyección a la red.
- Una comuna ambientalmente comprometida con educar a la población y a sus visitantes en el cuidado medioambiental y de las energías
- El compromiso comunal con la movilidad sostenible y la electromovilidad.

Estas oportunidades, traen como desafíos:

- La formación de un equipo encargado responsable de gestionar e impulsar el proceso de implementación de las EEL
- Un trabajo permanente y coordinado de colaboración público-privada
- Difusión y comunicación a la ciudadanía de los avances del proceso
- El involucramiento de las organizaciones sociales del territorio en las iniciativas planteadas.

