



Chile  
en marcha



Agencia de  
Sostenibilidad  
Energética



COMUNA  
ENERGÉTICA

# ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL

## Comuna de Navidad



**Informe Final**

SEPTIEMBRE 2021



## 1 PRESENTACIÓN

El presente documento, Estrategia Energética Local Comuna de Navidad, tiene por objetivo entregar las herramientas necesarias para que el municipio, sus autoridades y otros actores puedan tomar decisiones en relación al desarrollo energético comunal.

A continuación, se presenta el trabajo realizado entre el año 2019 y el año 2021 por la comunidad, mediante la facilitación del equipo técnico municipal y el constante apoyo de la Agencia de Sostenibilidad Energética y la SEREMI de Energía de la VI región.

Este informe fue elaborado en el contexto del Programa Comuna Energética impulsado por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Las opiniones vertidas en este documento, son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente el pensamiento de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

### **Equipo realizador:**

Alejandra Alarcón Echiburu - Asesora Municipalidad de Navidad.

Rodrigo Devia Alonso – Profesional DIMAO, Municipalidad de Navidad.

### **Revisado por:**

Nicole Castro Vergara – DIMAO (S), Municipalidad de Navidad.

SEREMI de Energía, VI región.

Agencia de Sostenibilidad Energética, Programa Comuna Energética.

### **Con el apoyo de:**

Cecilia Ramírez Jeria - Asesora Municipalidad de Navidad.

SEREMI de Energía, VI región.

Agencia de Sostenibilidad Energética, Programa Comuna Energética.

Nikola SpA.



## 1.1 Resumen Ejecutivo

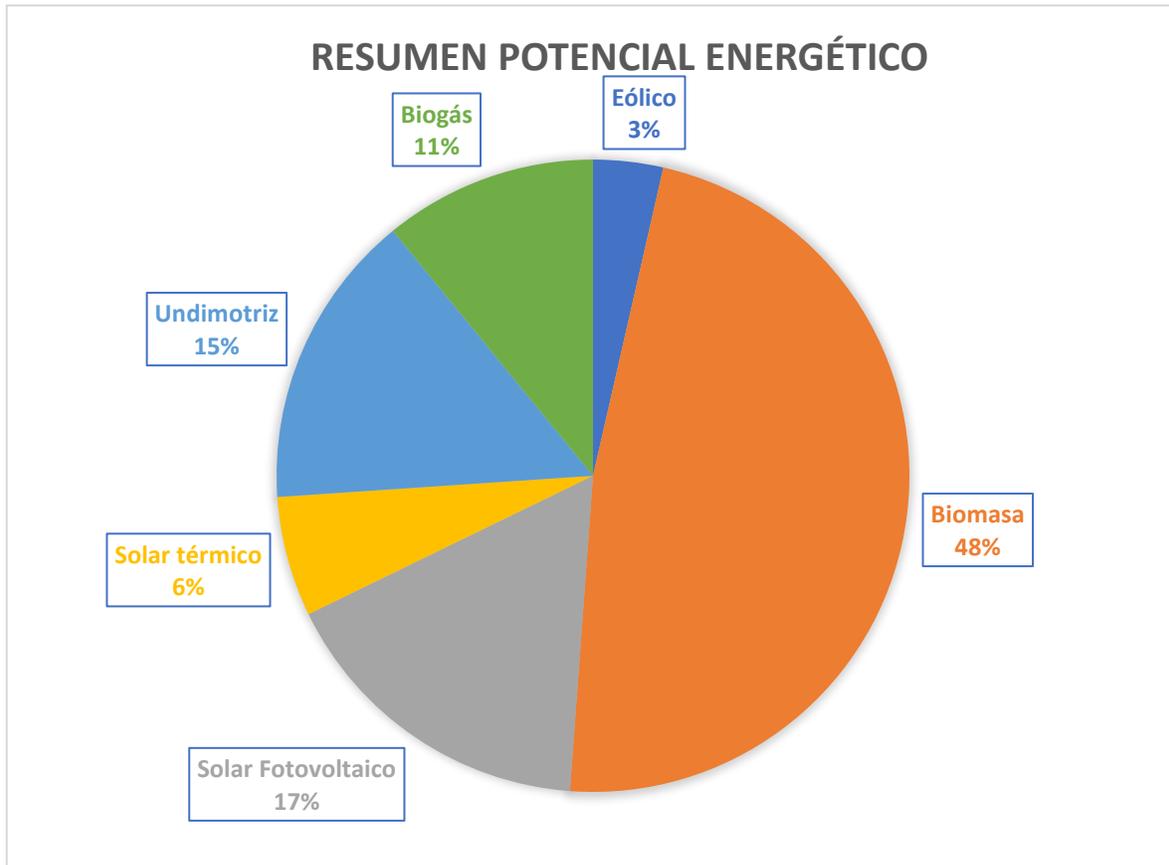
La Estrategia Energética Local (en adelante EEL) es un instrumento de gran ayuda a nivel local en torno a la energía cuya base es el trabajo participativo donde es la comunidad es la que define los principales puntos que se discuten en este instrumento.

En primera instancia, se levantó un **diagnóstico territorial**, donde se describe a la comuna en los ámbitos demográfico, económico productivo, geopolítico e institucional, socio cultural, y ambiental, y dentro de estos ámbitos destaca por ejemplo el hecho de haber proyectado la población y las viviendas desde la línea base del CENSO 2017, a la línea base del documento que es el año 2019. También con en dicha encuesta, se calcula el índice de materialidad, el cual indica que un 70% de las viviendas tiene materialidad aceptable. Finalmente, se indican también los actores importantes en la comuna en relación a lo que será el desarrollo de la EEL, donde destacan los(as) agricultores(as), pescadores(as), algueros(as), las organizaciones comunitarias en general, la comunidad escolar, la Cámara de Turismo, el comercio local, entre otros.

Luego, se realizó un **diagnóstico energético comunal**, donde se describe información a nivel nacional, regional y luego se revisa la realidad comunal. La comuna de Navidad forma parte del SEN (lo componen los antiguos Sistema Interconectado Central o SIC, y el Sistema Interconectado del Norte Grande o SING), siendo una comuna deficitaria en energía eléctrica, ya que la mayoría de esta energía utilizada proviene de centrales de generación aledañas. Con respecto a la oferta térmica, esta es satisfecha en su mayoría por la leña y el Gas Licuado de Petróleo (en adelante GLP). Con respecto a la calidad del servicio eléctrico, para 2019 el índice SAIDI (que indica la cantidad de horas en que el servicio estuvo detenido) en la comuna de Navidad fue de 29,4 horas, el cual se desglosa en EXT (fuera de las instalaciones de la empresa distribuidora) prácticamente nulo, INT (dentro de las instalaciones de la empresa distribuidora pero no de fuerza mayor) 46,71%, y FM (fuerza mayor) 53,27%.

Con respecto a la **demanda energética**, en el caso de la energía eléctrica, un 71,54% de esta se lo lleva el sector residencial, porcentaje que se ha mantenido prácticamente igual los últimos 5 años, considerando que la demanda total va aumentando. La demanda eléctrica municipal representa un 5,96% de la demanda eléctrica comunal. Con respecto a la demanda de energía térmica, esta se reparte entre leña y GLP, donde la leña se lleva la mayor parte de la torta, con un 61%, dejando un 39% para el GLP. Finalmente, la distribución de la demanda de energía es un 81,26% para la energía térmica y un 18,74% para la energía eléctrica.

En relación a los **potenciales de generación de energía**, fueron calculados el: eólico, biomasa, biogás, solar (fotovoltaico y térmico) y undimotriz. La distribución estimada se encuentra en el siguiente gráfico.



Con respecto al Potencial de generación energética en base al biogás, se recomienda el uso de esta energía, pero debe ir acompañado de un proceso de separación en origen y traslado de residuos orgánicos. Para la biomasa, se consideró solo bosques de eucaliptus, pero hay que considerar que la mayoría de estos bosques están en predios privados, por lo que hay que hacer un proceso de consulta para tantear voluntades con respecto a aprovechar dicho potencial. La fuente de energía undimotriz es inmensa a nivel país, y también considerable en la comuna de Navidad, pero utiliza tecnologías poco exploradas en Chile y también muy caras, por lo que se debería comenzar realizando estudios de factibilidad, sumado a una búsqueda de financiamiento. El potencial solar (dividido en fotovoltaico y térmico), es el más aprovechado actualmente en la comuna, entre sistemas de energía solar fotovoltaica para algunas viviendas y el Liceo Pablo Neruda, por ejemplo, y también con termos solares para viviendas, en el caso térmico. Es importante seguir avanzando para aumentar el porcentaje de aprovechamiento del potencial existente. Finalmente, en relación al potencial eólico, es importante destacar que se recomienda optar por aerogeneradores de baja escala, más bien domiciliarios, debido al alto impacto que tienen las grandes instalaciones, sobre todo con respecto a los recursos paleontológicos y aves de la comuna de Navidad.

En relación al **potencial de eficiencia energética**, se revisaron las áreas de aislación, luminarias en viviendas, luminarias en sector público y uso de leña, donde esta última es la que se lleva la mayor parte del potencial:



Potencial	Porcentaje
Uso de leña	91%
Aislación	5%
Luminarias en viviendas	3%
Luminarias públicas	1%

Para desarrollar este trabajo el equipo municipal a cargo de apoyar y facilitar el **proceso participativo**, recolectó y procesó la información obtenida en los talleres para luego nuevamente compartirla con la Comunidad y así validarla en los distintos talleres desarrollados.

El proceso participativo constó de 5 talleres y 3 encuestas para en un primer encuentro explicar la importancia de la EEL, lo relevante de que a través del levantamiento de los valores locales en el tema de energía se pudiera construir un diagnóstico para luego trabajar en una visión en términos energéticos: cuál es el sueño de las personas de la Comuna y cómo quieren ser reconocidos(as). A partir de esta visión se trabajaron objetivos específicos que aporten a cumplir la visión y de estos objetivos derivaron acciones y metas. Para luego avanzar a construir, en base a la información validada en los talleres, el Plan de Acción que incorpora las acciones alineadas ahora con los lineamientos estratégicos del sello Comuna Energética. Es importante destacar que esta EEL se desarrolló en época de plena afectación de la Pandemia de COVID-19, por lo cual los talleres fueron solamente virtuales (en línea) y para complementar el acceso de más personas se aplicaron encuestas en temas específicos del tema energía a nivel comunal.

Se trabajó la EEL con temas transversales como el enfoque de género identificando las brechas, incorporando la mirada y aportes tanto de mujeres como de hombres en igualdad de oportunidades. Se valora la contribución ambiental de incorporar energías renovables y fomentar su uso en la comuna como contribución concreta a la mitigación y adaptación del cambio climático. También se observó cómo la Comuna puede aportar desde lo local a lo global a partir de las acciones, proyectos identificados en la EEL y su aporte a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, ONU), así como a la agenda de desarrollo 2030. Así la EEL genera acciones que colaboran a cumplir ODS a nivel local en este caso al ODS 7 en especial, pero además a los ODS: 1,3,5,6 8, 10, 11 12, 13, 14, y 15. Además el trabajo realizado para identificar los potenciales de las diversas energías renovables a nivel local permitirá reducir las brechas originadas por la pobreza energética en especial en los sectores más aislados y con las familias más vulnerables de la Comuna.

La invitación es a leer este documento y aplicarlo para avanzar con el fin de que la Comuna de Navidad logre cumplir la **visión** de la EEL: *“Ser una comuna sostenible energéticamente, aprovechando los recursos naturales disponibles y promoviendo el uso de energías renovables y la autogestión energética, cuidando el medio ambiente y mejorando la calidad de vida de sus habitantes”*.

Luego de recopilar la información, el equipo técnico de la DIMAO propuso una serie de **objetivos específicos para la EEL**, y luego de ser validados por la comunidad, quedaron los siguientes:



- 1.- Promover la sensibilización y educación en el uso adecuado de la energía, en establecimientos educacionales y comunidad en general.
- 2.- Implementar soluciones innovadoras para mejorar la habitabilidad de las viviendas de la comuna, a través del uso de energías renovables y eficiencia energética.
- 3.- Diversificar la matriz energética local promoviendo el uso de energías renovables tanto en el sector productivo como en el residencial, permitiendo ser una Comuna más sostenible y a sus habitantes tener una mejor calidad de vida.

Con la visión antes mencionada, y los objetivos, se trabajó sobre las **metas a cumplir y acciones** a realizar para poder implementarlas, a continuación, nombramos algunas que son interesantes de mencionar:

- Incorporación temática energética en instrumentos de planificación territorial.
- Implementación de medidas de EE/ER en las dependencias municipales.
- Bombeo de agua solar en Agricultura Familiar Campesina.
- Punto de carga para vehículos eléctricos.

Este instrumento municipal, servirá para guiar a las autoridades y a la comunidad en el camino energético que se quiere llevar a cabo, en base a la información levantada en el proceso de elaboración de la EEL, y debe ser actualizada cada dos años, donde se plasmarán las observaciones que haga la comunidad y el municipio con sus debidas instancias participativas.

**Equipo técnico DIMAO**

**Septiembre 2021**



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>2</b>
<b>1.1</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DIAGNÓSTICO TERRITORIAL</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>ANTECEDENTES DE LA COMUNA</b>	<b>10</b>
2.1.1	LÍMITES DE INFLUENCIA EEL	10
2.1.2	ÁMBITO DEMOGRÁFICO	10
2.1.3	ÁMBITO ECONÓMICO PRODUCTIVO	12
2.1.4	ÁMBITO GEOPOLÍTICO E INSTITUCIONAL	12
2.1.5	ÁMBITO SOCIO CULTURAL	13
2.1.6	ÁMBITO AMBIENTAL	13
2.1.7	ACTORES DE LA COMUNA	15
<b>3</b>	<b>DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>CONTEXTO ENERGÉTICO NACIONAL</b>	<b>20</b>
3.1.1	CONSUMO ENERGÉTICO RESIDENCIAL	20
<b>3.2</b>	<b>CONTEXTO ENERGÉTICO REGIONAL</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>SITUACIÓN ENERGÉTICA EN LA COMUNA</b>	<b>22</b>
3.3.1	OFERTA ENERGÍA ELÉCTRICA	22
3.3.2	OFERTA ENERGÍA TÉRMICA	24
3.3.3	CALIDAD DEL SUMINISTRO	26
<b>3.4</b>	<b>DEMANDA ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	<b>27</b>
<b>3.5</b>	<b>DEMANDA ENERGÍA TÉRMICA</b>	<b>30</b>
3.5.1	DEMANDA DE COMBUSTIBLES DE USO TÉRMICO	30
3.5.2	GAS LICUADO DE PETRÓLEO	34
<b>3.6</b>	<b>DEMANDA TOTAL DE ENERGÍA</b>	<b>37</b>
<b>3.7</b>	<b>PROYECCIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA</b>	<b>38</b>
<b>3.8</b>	<b>CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO EN BASE A DEMANDA ENERGÉTICA</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>DESARROLLO DE POTENCIAL DISPONIBLE ERNC</b>	<b>39</b>
<b>4.1</b>	<b>POTENCIAL ENERGÍA EÓLICA</b>	<b>39</b>
4.1.1	ESTIMACIONES COMUNALES PARA EL POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA	42
<b>4.2</b>	<b>POTENCIAL DE BIOMASA</b>	<b>44</b>
<b>4.3</b>	<b>POTENCIAL DE BIOGÁS</b>	<b>46</b>



4.3.1	BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	47
<b>4.4</b>	<b>POTENCIAL SOLAR</b>	<b>49</b>
4.4.1	POTENCIAL TEÓRICO	49
4.4.2	POTENCIAL ECOLÓGICO	51
4.4.3	POTENCIAL SOLAR FOTOVOLTAICO DISPONIBLE	53
4.4.4	POTENCIAL SOLAR TÉRMICO DISPONIBLE	55
<b>4.5</b>	<b>POTENCIAL UNDIMOTRIZ</b>	<b>56</b>
4.5.1	SITUACIÓN COMUNAL	57
<b>4.6</b>	<b>RESUMEN POTENCIALES ENERGÉTICOS</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>DESARROLLO POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	<b>60</b>
<b>5.1</b>	<b>NORMATIVA</b>	<b>60</b>
<b>5.2</b>	<b>SITUACIÓN COMUNAL</b>	<b>61</b>
<b>5.3</b>	<b>POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	<b>62</b>
5.3.1	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN AISLACIÓN	63
5.3.2	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LUMINARIAS DE VIVIENDAS	63
5.3.3	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LUMINARIAS DEL SECTOR MUNICIPAL	63
5.3.4	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN USO DE LEÑA	64
5.3.5	RESUMEN EFICIENCIA ENERGÉTICA	65
<b>6</b>	<b>PROCESO PARTICIPATIVO</b>	<b>66</b>
<b>6.1</b>	<b>PLANIFICACIÓN PROCESO PARTICIPATIVO</b>	<b>66</b>
<b>6.2</b>	<b>DESARROLLO PROCESO PARTICIPATIVO</b>	<b>67</b>
6.2.1	TALLERES	67
6.2.2	ENCUESTAS	68
<b>7</b>	<b>DESARROLLO VISIÓN, OBJETIVOS Y METAS</b>	<b>70</b>
<b>7.1</b>	<b>VISIÓN, OBJETIVOS Y METAS</b>	<b>70</b>
7.1.1	VISIÓN	70
7.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	70
7.1.3	METAS	70
<b>8</b>	<b>DESARROLLO PLAN DE ACCIÓN</b>	<b>73</b>
8.1.1	PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS ENERGÉTICOS	73
8.1.2	PLAN DE ACCIÓN EEL NAVIDAD	75
8.1.3	ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS COMUNA ENERGÉTICA NAVIDAD	75



<b>9</b>	<b>ANÁLISIS SELLO COMUNA ENERGÉTICA</b>	<b>82</b>
9.1	MONITOREO PLAN DE ACCIÓN	82
9.2	DEFINICIÓN DE EQUIPO MUNICIPAL DE TRABAJO	82
9.3	COMITÉ ENERGÉTICO COMUNAL	82
9.4	REUNIONES SEMESTRALES	82
9.5	REPORTE ANUAL	83
9.6	REDES SOCIALES DIGITALES	83
9.7	REUNIONES COMUNITARIAS	83
9.8	ACTUALIZACIONES EEL	83
<b>10</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>84</b>



## 2 DIAGNÓSTICO TERRITORIAL

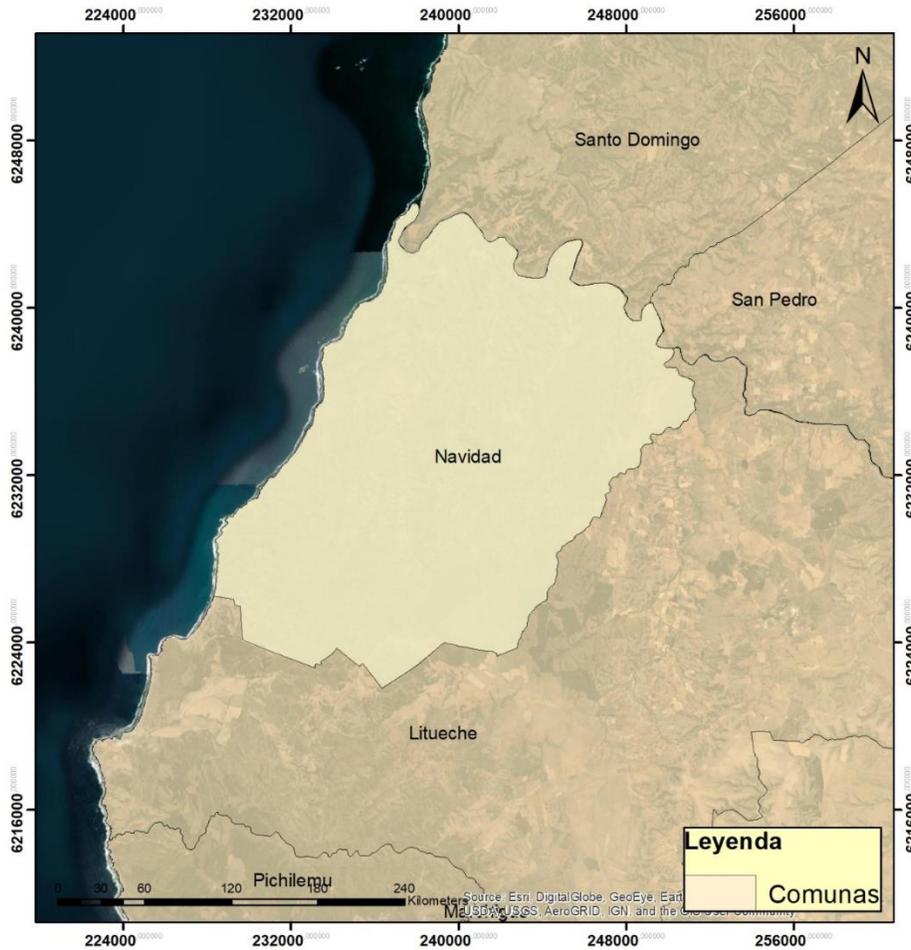
### 2.1 Antecedentes de la comuna

#### 2.1.1 Límites de influencia EEL

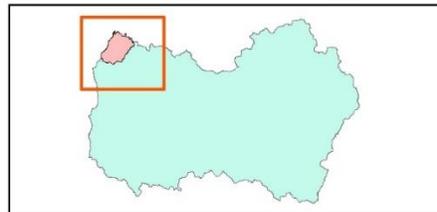
La Comuna de Navidad se ubica en el extremo norponiente de la región de O'Higgins (ver Mapa N°1), limitando al norte con la Comuna de Santo Domingo de la Región de Valparaíso y San Pedro de la Región Metropolitana, al este y sur con la Comuna de Litueche y al oeste con el Océano Pacífico, alcanzando 25 km de costa de acuerdo al PLADECO, 2021-2025. Debido a esta especial característica, la Comuna presenta una exponencial vocación turística dando especial importancia a playas, dunas, estuario, acantilados, valles fluviales y humedales. Para estos efectos, los límites de influencia de la EEL serán los límites comunales.

#### 2.1.2 Ámbito Demográfico

En relación a su dinámica demográfica, la población comunal alcanza actualmente los 6.618 habitantes y 5.665 viviendas según proyecciones para 2019, suponiendo que las viviendas aumentan en razón de los habitantes (CENSO, 2017). En términos de ocupación del territorio, la comuna abarca una superficie de 30.244,8 ha (Sistema de información territorial, CONAF, 2019), que representan tan solo el 1,83% del territorio regional y el 9,04% del territorio de la Provincia de Cardenal Caro. De esta manera Navidad se posiciona como la comuna de menor superficie dentro de esta provincia.



### Emplazamiento Comunal y Territorios Limítrofes



**Figura 2.1** - Límites comuna de Navidad. Fuente: elaboración propia.

Si bien el INE, define a la comuna como totalmente rural, Navidad cuenta con 4 áreas urbanas definidas en el Plan Regulador Comunal vigente desde el año 2008. Estas áreas corresponden a Rapel, Navidad - Las Brisas - La Boca, Matanzas y La Vega de Pupuya - Pupuya. En conjunto estas 4 áreas representan un 3,76% de la superficie comunal con una población aproximada de 3.993 (60,2%) personas y 2.648 (39,8%) habitan en el área rural<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Para el cálculo del número de habitantes en las áreas urbanas se utiliza la cobertura en formato *shape* del censo 2017 descargado y transformado desde la página web del INE. En Sistemas de información Geográfica a través del software ArcGis 10.4.1 se ejecuta el geoproceso clip, para cortar la cobertura al límite de las áreas urbanas determinadas por el



### 2.1.3 **Ámbito Económico Productivo**

Según el PLADECO 2021-2025, la Comuna de Navidad destaca por tres principales rubros de actividad económica:

- ✓ Sector agro-ganadero
- ✓ Sector pesca artesanal y
- ✓ Sector turismo.

Este instrumento indica que: “se constata la existencia de un importante número de agricultores que se han especializado en la crianza de ganado ovino y otro tanto que se dedica a las faenas forestales”, donde destaca la agricultura de subsistencia o autoconsumo. Estos agricultores son apoyados por dos programas. El primero es el Programa PRODESAL, que atiende a 250 agricultores, y, en segundo lugar, el Programa de Sanidad Animal (programa municipal), que atiende a cerca de 105 agricultores.

Aquí también se indica que “el rubro apícola, está en desarrollo, observándose la instalación de salas de cosecha regularizadas, lo que ha permitido una mejor comercialización de la miel, de igual manera apicultores de la comuna han participado de proyectos de certificación de origen botánico, lo que augura la obtención de un producto de alta exclusividad, con denominación de origen”.

La comuna de Navidad cuenta con una extensión de costa de aproximadamente 25 Km., donde se desarrolla la pesca artesanal, destacando la recolección de orilla, practicada por buzos mariscadores y pescadores, siendo la recolección de algas marinas una actividad de relevancia local, destacándose el cochayuyo.

Existen 3 caletas de pescadores legalmente constituidas las cuales cuentan con su respectiva concesión, Matanzas, La Boca y Puertecillo, y en torno a la pesca artesanal se han constituido 7 sindicatos de pescadores, de los cuales 6 se encuentran agrupados en la Federación de Pescadores de La Comuna de Navidad.

Todo lo anteriormente mencionado, se complementa con la explotación del sector turístico, sobre todo de manera informal, donde las familias buscan una segunda fuente de ingreso, comenzando a construir cabañas, restaurantes y ofrecer servicios de tipo turísticos.

### 2.1.4 **Ámbito Geopolítico e institucional**

Navidad es una de las seis comunas de la Provincia de Cardenal Caro, y su concejo municipal está compuesto por seis concejales y el alcalde. Pertenece al Distrito Electoral N°35, donde es representada en la Cámara de Diputados por dos diputados y a la Novena Circunscripción Senatorial (O’Higgins) donde es representada por dos senadores.

---

plan regulador comunal; el resultado es un polígono que extrapola la información del polígono del censo a los límites urbanos del PRC, sin embargo, esta información es aproximada, ya que al extrapolar el dato se hace desde el área completa y no solo del polígono del PRC.



En la comuna de Navidad existen varios instrumentos de planificación que están vigentes, tales como el Plan de Desarrollo Comunal (2021-2025), el Plan Regulador Comunal (2008), Zonificación de Borde Costero Comuna de Navidad (2017), y además otros instrumentos y/o documentos importantes como el PLADETUR (2015-2019), la Ordenanza Ambiental Municipal (2017), Prospección paleontológica de la Formación Navidad en el área de influencia de la Zonificación del Borde Costero de la Región de O'Higgins (2016).

### 2.1.5 **Ámbito Socio Cultural**

Un punto importante a revisar, es la materialidad de las viviendas de la comuna de Navidad, aquí el índice de materialidad indica que un 70% de las viviendas tiene materialidad aceptable, cifra menor a la regional (78% aceptable), y también respecto al índice nacional (83%) (Censo, 2017).

La red de Atención Primaria de Salud (APS) de la comuna de Navidad, depende administrativamente del Servicio de Salud O'Higgins y cuenta con un CESFAM (Valle Mar) ubicado en la cabecera comunal y tres Postas de Salud Rural (PSR) localizadas en los sectores San Vicente de Pucalán, Rapel y Pupuya. La red se complementa con cinco Estaciones Médico Rural (EMR), en los sectores La Palmilla, Puertecillo, El Manzano, La Vega de Pupuya y La Boca. En los dos últimos sectores mencionados, las EMR funcionan solo en época estival. De estas, cuatro cuentan con infraestructura municipal y una funciona en una sede social (PLADECO 2021-2025).

La oferta educativa de la comuna se compone casi en su totalidad de los establecimientos educacionales que son administrados por el municipio y que brindan atención desde prekínder a cuarto medio. No obstante, en el ámbito privado, existe un establecimiento educacional de modalidad libre. El DAEM administra un total de 9 establecimientos de Educación Básica y Media, que corresponden a un liceo con oferta desde 7° básico a 4° medio, y 8 escuelas básicas, de las cuáles dos cuentan con oferta de 1° a 8° básico, y seis tienen oferta de 1° a 6° básico. Además, la red de educación dispone oferta en educación de párvulos (Jardín Infantil y Sala Cuna) administrada por el DAEM. Esta oferta corresponde a un establecimiento JUNJI en modalidad Vía Transferencia de Fondos (VTF), un Jardín Infantil municipal con patrocinio de JUNJI y un Jardín Infantil Municipal (PLADECO 2021-2025).

### 2.1.6 **Ámbito Ambiental**

De acuerdo al Informe Ambiental resultado del proceso de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) de la Zonificación de Borde Costero Comuna de Navidad, desde el punto de vista natural, la comuna se emplaza en un territorio de secano con clima templado cálido (temperaturas medias de 14°C), lluvias invernales e influencia marítima del Océano Pacífico, que genera nubosidad y fuertes vientos (7,72 a 10,29 m/s en invierno y 15,43 a 18,01 m/s en verano).

En relación a su geografía, el informe citado, hace mención al emplazamiento de la comuna sobre relieves de la Cordillera de la Costa, planicies costeras y terrazas marinas y fluviales. Parte importante del territorio comunal se asienta sobre la denominada Formación Navidad, la cual ha sido reconocida a nivel mundial por su valor científico gracias a las características sedimentarias y al patrimonio paleontológico que alberga. Esta formación geológica conformada por una plataforma



litoral baja se generó en el mioceno superior – plioceno inferior, acumulando desde ese tiempo geológico depósitos de flora y fauna en sus sedimentos marinos, destacando la abundancia de trazas fósiles *Chondrites isp.* y *Zoophycos isp.*, y de foraminíferos bentónicos de los géneros *Bathysiphon*, *Melonis*, *Osangularia*, *Pleurostomella*, *Siphonodosaria* y *Sphaeroidina* (Encinas y col, 2006). Además, se suma a lo anterior que la cuenca del Río Rapel, acogió el desarrollo de la cultura Llolleo, la cual deja un importante patrimonio arqueológico.

Desde el punto de vista del relieve y su geomorfología, destacan igualmente la presencia de playas, sistemas dunarios, acantilados costeros, valle fluvial, y formaciones rocosas que entregan especiales características a este territorio (Salazar, 2018), los detalles de esto se muestran en el Anexo 1 – Unidades Fisiográficas.

En relación a la hidrografía, el principal sistema hídrico superficial de la comuna es el Río Rapel, situado en el extremo norte siendo el límite comunal con Santo Domingo, V región. Este curso hídrico es alimentado por aguas provenientes de la cordillera de los Andes y desemboca en el mar en la localidad de La Boca, donde forma un estuario de gran relevancia ecológica, paisajística, ecosistémica e identitaria para la comuna. Asimismo, y de acuerdo al PLADECO (2021-2025), la comuna tiene tres esteros de regímenes pluviales: Pupuya, Navidad y El Maitén, cuyos caudales permiten el riego de superficies en sus riberas y en las partes bajas. Las napas subterráneas de la comuna son utilizadas para el consumo humano, mediante el uso de pozos y norias. Algunos de estos datos son mostrados en el Anexo 2 – Hidrografía Navidad.

En cuanto a su vegetación, y de acuerdo a la clasificación de pisos vegetacionales elaborada por Pliscoff y Lubert (2006), el territorio comunal está inserto dentro de la formación vegetacional denominada Bosque Espinoso, caracterizada por condiciones climáticas imperantes de tipo mediterránea, donde se alternan inviernos fríos y húmedos y veranos cálidos y secos, que generan las condiciones propias de ambientes mediterráneos y de vegetación asociada. Este ecosistema, conocido también como la Ecorregión del Matorral Chileno, concentra el 50% del total de especies vasculares de Chile, no se encuentra bajo ninguna categoría de conservación a nivel comunal, y es donde se ejerce la mayor presión antrópica, por lo que se convierte en un ecosistema frágil y de gran importancia para la biodiversidad (Barbosa y otros, 2010). Cabe mencionar que debido a la fuerte presión sobre este ecosistema producto de la agricultura intensiva, la actividad forestal e inmobiliaria, hoy en día es posible visualizar sólo remanentes de matorral esclerófilo en fondos de quebradas, acantilados y riberas de cursos y cuerpos de agua. En el Anexo 3 – Bosque Nativo, pueden revisar algunas zonas de bosque nativo en la comuna.

Los elementos naturales presentes en la comuna, tanto en sus áreas urbanas como rural representan un valor relevante desde el punto de vista ecosistémico para el equilibrio natural del territorio y para sostener la economía local basada principalmente en el aprovechamiento de sus recursos naturales y culturales (tanto terrestres como marinos), y son los que sostienen las actividades productivas de la comuna. El Bosque esclerófilo presente en la Comuna alcanza 640 ha. de bosque abierto, 864 ha. de bosque semidenso y 21 ha. de bosque denso (Garfias y otros, 2018), es parte de un *hot spot* de importancia mundial correspondiente al Bosque Mediterráneo (Arroyo y otros, 2006).



### 2.1.7 Actores de la comuna

Además de los actores municipales antes nombrados, a nivel de gestión, educación y de salud, en la comuna de Navidad existe alta presencia de organizaciones funcionales (46 con vigencia definitiva), donde se destacan clubes deportivos, clubes de cueca, clubes de adulto mayor, clubes de pavimentación, comités de agua potable, entre otras. También existen Juntas de Vecinos (25 con vigencia definitiva), donde se creó la Unión comunal de juntas de vecinos, que sesionan una vez al mes y se reúnen las directivas de todas las juntas de vecinos a nivel comunal.

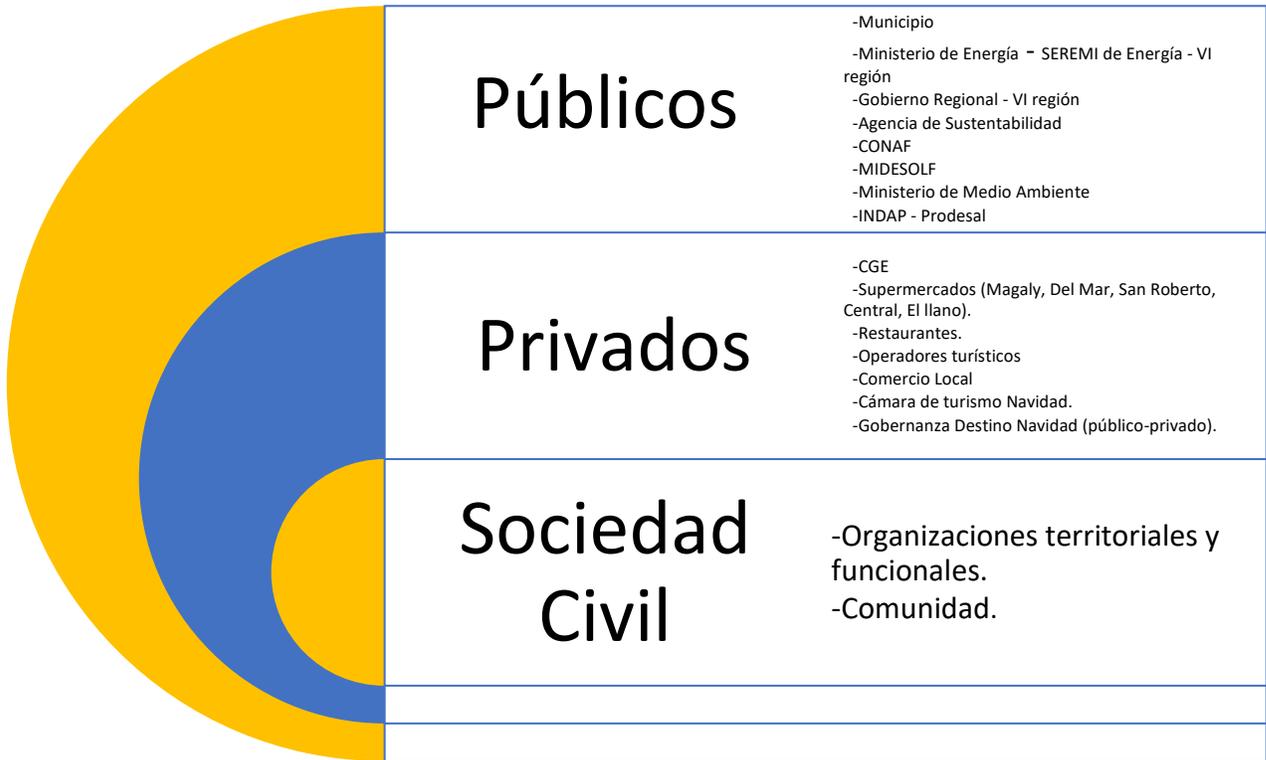
En la comuna de Navidad existe también el programa PRODESAL, que abarca más de 250 agricultores, y el programa municipal Sanidad Animal, que abarca más de 100 agricultores. A nivel de turismo, existe una Cámara de Turismo Comunal, activa desde hace más de 5 años, y la Gobernanza Destino Navidad, un ente público-privado.

En el sector privado, existen distintos actores como son los restaurantes, supermercados, negocios o locales comerciales, y operadores turísticos (hoteles, hostales, residencias, cabañas, campings).

En la figura 2.2, se pueden apreciar los principales actores de la comuna que podrían influir en el desarrollo energético comunal, en la figura 2.3 fueron separados por tipo de actor, y en la Tabla 1 se agregó el rol/interés de cada uno.



Figura 2.2 – Actores de la comuna de Navidad. Elaboración propia.



**Figura 2.3** – Actores de la comuna de Navidad por sectores. Elaboración propia.



Tipo de actor	Nombre	Rol/interés
<b>PÚBLICO</b>	<b>Municipio</b>	Gobernanza energética, bienestar de la Comunidad y mejoramiento calidad de vida de las personas de la Comuna.
	<b>Ministerio de Energía</b>	Promover políticas públicas a nivel nacional, en materias de energía, diversificación de la matriz energética, descentralización y descarbonización.
	<b>SEREMI de Energía - VI región</b>	Fomentar a nivel regional el uso de energías renovables en base a las necesidades y potencialidades territoriales. Así también es el impulsor del Programa Comuna Energética.
	<b>Agencia de Sustentabilidad</b>	Promoción de fondos públicos concursables en materias de sustentabilidad, ejecutor del Programa Comuna Energética que promueve un desarrollo local sostenible en los municipios de Chile.
	<b>CONAF</b>	Promover y facilitar la forestación con fines dendroenergéticos.
	<b>MIDESOLF</b>	Desarrollo con equidad, sostenible que incluya el tema energético y su impacto en la calidad de vida de las personas.
	<b>Ministerio de Medio Ambiente</b>	Generar mayor conciencia y acción para la adaptación al cambio climático, a partir del uso de energías renovables.



	<b>INDAP - Prodesal</b>	Incorporar los temas energéticos a nivel de los/las pequeños/as agricultores de la Comuna.
	<b>CORFO</b>	Posibilidades para emprendedores para abordar los temas de energía renovable para sus PYMES y MIPYMES.
<b>PRIVADO</b>	<b>CGE</b>	Mantenimiento del sistema eléctrico y necesidad de rápida reacción ante las interrupciones del servicio.
	<b>Supermercados (Magaly, Del Mar, San Roberto, Central, El Llano, La Foresta, otros).</b>	Aportar a diversificar la matriz energética a nivel local.
	<b>Restaurantes</b>	Incorporar ERNC a sus instalaciones promoviendo un sector productivo local más sostenible.
	<b>Operadores turísticos</b>	Actores claves en la sensibilización de las/los turistas, promoviendo uso eficiente y óptimo de la energía a nivel local e incorporando soluciones con energías renovables.
	<b>Comercio Local</b>	Actores relevantes a la hora de tomar conciencia en la necesidad de diversificar matriz energética a nivel local, descarbonizar y promover un comercio que cuida y usa eficientemente la energía.
	<b>Cámara de turismo Navidad.</b>	Promover el turismo sustentable con un componente diferenciador asociado a la energía puede



		entregar un sello distintivo al turismo local.
<b>PÚBLICO/PRIVADO</b>	<b>Gobernanza Destino Navidad</b>	Promover, difundir y potenciar el turismo sustentable en la comuna de Navidad, a través de una mesa de trabajo público-privada.
<b>SOCIEDAD CIVIL</b>	<b>Comité Ambiental Comunal</b>	Actor clave en la promoción, difusión y acción del uso eficiente de la energía, en especial de las ERNC a nivel local.
	<b>Organizaciones territoriales y funcionales. Organizaciones de adultos(as) mayores Pequeños(as) agricultores(as)</b>	Promotores del uso eficiente de la energía, actores activos en la presentación de proyectos para incorporar energías renovables a sus actividades y a las familias a nivel local, en especial las más vulnerables.
	<b>Comunidad de Navidad</b>	Actores sensibilizados y activos en la búsqueda de una comuna que sea reconocida por el uso de energías renovables con el fin de mejorar su calidad de vida.

**Tabla 1** – Actores de la comuna de Navidad por sectores y rol/interés. Elaboración propia.



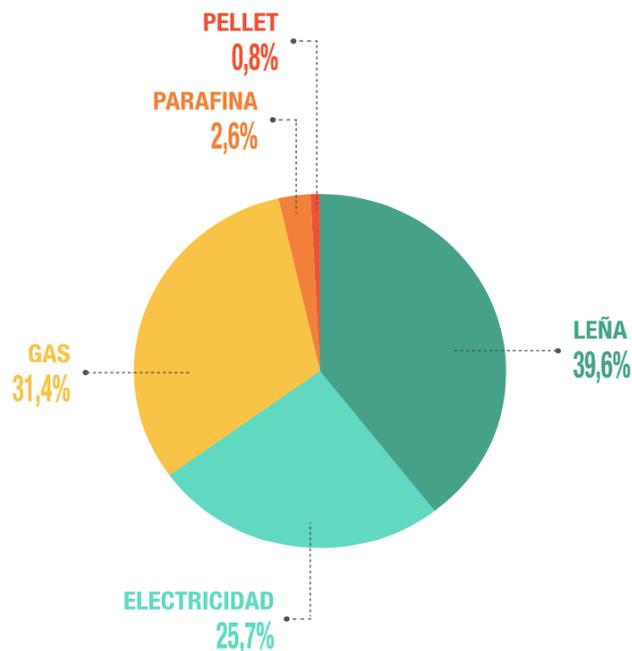
### 3 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

#### 3.1 Contexto energético nacional

En el caso específico de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC), para el año 2019 aportaron con un 19,4% de la generación eléctrica del país, lo que significa un muy buen antecedente, considerando que por ley se debe llegar al 20% para el año 2025. Esto va en la misma línea de uno de los objetivos de la Política Energética de Chile - Energía 2050, avanzar hacia una energía sustentable en todas sus dimensiones. Se espera que para el año 2035 la participación de las ERNC en la generación energética del país llegue a un 40% y que las energías renovables en su conjunto se acerquen al 60% (ACERA, 2020).

##### 3.1.1 Consumo energético residencial

En Chile, el consumo energético promedio de una vivienda es de aproximadamente 8.083 kWh/año de energía final, incluyendo todas las fuentes energéticas, distribuyéndose de la siguiente manera: 39,6% en leña, un 31,4% en Gas (GLP y GN), un 25,7% en electricidad, un 2,6% en parafina y un 0,8% en Pellets (Informe Final de usos de la energía de los hogares Chile, 2018).



**Figura 3.1** – Distribución porcentual del consumo energético promedio en una vivienda en Chile (Informe Final de usos de la energía de los hogares Chile, 2018).



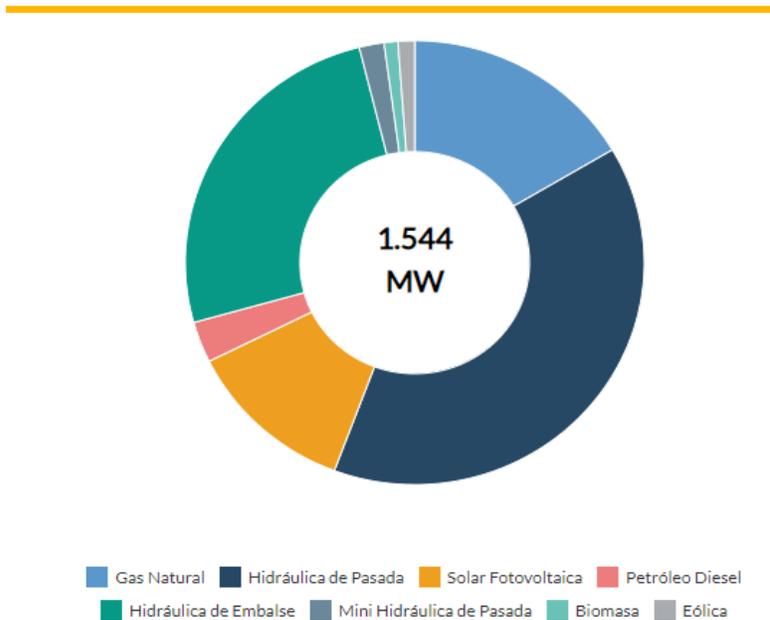
Ahora bien, si se considera el uso final de la energía, se obtiene que el 53% se destina a calefacción y climatización, el 20% en Agua Caliente Sanitaria o ACS, 5% en refrigeración de alimentos, otro 5% en cocción de alimentos, entre otros (Informe Final de usos de la energía de los hogares Chile, 2018).

### 3.2 Contexto energético regional

La Región de O'Higgins es conocida a nivel mundial por la calidad de sus frutas, vinos, potencial de las olas para deportes náuticos y el Cobre de la Cordillera, sin embargo, hoy se ve cómo nace un nuevo nicho asociado a la energía solar y eólica, tecnologías que llegaron para quedarse y aportar en la diversificación de la Matriz Energética Regional, que en la actualidad es liderada fuertemente por la Energía Hidráulica, convirtiéndonos en una Región que hace buen uso de sus recursos naturales.

La Región de O'Higgins cuenta con una matriz de generación muy diversificada, con una capacidad instalada de 1.544 MW. De esta capacidad el 64,7 % corresponde a Centrales de Energía Hidráulica (Centrales de pasada 39,2% y embalse 25,5%), 19,5% son de origen Térmico (Gas Natural 16,5% y Petróleo Diésel 3%), un 12% operan en base a Energía Solar, 1,2% Eólica. 1,78% Mini Hidráulica de Pasada y un 1% Biomasa (Energía Abierta, 2020).

#### Capacidad instalada



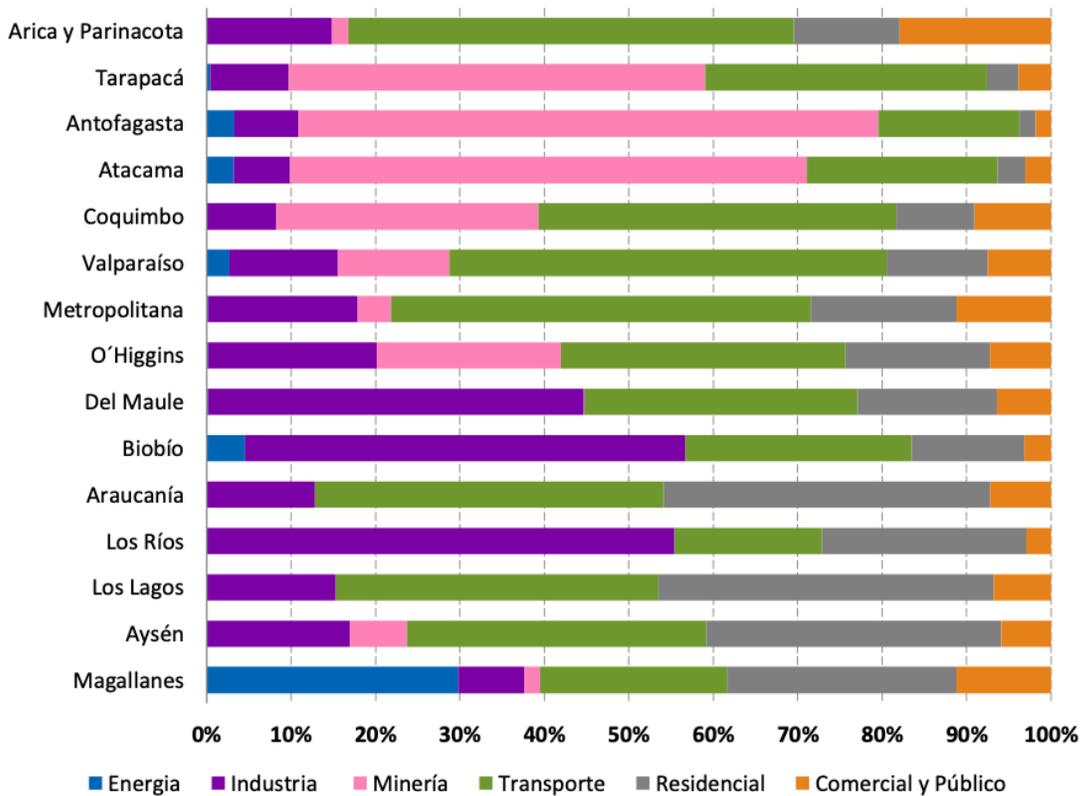
Fuente: *Energía Abierta*.  
Visualización: *Capacidad instalada*.  
Fecha de último dato: *marzo - 2020*.

Figura 3.2 – Matriz energética VI región.

En la Figura 3.3, se puede apreciar la distribución sectorial del consumo final de energía en cada una de las regiones del país para el año 2017. Se puede ver que el sector minero predomina en el norte



del país, principalmente en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Por otra parte, el sector transporte predomina de forma transversal a lo largo de Chile mientras que el sector Residencial toma una mayor relevancia en el sur dado el consumo de biomasa para uso de calefacción. El alto consumo de Energía para la región de Magallanes está asociado a la alta participación del gas natural en la región. En la VI Región, los sectores se encuentran distribuidos de manera equitativa, pero se aprecia una mayor participación del Transporte, y la Industria y Minería están por detrás (Balance Nacional de Energía y Consumos Regionales, 2017).



**Figura 3.3** – Distribución porcentual del consumo energético regional en Chile. **Fuente:** Balance Nacional de Energía y Consumos Regionales, 2017.

### 3.3 Situación energética en la comuna

#### 3.3.1 Oferta energía eléctrica

Navidad no posee centrales de generación de gran escala (*Utility Scale*), tampoco pequeños medios de generación distribuida (PMGD) dentro de su comuna. Sus únicas fuentes de generación *in situ* corresponden a 7 proyectos de generación distribuida que aportan a la comuna a través de energía solar fotovoltaica, con una potencia total agregada de 59,1 kW.



Fecha de Ingreso	Potencia KW	Tecnología	Region	comuna
04-01-2016	59,1	Solar	VI	Navidad
08-02-2017	4	Solar	VI	Navidad
15-07-2017	4,5	Solar	VI	Navidad
08-01-2018	1,5	Solar	VI	Navidad
01-03-2018	5	Solar	VI	Navidad
01-02-2019	2	Solar	VI	Navidad
16-09-2019	39,6	Solar	VI	Navidad

**Figura 3.4** – Proyectos de generación distribuida, Comuna de Navidad. **Fuente:** Energía Abierta, 2020.

El mercado eléctrico chileno está compuesto por tres sistemas independientes, el Sistema Eléctrico Nacional o SEN (lo componen los antiguos Sistema Interconectado Central o SIC, y el Sistema Interconectado del Norte Grande o SING), el Sistema de Aysén (SEA) y el Sistema de Magallanes (SEM). La comuna de Navidad pertenece al SEN, sistema en el cual las energías renovables comprenden un 48,3% de su capacidad instalada<sup>2</sup>, siendo un 51,7% correspondiente a fuentes térmicas (a noviembre de 2019). Por otro lado, en cuanto a la generación de energía eléctrica<sup>3</sup>, un 45,9% corresponde a generación renovable, en datos de 2018 (Generación Eléctrica en Chile, Generadoras de Chile, 2021).

Navidad es una comuna deficitaria en cuanto a su energía eléctrica. De esto podemos deducir que la gran mayoría de su energía proviene de centrales de generación aledañas que se ubican fuera de la comuna. Las 4 centrales de generación más cercanas corresponden a la Central Hidroeléctrica Rapel 378 MW, Centrales Eólicas UCUQUER y UCUQUER 2 con potencias de 7,2 MW y 10,75 MW respectivamente y el PMGD Solar La Manga 1 con una potencia de 2,96 MW.

<sup>2</sup> Capacidad instalada: se refiere a la potencia de generar energía en base a determinada tecnología.

<sup>3</sup> Generación de energía: se refiere a la energía eléctrica efectivamente generada a partir de determinada tecnología.

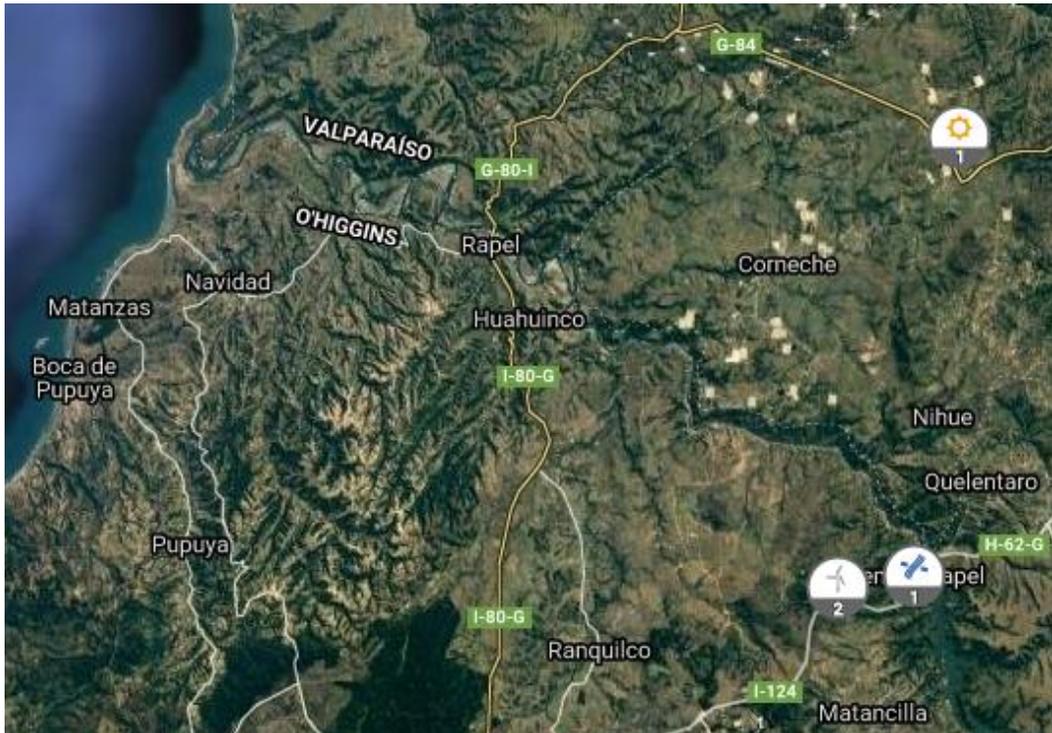


Figura 3.5 – Mapa de centrales de generación de energía aledañas a la comuna. Fuente: CNE, 2020.

Con respecto a la transmisión y distribución de la energía eléctrica en la comuna de Navidad, las empresas encargadas de cumplir estas funciones son del grupo CGE, para el caso de la distribución es CGE Distribución, estando presente entre la región de Arica y Parinacota y la región de la Araucanía.

De acuerdo al PLADECO 2021-2025, se estima que un 97% de las viviendas cuenta con empalme eléctrico, pero siguen existiendo lugares aislados donde todavía no tienen accesos a empalmes debido a los altos costos y/o a dificultades técnicas.

La red de postación del tendido eléctrico cuenta con 3.993 postes según información del MOP y catastro de la Dirección de Obras Municipales del año 2020. Además, se han ejecutado proyectos de recambio a LED de 961 luminarias en 2018, 203 luminarias 2019, y también se cuenta con 400 luminarias solares, según el catastro de DOM.

### 3.3.2 Oferta energía térmica

Existen principalmente dos fuentes con las cuales la gente de la Comuna de Navidad satisface sus demandas térmicas, estas corresponden al Gas Licuado y la Leña.



### **Gas Licuado de Petróleo**

La región cuenta con una planta de envasado de cilindros, de propiedad de ENAP en San Fernando, donde existe una gran capacidad de almacenamiento de gas licuado, incluyendo un estanque refrigerado. Esta planta puede recibir gas licuado proveniente de la refinería de Concepción por medio del poliducto que conecta San Vicente con Maipú. Por otra parte, algunas compañías distribuidoras de GLP transportan los cilindros desde sus propias plantas de envasado ubicadas en Maipú, en la Región Metropolitana.

Respecto al GLP, existen tres empresas que distribuyen en la comuna de Navidad: LIPIGAS S.A., GASCO S.A. y ABASTIBLE S.A. Esta fuente de Energía se ofrece principalmente a través de vendedores que recorren los distintos sectores en camiones o se compran directamente en lugares de distribución.

A nivel comunal, hay una buena cobertura de distribución de GLP, detectándose alrededor de 5 grandes proveedores, incluso algunos provenientes de otras comunas.

### **Leña**

En cuanto a la oferta de leña, al igual que en el resto de la Región O'Higgins, Navidad se rige por las normativas NCh. N°2907 Of. 2005 y NCh N°2965 Of. 2005 sobre la leña y su uso. Este combustible resulta ser bastante importante en la comuna debido a su fácil acceso y a su uso como fuente de calefacción. Cabe destacar que el comercio de este combustible no está muy regulado en la comuna y que en muchas ocasiones existe también autoabastecimiento de fuentes que provienen de plantaciones forestales, principalmente eucalipto. Por lo que no es posible listar todos los puntos de comercialización de leña para el consumidor. Además, a través de diversas conversaciones con gente que reside en la comuna se pudo conocer que existen diferentes métodos para obtener este combustible: Compra, regalo, trueque o se consigue dentro de sus propios terrenos.

En relación a la oferta de la leña, el método que predomina es el canasto (de 13,3 m<sup>3</sup> estéreo) con un 51%, en segundo lugar, la camioneta corta que participa con un 12%, y el resto se comercializa en sacos de 15,5 m<sup>3</sup> estéreo, con un peso aproximado de 25 kilos. Se estima un consumo de 1.800 kg de leña por año por hogar y en el comercio cada ofertante de leña llega a vender en promedio 221.681 kg al año, donde predomina la leña de frutal (Durazno, Olivo, Ciruelo, Manzano y Vides), leña de eucalipto y en un porcentaje más bajo especies nativas (Boldo, Litre, Espino y Peumo) (Estudio Centros de acopio Productos del Bosque nativo Provincia Cachapoal y Colchagua, CONAF).

Respecto al empleo que genera la leña, CONAF en su estrategia de cambio climático 2017 – 2025, indica que se generan aproximadamente 3 empleos por cada 1.000 m<sup>3</sup> de leña producidos, considerando empleos directos e indirectos, desde el volteador (leñador), hasta el comercializador, por lo que al comercializarse aproximadamente 520.000 m<sup>3</sup> anuales, en la región de O'Higgins se generarían alrededor de 1.560 empleos anual.



		Consumo m <sup>3</sup>	Empleos Generados aproximados
<b>O'Higgins</b>	<b>VI Región</b>	520.882	1.563
<b>Maule</b>	<b>VII Región</b>	727.626	2.183
<b>Biobío</b>	<b>VIII Región</b>	2.339.764	7.019
<b>Araucanía</b>	<b>IX Región</b>	2.068.053	6.204
<b>Los Ríos</b>	<b>XIV Región</b>	1.539.683	4.619
<b>Los Lagos</b>	<b>X Región</b>	3.116.459	9.349
<b>Aysén</b>	<b>XI Región</b>	549.491	1.648
<b>Magallanes</b>	<b>XII Región</b>	110.445	331
		<b>10.972.403</b>	<b>32.915</b>

**Tabla 2** – Resumen tabla del estudio “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”.

### 3.3.3 Calidad del suministro

El índice SAIDI cuantifica las horas de interrupción del servicio eléctrico a clientes, para el año 2019 este índice fue de 29,4 horas para la comuna de Navidad (Energía Abierta, 2020). De este número se pueden desglosar 3 tipos de interrupciones: Interna (INT), que hacen referencia a las interrupciones que ocurren en instalaciones de la empresa distribuidora y que no son atribuibles a fuerza mayor. Luego está la interrupción externa (EXT), que son las que ocurren en instalaciones que no son de la empresa distribuidora. Y finalmente las interrupciones de fuerza mayor (FM), que son las que ocurren en instalaciones de la empresa distribuidora por causas atribuibles a fuerza mayor. Para la comuna de Navidad, el tipo EXT es prácticamente nulo (0,01 horas en total), el tipo FM alcanza el 53,27%, y finalmente el tipo INT llega al 46,71%. Estos números nos muestran que prácticamente todas las horas de interrupción son por situaciones que ocurrieron en instalaciones de la empresa distribuidora, ya sea por razones de fuerza mayor o no. Y el porcentaje de interrupciones que no son de FM (46,71%) es casi la mitad, lo cual es preocupante, ya que todas esas horas de interrupción son de completa responsabilidad de la compañía de distribución, ya sea por falta de mantención o por no contar con los equipos en su mejor estado.

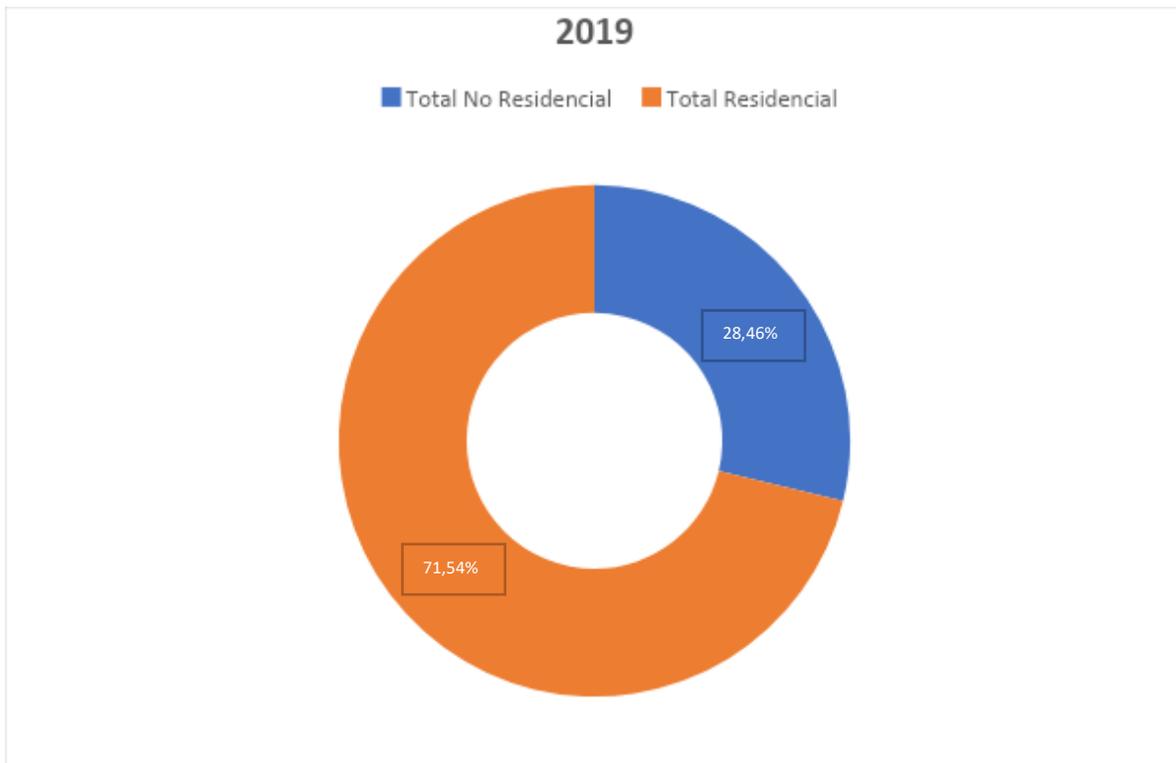
Aunque este índice a nivel regional mejoró según lo que indica un artículo del Ministerio de Energía, señalando que “Hace dos años atrás, la Región de O'Higgins era la región que tenía el segundo peor indicador del país, y hoy podemos decir con satisfacción que estamos dentro de las 8 mejores del país” (Ministerio de Energía, 2019), esta mejora aun no es suficiente, ya que las variaciones de voltaje y horas continuas de corte son intensas, sumado que la compañía distribuidora no se



responsabiliza por los daños que ocasionan estos cortes, generan pérdidas de mercadería y daños a los equipos de refrigeración y electrodomésticos<sup>4</sup>, traspasando el costo directamente a las personas.

### 3.4 Demanda Energía eléctrica

La demanda de energía eléctrica en la comuna difiere bastante según el tipo de cliente, llevándose casi  $\frac{3}{4}$  del consumo el sector residencial. Esto puede apreciarse a nivel general para el último año completo, en el siguiente gráfico:



**Figura 3.6** – Distribución porcentual de la demanda de energía eléctrica en la comuna de Navidad. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de Energía Abierta.

La evolución de consumo que se ha vivido en la comuna durante los últimos 5 años se ve reflejada en la Tabla 3, la cual clasifica el consumo [kWh] entre residencial y no residencial.

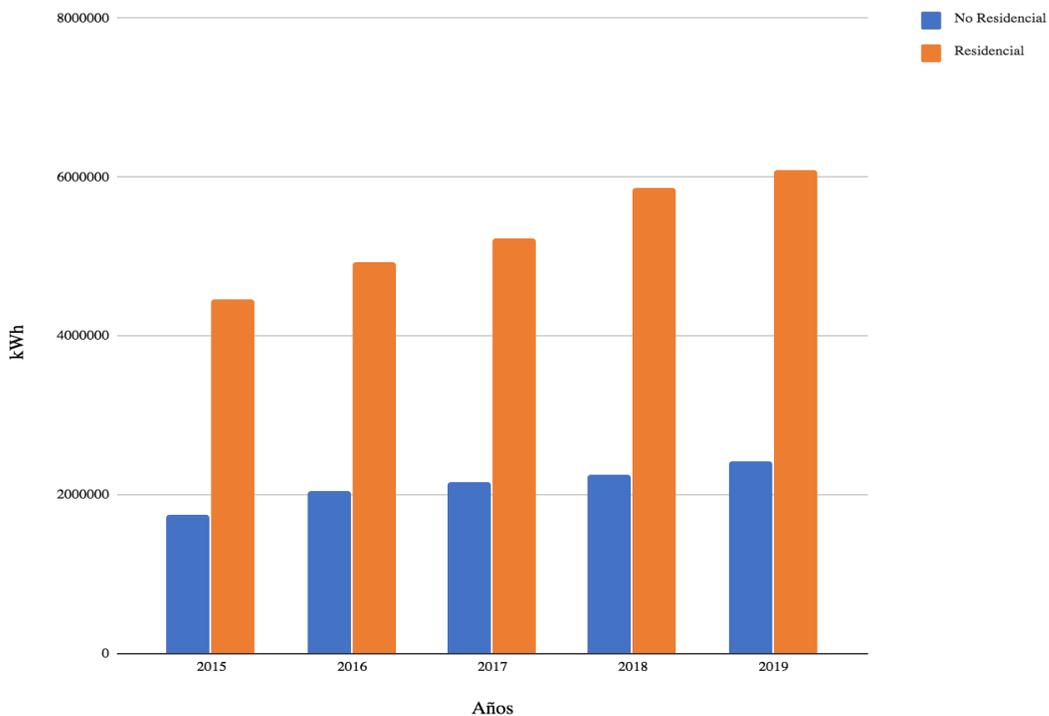
<sup>4</sup> Información obtenida de testimonios.



Suma de Energía (kWh)	Tipo de cliente		
Año	No Residencial	Residencial	Total general (kWh)
2015	1.742.340	4.464.654	<b>6.206.994</b>
2016	2.044.842	4.923.349	<b>6.968.191</b>
2017	2.159.914	5.230.857	<b>7.390.771</b>
2018	2.252.571	5.872.079	<b>8.124.650</b>
2019	2.420.494	6.085.638	<b>8.506.132</b>
<b>Total general</b>	<b>10.620.161</b>	<b>26.576.577</b>	<b>37.196.738</b>

**Tabla 3** – Resumen tabla del estudio “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Energía Abierta, CNE.

Los últimos 5 años se ha tenido un crecimiento positivo en el consumo, predominando el crecimiento en el sector residencial. Esto se puede apreciar en las líneas de tendencia que contiene el gráfico a continuación.

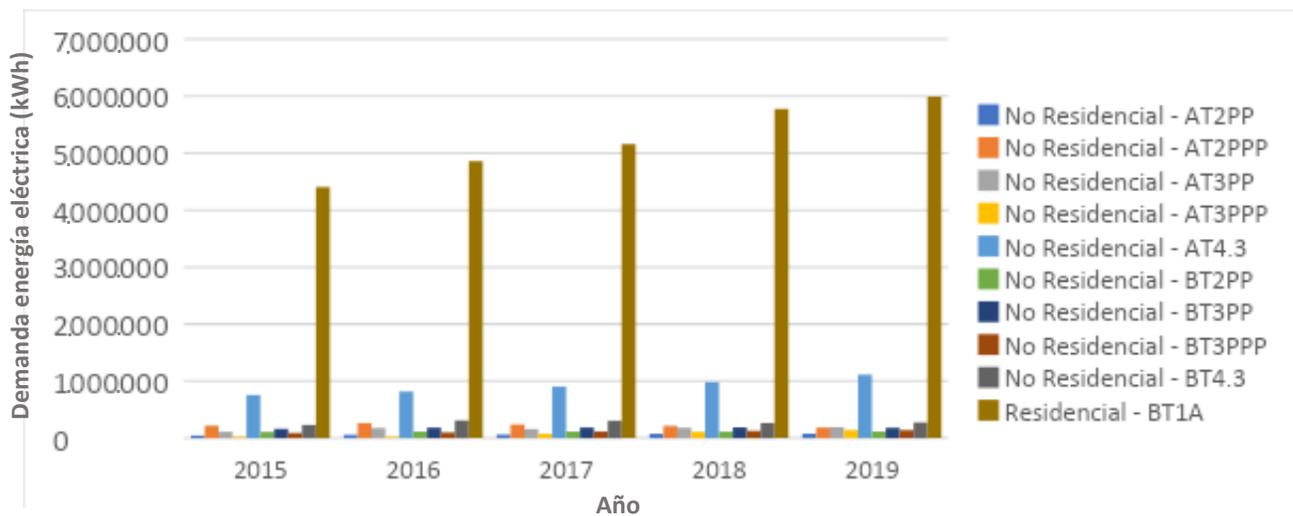


**Figura 3.7** – Detalle de la demanda de energía eléctrica en la comuna de Navidad entre 2015 y 2019. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Energía Abierta.



La demanda energética se diferencia bastante según el tipo de tarifa, siendo el segmento residencial, tarifa BT-1 la que se lleva la mayor concentración del recurso eléctrico. Lo que supone un problema al mismo tiempo, debido al alto costo de cada kWh de esta tarifa, llegando casi a los \$150/kWh. Lo que significa que un porcentaje no menor del ingreso familiar se va en electricidad, considerando que el ingreso familiar promedio para hogares de la comuna de Navidad el año 2006 fue de \$259.413 (Encuesta CASEN, Ministerio de Planificación (MIDEPLAN) 2006). En el caso de negocios tales como mini mercados, este porcentaje asciende a veces a un 30% de los costos operativos.

La demanda de kWh por año y tipo de tarifa se puede apreciar en el gráfico a continuación:



**Figura 3.8** – Desglose de la demanda de energía eléctrica en la comuna de Navidad entre 2015 y 2019. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de Energía Abierta.

Esta información plasma lo fundamental del replanteamiento de la manera en que los hogares y comercios se abastecen de energía.

Con los datos levantados, se puede afirmar que la demanda de energía eléctrica de la comuna de Navidad al año 2019 fue de **8.506,13 MWh**.

Con respecto al consumo municipal, tenemos que para el año 2019 el monto total gastado en los establecimientos municipales, que incluyen las oficinas de gestión municipal, educación y salud, además de los estadios, el salón de las artes escénicas, fue de \$10.477.912. Por otro lado, en materias de alumbrado público el gasto fue de \$69.611.900, donde se pueden destacar dos proyectos de recambio a luminarias LED, mencionado en la sección 3.3.1. De acuerdo a estimaciones realizadas por el equipo de técnico de DIMAO, considerando un costo de \$157,98 \$ por kWh, el consumo eléctrico público es de **506.961,72 kWh**, lo cual representa un 5,96% de la demanda de energía eléctrica de la comuna de Navidad. A la fecha de entrega de esta estrategia no se contaba con un catastro comunal de luminarias públicas por lo que no se puede hacer mayor análisis.



### 3.5 Demanda Energía térmica

En este ámbito se enfoca en el uso de combustibles para la generación de energía térmica, principalmente para la calefacción de los hogares de la comuna.

#### 3.5.1 Demanda de combustibles de uso térmico

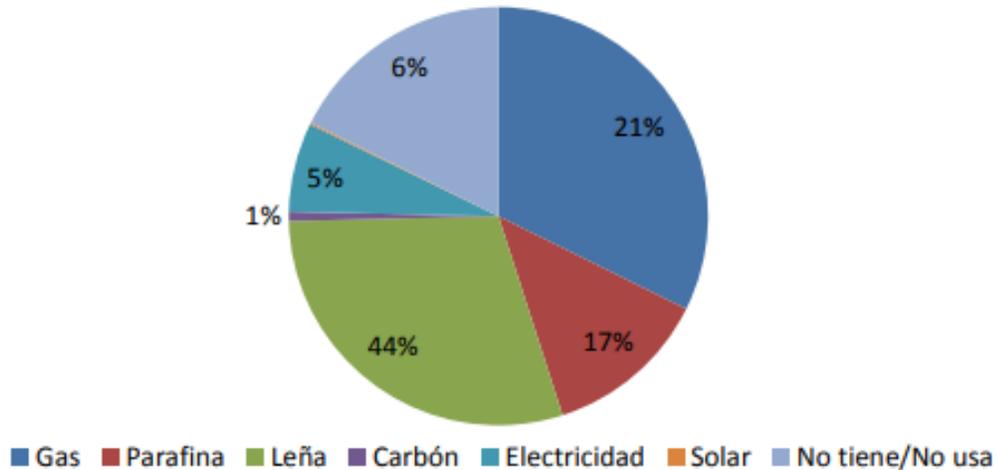
Para explicar la demanda térmica, es sumamente necesario considerar los elementos asociados a la producción de energía térmica en la comuna, tales como la leña y derivados de la madera; y el gas licuado principalmente. En la Figura 3.9 se puede apreciar que, en la región, los principales combustibles utilizados son la leña, el gas y la parafina. Para efectos de este análisis se deja fuera la parafina, ya que según los datos levantados no hay proveedores que la comercialicen.

	Gas	Parafina	Leña	Carbón	Electricidad	Solar	No usa	No tiene	Total
Arica y Parin.	2.567	195	203	-	220	144	52	48.597	100.627
Tarapacá	10.838	4.460	753	13	1.313	623	1.142	77.687	175.658
Antofagasta	27.131	1.885	1.411	-	6.048	1.295	1.505	127.974	296.728
Atacama	16.241	861	1.430	528	4.774	279	6.706	49.857	137.239
Coquimbo	46.965	4.200	10.477	1.422	17.465	87	2.148	144.149	373.210
Valparaíso	257.364	31.113	97.797	1.779	41.596	978	28.566	132.270	752.299
Metropolitana	1.099.242	477.571	82.311	9.854	236.446	3.620	65.247	195.659	2.430.856
O'Higgins	64.558	53.344	136.223	2.139	14.050	136	4.972	13.269	306.932
Maule	51.405	34.463	199.668	15.865	15.318	199	1.888	13.311	347.316
Biobío	95.399	58.726	433.906	6.206	30.299	367	4.926	28.838	692.431
Araucanía	21.973	14.006	261.433	995	4.520	100	653	6.313	316.959
Los Ríos	6.826	4.410	105.194	131	909	20	208	1.375	120.656
Los Lagos	10.468	8.125	249.105	409	2.905	-	1.078	2.343	277.854
Aysén	1.134	787	32.366	-	121	-	34	65	34.606
Magallanes	50.943	34	1.122	32	154	4	86	-	52.461
Total	1.763.054	694.180	1.613.399	39.373	376.138	7.852	119.211	841.707	5.454.914

Figura 3.9 - Total de hogares por región que utilizan distintos tipos de combustibles para calefacción. Fuente: CASEN, 2015.



### PORCENTAJE DE HOGARES EN LA REGIÓN QUE UTILIZAN DISTINTOS TIPOS DE COMBUSTIBLES PARA CALEFACCIÓN



**Figura 3.10** - Porcentaje de hogares en la región que utilizan distintos tipos de combustibles para calefacción. **Fuente:** CASEN, 2015.

Con respecto a la calefacción, a nivel nacional un 80,4% de las viviendas declara calefaccionar su hogar, y si solo se considera las viviendas rurales, esta cifra sube a 85,8%.

#### **Leña y derivados de la madera**

*“A nivel nacional, se estima que una de cada 3 viviendas usa leña para la calefacción de la misma”.*

En primer lugar, es necesario indicar que el mercado de leña residencial a nivel nacional tranza alrededor de US\$800 millones al año, lo que representa el 0,3% del PIB Nacional y el 16,2% del PIB sector silvícola/forestal/madera. La recaudación de IVA sería de US\$71 millones de dólares anuales para todo el país, si el mercado estuviera formalizado, sin embargo, el 90% de las ventas se realizan sin emitir boletas. Estos datos, sirven para relevar la importancia de este mercado, y para tomar decisiones con el objetivo de mejorar las condiciones de la industria de la leña y su sustentabilidad.

Tal como se menciona en el informe final del documento “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera” del Ministerio de Energía, la leña tiene una penetración en un 53,1% de los hogares de la región y en un 57,8% de los hogares tipo Casa de la región (aquí no se consideran los hogares tipo departamento u otros); así como el carbón vegetal tiene penetración en un 0,6% de los hogares, y también se aprecia que, según el estudio mencionado, los pellets, briquetas y despuntes de madera no tienen presencia en los hogares de la VI región. Por otro lado, el consumo promedio de leña en los hogares de la VI región es de 3,5 m<sup>3</sup> st. (por debajo del promedio nacional que es de 6,8 m<sup>3</sup> st.), llegando a un consumo total regional anual de 520.882 m<sup>3</sup> st. de leña, tal como se muestra en la Tabla 4.

Es necesario destacar, que este estudio considera una muestra de 4.115 hogares (un 17,4% de zonas rurales), de los cuales 365 eran de la VI región.



Consumo de Leña en la VI Región	Penetración	Número de hogares que consumen leña	Consumo promedio por hogar anual (m <sup>3</sup> st)	Consumo total anual (m <sup>3</sup> st)	ENERGÍA LEÑA MÍNIMO		ENERGÍA LEÑA MÁXIMO	
					Promedio por hogar kWh/año	Total anual GWh/año	Promedio por hogar kWh/año	Total anual GWh/año
VI REGIÓN	53,1%	147.251	3,5	520.882	4.993	735,3	6.073	894
TOTAL PAÍS	33,2%	1.721.032	6,8	11.770.675	10.177	17.515	12.890	22.184

**Tabla 4** – Resumen de la tabla del estudio “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”.

#### Costo de producción de un metro de leña seca en la VI región (\$/m<sup>3</sup>)<sup>5</sup>

- Costo materia prima: 12.500 + IVA \$/m<sup>3</sup>.
- Traslado: 12.000 + IVA \$/m<sup>3</sup>.
- Secado: 2.500 + IVA \$/m<sup>3</sup>.

#### Programa Leña más seca

Este Programa tiene como objetivo aumentar la oferta de leña seca en las regiones de O’Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén y se desarrolla en la Región de O’Higgins, desde el año 2016.

Está dirigido a productores y comerciantes de leña con o sin inicio de actividades, que tengan experiencia demostrable en el rubro de la leña y que quieran aumentar su volumen de leña seca o implementar procesos de secado.

El programa ha posibilitado la entrega de tecnología e infraestructura para todo el proceso de producción de leña lo que ha contribuido a la sustentabilidad de la leña y aumentar la oferta de esta. Cabe mencionar que en la versión del año 2016 y del año 2017 hubo beneficiarios de la comuna de Navidad.

<sup>5</sup> Fuente: Proceso de Seguimiento y Muestreo Programa MLS, marzo 2018.



### Consumo estimado de leña – Comuna de Navidad

Como no existen estadísticas a nivel comunal que puedan dar cuenta del nivel de consumo de leña, se busca estimar de la mejor manera este número, con el objetivo de obtener el consumo estimado de leña y utilizar este dato para tomar decisiones a nivel comunal.

La fórmula es la siguiente:

**Consumo Comunal = Nº de viviendas comuna \* % penetración comunal estimada \* Consumo estándar por hogar en la región.**

Donde, el número de viviendas de la comuna de Navidad es obtenido de los datos del Censo 2017 (utilizando la proyección al año 2019 para homogeneizar los datos), el consumo estándar por hogar en la VI región obtenido en base al documento “Medición del consumo de leña y otros energéticos derivados de la madera”. Finalmente, el porcentaje de penetración comunal estimado será calculado en base a, los porcentajes de viviendas rurales y urbanas de la comuna (Censo 2017) y al porcentaje de penetración de la leña en los hogares rurales y urbanos a nivel nacional también en base al documento “Medición del consumo de leña y otros energéticos derivados de la madera”.

Entonces, el porcentaje de penetración comunal estimada de leña será, la suma de las multiplicaciones entre el porcentaje de viviendas rurales de Navidad y el porcentaje de penetración de la leña en viviendas rurales, y el porcentaje de viviendas urbanas de Navidad y el porcentaje de penetración de la leña en viviendas urbanas:

$$\% \text{ penetración comunal estimada} = 0,868^6 * 0,795^7 + 0,132 * 0,269.$$

Lo que entrega un 72,56% de penetración estimada de leña en los hogares de la comuna de Navidad. Por lo tanto, la fórmula para calcular el consumo estimado de leña en la comuna, quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Consumo de leña estimado Comuna de Navidad} = 5.665^8 * 0,7256 * 3,5.$$

Esto nos entrega un consumo estimado de 14.386,83 m<sup>3</sup> st. de leña al año en la comuna.

### Energía total producida en la comuna de Navidad en base a leña

La energía generada por la combustión de leña, depende de factores como el formato de entrega, la especie arbórea (o densidad) y la humedad (Guía práctica para el buen uso de la leña, 2014). Existe la cantidad de leña estimada en volumen, el cual debe ser traspasado a masa (kg), ya que los poderes caloríficos de las distintas especies se encuentran en unidades de masa.

Considerando lo expuesto en el documento “un metro cúbico estéreo de leña, con un porcentaje de humedad inferior al 25% tomado en base seca (la leña de la VI región tiene una humedad

---

<sup>6</sup>Comunas Rurales de Chile.

<sup>7</sup>Medición del consumo de leña y otros energéticos derivados de la madera, 2015.

<sup>8</sup>Estimación en base a archivo “estimaciones-y-proyecciones-2002-2035-comunas”, Proyecciones de población, 2017.



promedio de 22,5%), mediante norma chilena debe pesar en promedio 475 kg. Entonces, la cantidad estimada de leña consumida en la comuna de Navidad es de 7.210.466,75 kg aproximadamente”.

Ahora bien, utilizando el factor de conversión de la Tabla 4 para la VI Región ( $m^3$  st. a GWh, 1,412 para la cota mínima y 1,716 para la cota máxima), se puede concluir que la cantidad estimada de energía generada en base a la leña en la comuna de Navidad es de 20.314,21 MWh/año en su cota mínima y 24.687,81 MWh/año en su cota máxima 7.

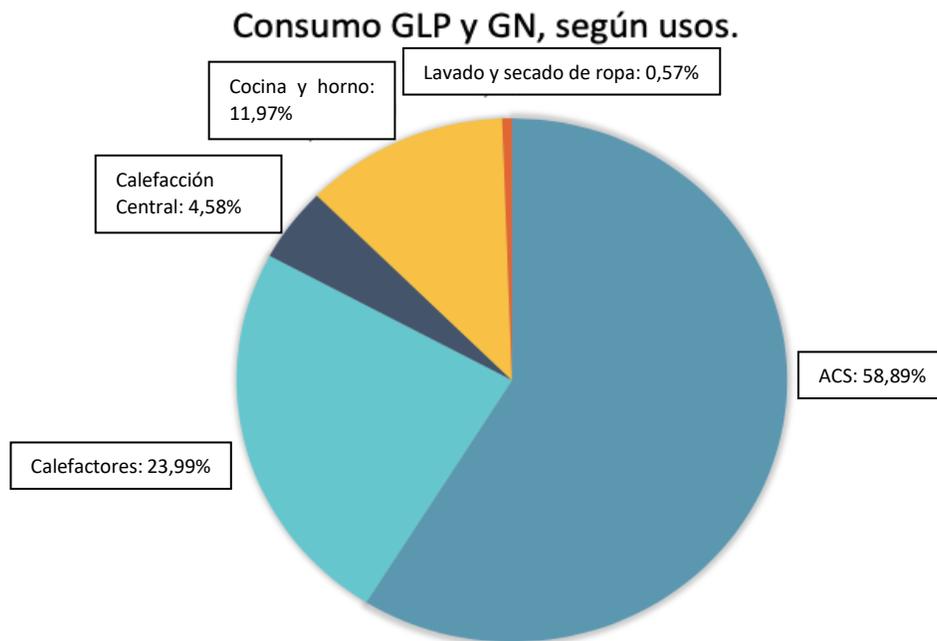
Donde:

- Cota mínima: considerando que la totalidad de la leña fue adquirida mediante  $m^3$  st. trozado, se adquiere en formato no ordenado o granel.
- Cota máxima: considerando que la totalidad de la leña fue adquirida mediante  $m^3$  st. trozado, se adquiere en formato ordenado.

Si se quisiera utilizar solo un número, se podría usar el promedio, lo que resulta **22.501,01 MWh/año** de energía consumida a partir del uso de la leña en la comuna de Navidad.

### 3.5.2 Gas Licuado de Petróleo

Tal como se indica en “Informe final de usos de la energía de los hogares Chile 2018”, el gas constituye en promedio el 31,4% del consumo energético de un hogar en Chile. Si en este mismo estudio se analiza el uso que se le da a estos combustibles, el 58,8% se destina a ACS o Agua Caliente Sanitaria (ducha, tina, loza), y el 23,99% a calefacción.



**Figura 3.11** – Distribución porcentual de uso promedio de GLP y GN en una vivienda en Chile. **Fuente:** Informe final de usos de la energía de los hogares Chile, 2018.



Cabe destacar que a la comuna de Navidad no llegan viaductos de gas natural, por lo que sólo se considerará el GLP.

Producto	Densidad TON/M3	Poder Calórico KCAL/KG
PETRELEO COMBUSTIBLE 6	0,945	10.500
GAS LICUADO	0,550	12.100
GASOLINA AUTOMOVILES	0,730	11.200
KEROSENE	0,810	11.100
DIESEL	0,840	10.900
GAS NATURAL PROCESADO	-	9.341 (**)
LEÑA	-	3.500
CARBON	-	7.000
BIOGAS	-	5.600 (**)
ELECTRICIDAD	-	860 (***)(1)

(\*) Promedio Isla, Continente y Costa Afuera

(\*\*) KCAL/M3

(\*\*\*\*) KCAL/M3

(\*\*\*\*) KCAL/KWH (Equivalente Calórico Teórico Internacional)

(1) Equivalente Calórico práctico para Chile 2.750 KCAL/KWH hasta 1997

(1) Equivalente Calórico práctico para Chile 2.504 KCAL/KWH desde 1998

Figura 3.12 – Densidades y poderes caloríficos utilizados en el Balance Nacional de Energía.

	BEEP	TEP	TCAL	TJOULE	BTU*1000	MWH	KGGLP	M³ GAS NAT.	PIE³ GAS NAT.
BEEP	1,0	1,38E-01	1,39E-03	5,81E-03	5.524,9	1,6	131,1	167,2	5.917,2
TEP	7,2	1,0	1,00E-02	4,18E-02	39.810,2	11,6	944,4	1.204,8	42.637,0
TCAL	720,6	100,0	1,0	4,2	3.981.022,0	1.163,0	94.438,4	120.483,7	4.263.697,6
TJOULE	172,2	23,9	0,2	1,0	952.381,0	278,0	22.571,3	28.796,3	1.019.048,1
BTU*1000	1,80E-04	2,51E-05	2,50E-07	1,05E-06	1,00E+00	2,90E-04	2,37E-02	3,03E-02	1,1
MWH	6,20E-01	8,60E-02	8,60E-04	3,60E-03	3.423,2	1,0	81,2	103,6	3.666,3
KGGLP	7,63E-03	1,06E-03	1,06E-05	4,43E-05	42,2	1,23E-02	1,0	1,3	45,1
M³ GAS NAT.	5,98E-03	8,30E-04	8,30E-06	3,47E-05	33,0	9,65E-03	0,8	1,0	35,4
PIE³ GAS NAT.	1,70E-04	2,35E-05	2,35E-07	9,81E-07	0,9	2,72E-04	2,21E-02	2,83E-02	1,0

Figura 3.13 – Factores de conversión de energía.

Considerando las Figuras 3.12 y 3.13<sup>9</sup>, se puede deducir que 1 kg de GLP equivale a 13,0256 kWh. En el año 2019, los 2 principales proveedores de GLP de la comuna vendieron un total de 272.536 kg, lo que equivale a 3.549,94 MWh, lo cual representa un porcentaje muy bajo de lo que debería ser el consumo comunal según los estimados a nivel nacional.

Según el mismo informe mencionado al comienzo de este punto, el consumo promedio nacional de una vivienda equivale a 8.083 kWh/año de energía final y un 31,4% corresponde al consumo de Gas (GLP<sup>3</sup>+GN). Entonces, si se considera este porcentaje de uso de energía resulta que en promedio se

<sup>9</sup>Capacidades Caloríficas de distintos combustibles y factores de conversión de Unidades.



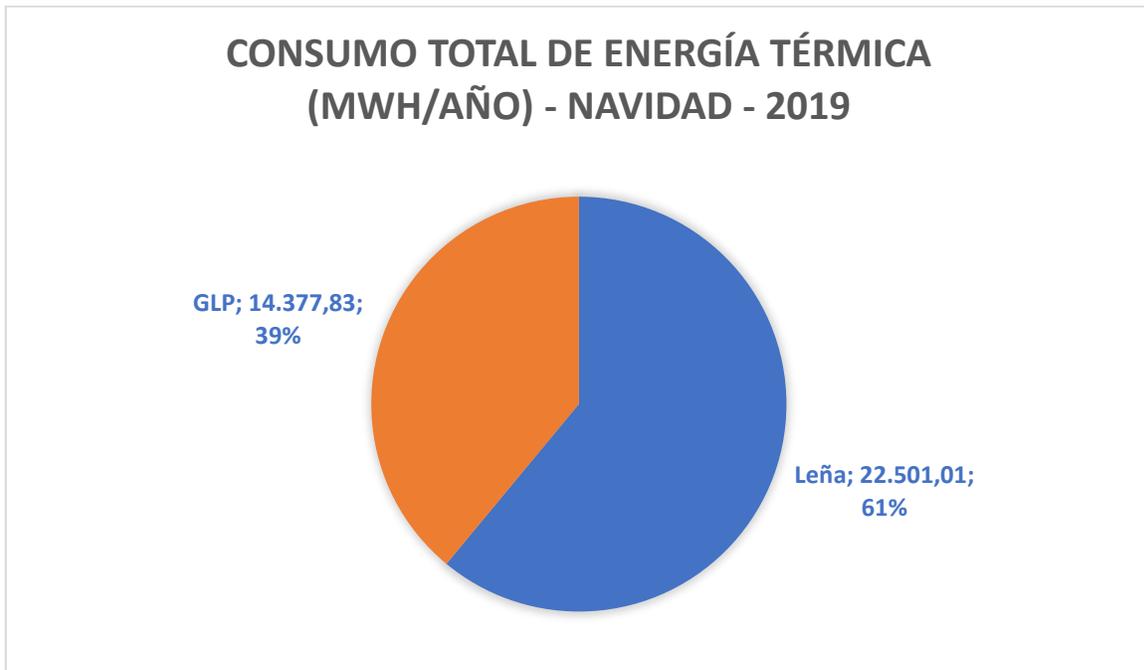
consume 2.538,01 kWh/año de energía proveniente de GLP y GN, y si este número se multiplica por la cantidad de viviendas estimadas a 2019 en la comuna de Navidad resulta lo siguiente:

Consumo energía estimado en GLP = 2.538,01 \* 5665 = 14.377.826,6 kWh.

Esto equivale a **14.377,83 MWh/año** en energía consumida a partir de GLP en la comuna de Navidad al 2019.

### Consumo total de energía térmica

Según las estimaciones realizadas, y sumando el promedio de la energía consumida a partir del uso de la leña (22.501,01 MWh/año) y la energía consumida a partir de GLP (14.377,83 MWh/año), todo para la comuna de Navidad el año 2019, el consumo de energía térmica derivada de la leña y el GLP en la comuna de Navidad al año 2019 es de **36.878,84 MWh/año**.

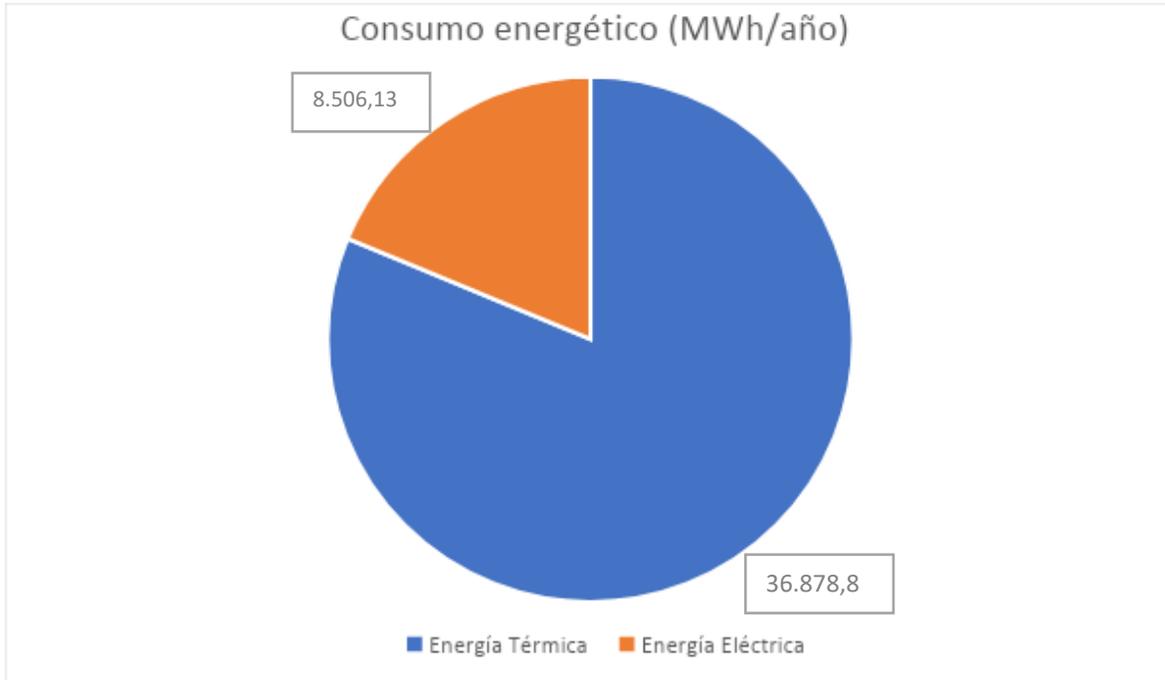


**Figura 3.14** – Consumo total de energía térmica, comuna de Navidad en 2019. **Fuente:** Elaboración propia.



### 3.6 Demanda total de energía

Según las estimaciones realizadas para la demanda de energía térmica (36.878,84 MWh/año) y los datos de la demanda de energía eléctrica en la comuna al año 2019 (8.506,13 MWh/año), se obtiene que la demanda energética total de la comuna de Navidad al año 2019 es de **45.384,97 MWh/año**. Donde la energía térmica representa un 81,26%, y la energía eléctrica un 18,74%.



**Figura 3.15** – Consumo energético total en la comuna de Navidad.

Considerando los datos indicados en el diagnóstico territorial de esta estrategia y los anteriormente descritos en este capítulo se puede obtener los siguientes indicadores:

- Consumo de energía eléctrica por habitante: **1.285,30 kWh/año**.
- Consumo de energía térmica por habitante: **5.572,51 kWh/año**.
- Consumo de energía por habitante: **6.857,81 kWh/año**.
- Consumo de energía eléctrica por vivienda: **1.501,52 kWh/año**.
- Consumo de energía térmica por vivienda: **6.509,95 kWh/año**.
- Consumo de energía por vivienda: **8.011,47 kWh/año**.



### 3.7 Proyección de demanda energética

Utilizando la proyección realizada por el INE para la población de la comuna de Navidad hasta el año 2035 (en base al CENSO 2017), y considerando como supuesto que el aumento poblacional es proporcional al aumento de la demanda energética, se obtienen los resultados que se muestran en la Figura 3.16.



Figura 3.16 – Proyección demanda energética comunal 2019-2035. Fuente: Elaboración propia.

### 3.8 Cálculo de huella de carbono en base a demanda energética

Por otro lado, si la demanda de energía eléctrica comunal se expresa como toneladas de CO<sub>2</sub>, considerando el factor de conversión para el año 2019, que es igual a 0,4056 tCO<sub>2</sub>/MWh y la demanda total de energía eléctrica para la comuna de Navidad en 2019 (8.506,13 MWh/año), se obtiene la huella de carbono comunal a nivel energético para el año 2019 que sería de **3.450,08 tCO<sub>2</sub>**.

Ahora bien, si se hace el cálculo por vivienda y habitantes (considerando que el número de viviendas aumenta en la misma proporción que la población, 5.665 viviendas y 6.618 habitantes para 2019), la huella de carbono por vivienda es de 3,25 tCO<sub>2</sub>, y por habitante es de 2,78 tCO<sub>2</sub>, para el año 2019.



## 4 Desarrollo de Potencial disponible ERNC

En esta sección se muestran los resultados obtenidos al evaluar los potenciales de energías renovables no convencionales de la comuna de Navidad, esto con el objetivo de entregar la información necesaria para que se pueda aprovechar lo más posible la energía de la comuna.

### 4.1 Potencial Energía Eólica

La energía eólica es una energía renovable, que a través de la fuerza del viento genera electricidad, y la forma más frecuente de hacerlo es mediante aerogeneradores, donde sus aspas transforman la energía cinética del viento en energía mecánica. En Chile hasta agosto de 2020, existían 2.247,7 MW de instalaciones de energía eólica, logrando una penetración del 8,7% en el sistema (Generadoras de Chile, 2020).

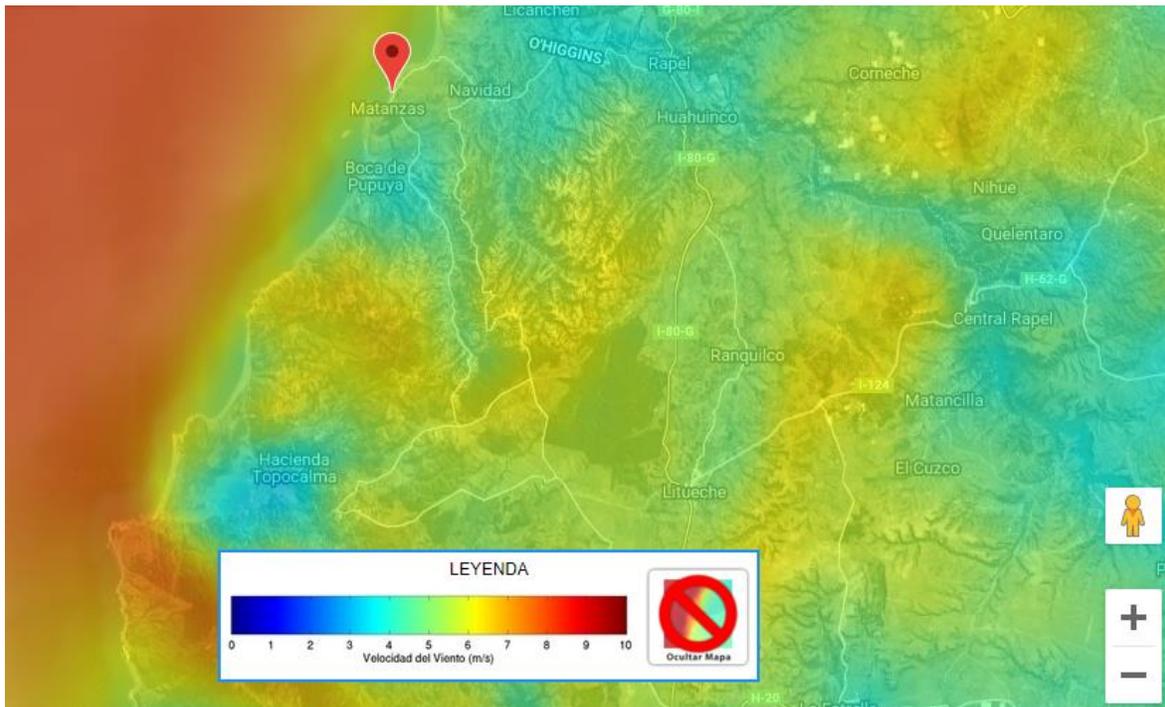
	Eólica (MW)	Total (MW)	Participación energía eólica (%)
SEN	2.242	25.752,4	8,7%
SEA	3,1	56,1	5,6%
SEM	2,6	107,4	2,4%
<b>Total</b>	<b>2.247,7</b>	<b>25.916</b>	<b>8,7%</b>

**Figura 4.1** – Penetración de la energía eólica en el sistema chileno a agosto de 2020. **Fuente:** Generadoras de Chile, consultado en noviembre de 2020.

Para analizar la situación comunal con respecto al potencial de energía eólica disponible se utilizó el Explorador de Energía Eólica de la Universidad de Chile (Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, por encargo del Ministerio de Energía y GIZ)<sup>10</sup>, Esta información, junto a otros criterios, permitirá identificar aquellas zonas que cuentan con un potencial eólico significativo en la comuna de Navidad.

En Navidad, según lo que podemos apreciar en la Figura 4.2, se aprecian zonas de baja velocidad del viento (entre 3 y 4 m/s) y también otras de vientos entre 5 y 7 m/s, a 95 metros de altura.

<sup>10</sup> Realizado a partir de simulaciones numéricas bajo el modelo de WRF (*Weather Research and Forecasting*), donde se simuló el viento durante un año completo (2010) y se validaron los datos en más de 350 sitios a lo largo del país.



**Figura 4.2** – Resumen eólico comuna de Navidad a 95 metros de altura. **Fuente:** Explorador Eólico Universidad de Chile, consultado en noviembre de 2020.

En particular, en las localidades de La Boca, Navidad y Rapel, se aprecian velocidades que no superan los 5 m/s, en cambio en localidades de mayor altura y del sector sur, como Los Mayos y Tumán, las velocidades superan los 6 m/s en promedio.

Otras restricciones territoriales a considerar son las que se mencionan en Energías Renovables En Chile El Potencial Eólico, Solar e Hidroeléctrico de Arica a Chiloé (Santana, 2014), para identificar las zonas con potencial disponible.



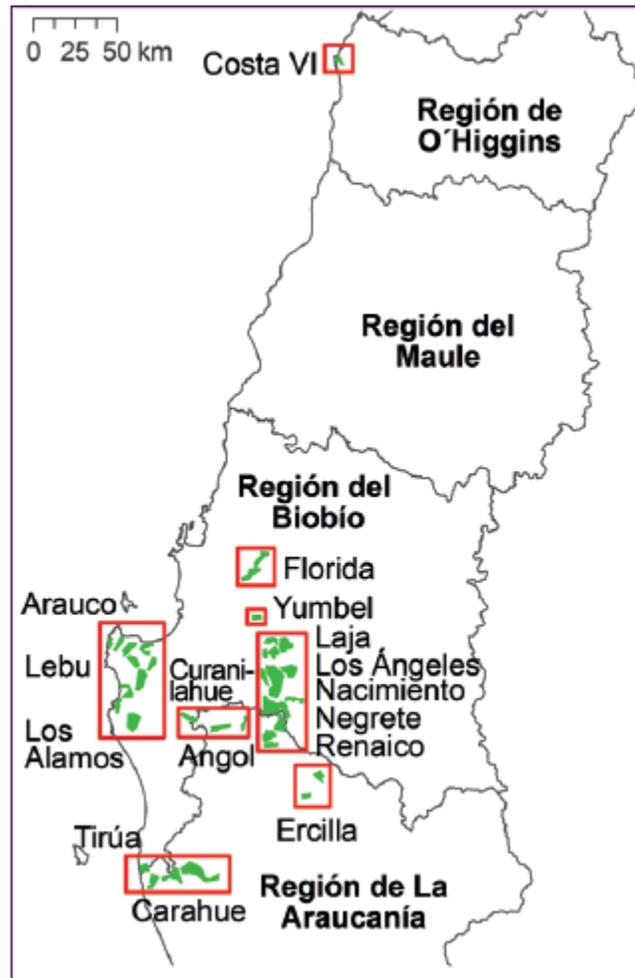
Factores	Restricción considerada	Comentario y/o fuente de información
Factor de planta 2010 para aerogenerador de 3 MW	Inferior a 0,3	Altura de buje 100 m f.p. deducido de modelación y corregido por 0,75
Altitud	> 3.000 msnm para regiones XV a II y 2.000 msnm para el resto	Garantías de proveedores
Pendiente	>15°	Análisis de cartera de proyectos
Distancia a centros urbanos	< 1.000 m	Análisis de cartera de proyectos
Distancia a centros poblados	< 500 m	Análisis de cartera de proyectos
Distancia a ríos y esteros	< 300 m	Criterio conservador
Distancia a cuerpos de agua	< 300 m	Criterio conservador
Zonas protegidas	SNASPE, santuarios de la naturaleza y sitios bajo Convención de Ramsar	Criterio conservador
Línea de costa	< 100 m	Algo superior a zona de protección costera de 80 m (DS 47 de 1992 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo)
Líneas férreas, red vial y sendero de Chile	< 60 m	Análisis de casos de caminos construidos más 35 metros de prohibición de construcción de edificaciones permanentes (Artículo 39, DFL N° 850 del 12/09/97)
Distancia a aerogeneradores de la cartera de proyectos	< 700 m	Análisis de cartera de proyectos

**Figura 4.3** – Restricciones territoriales para proyectos de energía eólica. **Fuente:** Energías Renovables En Chile El Potencial Eólico, Solar e Hidroeléctrico de Arica a Chiloé, 2014.

Según este estudio, en la VI región solo existe un punto que cumple con estas restricciones territoriales, su factor de planta es superior a 0,3, y tiene una capacidad instalable de al menos 50MW, el cual se muestra en la Figura 4.4. Este lugar está ubicado en la comuna de Litueche, al sur de la playa de Puertecillo.

Por otro lado, cabe destacar, que existen Proyectos Eólicos en desarrollo en la VI región tales como:

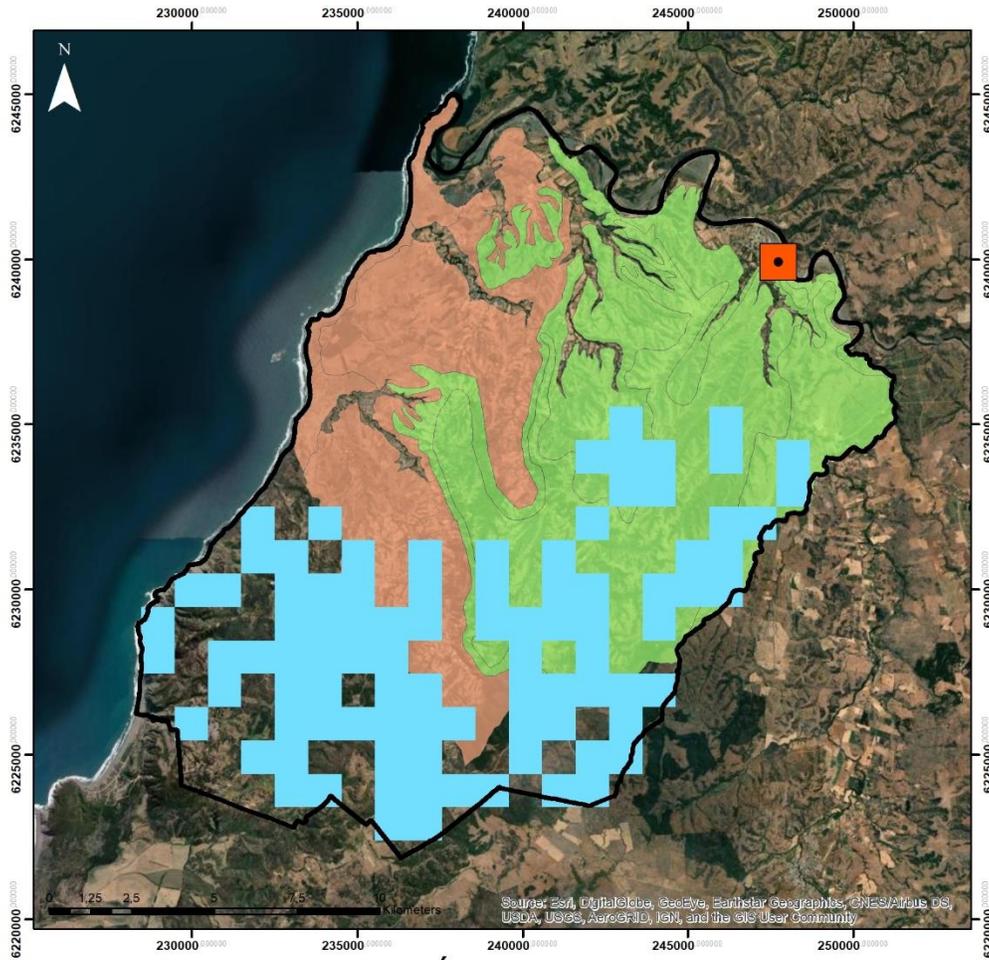
- Parque Eólico La Estrella, que para febrero de 2021 tenía fecha estimada de interconexión, con potencia neta de 50 MW.



**Figura 4.4** – Zonas seleccionadas con capacidad instalable de al menos 50 MW y factor de planta mínimo de 0,3. No incluye la cartera de proyectos. **Fuente:** Energías Renovables En Chile El Potencial Eólico, Solar e Hidroeléctrico de Arica a Chiloé, 2014.

#### 4.1.1 Estimaciones comunales para el Potencial de Energía Eólica

Se calcula el potencial eólico de la comuna de Navidad en base a la información sobre velocidad del viento disponible en el explorador de energía eólica del Ministerio de Energía, el cual entrega mapas rasterizados de velocidad del viento con una resolución espacial de 1 km, lo que si bien, es una baja resolución, permite en conjunto con otras variables, generar una aproximación al potencial eólico de la comuna. Asimismo, se utilizan coberturas vectoriales disponibles en el catastro comunal de información territorial, y que provienen de las fuentes oficiales; estas coberturas son: centros poblados, drenes, curvas de nivel (30 metros), línea de costa. Además, estas capas se cruzan con zonas de valor paleontológico, que también restringen la instalación de plantas eólicas (ver Anexo 4 – Potencial Eólico).



### Potencial Eólico y Áreas de valor Paleontológico

#### Leyenda

Geositos

#### Potencial Eólico

0  
 2  
 3

#### Valor paleontológico

Alto  
 Bajo  
 Medio

Datum: World Geographic System 1984

Proyección: UTM, Zona 19 S

Fuente:

- Catastro Comunal Municipal

Elaborado por: Cecilia Ramírez Jeria

Secretaría Comunal de Planificación

Municipalidad de Navidad

Mayo, 2021



Figura 4.5 – Mapa con áreas potenciales de 1 km<sup>2</sup> en cuanto a la energía eólica.

Con los datos mostrados en la figura 4.5 y el Anexo 4 – Potencial Eólico, nos resultan 46 áreas de 1 km<sup>2</sup> con alto potencial eólico que no se encuentran en las zonas de valor paleontológico, y si consideramos que se pueden instalar 20 aerogeneradores por km<sup>2</sup> (Fuente: EolicCat, la Asociación Eólica de Catalunya, consultado en marzo de 2021), esto entrega una cantidad de 920 aerogeneradores. Para el cálculo, se consideran aerogeneradores en el punto ubicado en las coordenadas 34° 2' 31,56" sur, 71° 52' 21,72" oeste, siendo este, de los puntos ubicados en las zonas



potenciales. Los parámetros utilizados en el explorador eólico del Ministerio de Energía serán los siguientes:

- Modelo de viento: WRF 2010.
- Modelo aerogenerador: Bergey XL.1
- Coordenadas: antes mencionadas.
- Altura: 313 msnm.
- Velocidad promedio: 6,3 m/s.
- Factor de pérdida: 0,17.
- Potencial nominal: 1 kW.
- Factor de planta: 32%.
- Altura de los datos: 10 metros.
- Diámetro Rotor: 2,5 metros.

Los resultados para un aerogenerador son:

Generación diaria: **7,69 kWh.**

Generación anual: **2.806 MWh.**

Y ahora, si asumimos que los 920 aerogeneradores generarán la misma cantidad de energía anual, y además evaluamos los porcentajes de penetración de estas iniciativas, los resultados son los siguientes:

Porcentaje de penetración	Potencial de generación anual comunal
10% (más realista)	258,15 MWh/año
25%	645,38 MWh/año
50%	1.290,76 MWh/año

**Tabla 5** – Porcentaje de penetración potencial eólico comuna de Navidad. **Fuente:** Elaboración propia.

**El Potencial eólico comuna de Navidad en su escenario más realista es de 258.152 kWh/año.**

Tal como se observa en la figura 4.5, las áreas con mayor potencial eólico coinciden con las áreas con mayores valores en la variable de velocidad de viento y también con las áreas más elevadas de la comuna. Sin embargo, es una zona de quebradas, donde es muy difícil encontrar pendientes menores a 15°, como es posible observar en los mapas anteriores, es por esto que se recomienda seguir trabajando en estudios de prefactibilidad para poder implementar micro aerogeneradores en viviendas o construcciones de la comuna, ya que existen las condiciones para implementar soluciones eólicas, pero no a gran escala. Este es el motivo por el cual se utilizó en la estimación un modelo de aerogenerador con diámetro de rotor de 2,5 metros.

## 4.2 Potencial de biomasa

La Comuna de Navidad posee una fragmentación del paisaje en términos forestales, se observan en las laderas remanentes de bosque nativo del tipo forestal esclerófilo, otros parches donde predominan las plantaciones forestales de pino y eucalipto y en las zonas más planas o de



pendientes moderadas actividades agrícolas y pecuarias (información más detallada en el Anexo 5 – Potencial Biomasa).

**Datos de plantaciones de árboles, fuente Sistema de información territorial, SIT, CONAF, 2019 para la Comuna de Navidad.**

Plantación adulta	4.603,5 ha
Joven o recién cosechada	1.554,1 ha
Plantación con exóticas	159,5 ha
<b>Total plantaciones</b>	<b>6.317,0 ha</b>

**Tabla 6** – Plantaciones comuna de Navidad. **Fuente:** Elaboración propia.

**Bosque Nativo**

Bosque nativo adulto	0 ha
Renoval denso	550,7 ha
Renoval semidenso	2.552,2 ha
Renoval abierto	9.018,7 ha
<b>Total bosque nativo renoval</b>	<b>12.121,7 ha<sup>11</sup></b>

**Tabla 7** – Plantaciones nativas comuna de Navidad. **Fuente:** Elaboración propia.

La vegetación más común en la zona de clima mediterráneo del centro del país es la de matorrales y bosques esclerófilo, destacando arbustos y árboles esclerófilos. Esta vegetación, ubicada dentro de los ecosistemas mediterráneos, se extiende por las laderas desde la Cordillera de Los Andes, hasta la de la Costa. Además, están presentes en la zona con mayor presión antrópica, de hecho, la zona mediterránea es donde se concentra el mayor porcentaje de población del país. Se pueden reconocer distintas especies como: boldo, quillay, peumo, litre, bollén, espino entre otros.

De acuerdo con los datos obtenidos del Inventario forestal de Bosque Nativo, tendríamos 3.427 ha de Eucaliptus globulus, pero por rendimiento financiero, se recomienda cortar cuanto tienen entre 10 y 13 años (Manual técnico de selvicultura del Eucalipto), por lo que se asumirá que solo un 10% del total tendrá dicha edad, por lo que se utilizará un área de 342,7 ha. Para eucalipto se considerará un rendimiento supuesto de 30 metros ruma (MR), lo densidad de plantación se considerará de 1.250 individuos por ha. Estas cifras son aproximadas, ya que el MR es un formato para pulpa y se considera sólido sin corteza a diferencia de la leña, que incluye todo. Un MR son alrededor de 2,44 m<sup>3</sup> con corteza, esto quiere decir que por ha, tendríamos alrededor de 73,2 m<sup>3</sup> aproximadamente esto con un 25% de humedad, al aplicar técnicas de secado al aire libre por 6 meses, además sabiendo que la capacidad calorífica es de 1,18 gcal/m<sup>3</sup> (Fuente: Cálculo realizado por profesionales de CONAF y SEREMI Energía VI región como aporte a la EEL de la Comuna de Navidad, pueden encontrar las referencias en la última sección).

**El potencial de biomasa para energía sería de:**

<sup>11</sup> Estas 12.121,7 ha correspondientes a bosque nativo son del tipo forestal esclerófilo en un 100%.



$1,18 \times 73,2 \times 342,7 = 29.601,06$  gigacal

Esto equivale a: 34.402,94 MWh

Considerando distintos porcentajes de penetración con respecto a esta medida, resulta la tabla 8.

Porcentaje de penetración	Potencial de generación anual comunal
10% (más realista)	3.440,29 MWh/año
25%	8.600,74 MWh/año
50%	17.201,47 MWh/año

**Tabla 8** – Porcentaje de penetración potencial biomasa – leña, comuna de Navidad. **Fuente:** Elaboración propia.

Entonces, considerando la situación más realista, el potencial de biomasa con leña sería de: **3.440,29 MWh/año.**

El factor rendimiento debe ser una de las principales razones por las cuales la leña de pino es tan poco común: los pinos tienden a arder muy rápido y usualmente se utilizan sólo para astillas que inicien fuego. (Análisis técnico económico de la instalación de una planta de secado de madera tesis para optar al título de ingeniero civil químico, 2012).

El potencial de biomasa se considerará solo sobre la base de madera de eucaliptus para leña, ya que tiene mayor poder calorífico por densidad y dureza y es la que las personas prefieren usar. Tal cual se indica anteriormente, la madera de pino no es muy utilizada para leña sino más bien para madera dimensionada, muy utilizada en construcción, embalajes, tableros entre otros por lo tanto las plantaciones presentes en la comuna no serán utilizadas en el potencial de biomasa forestal.

Finalmente, se debe considerar que el cálculo de este potencial fue realizado bajo el supuesto de que se contará con la voluntad de los(as) dueños(as) de los predios donde están emplazados los bosques de eucaliptus considerados.

### 4.3 Potencial de Biogás

En la Comuna de Navidad se encuentran los siguientes tipos de ganado: Ovinos, vacunos, equinos y caprinos.

#### Antecedentes de ganado de la Comuna

OVINOS	BOVINOS	EQUINOS	CAPRINOS	TOTAL
4.660	651	273	941	<b>6.525</b>

**Tabla 9** – Antecedentes de ganado, comuna de Navidad. **Fuente:** PRODESAL Navidad, marzo 2021.

Las cantidades son acotadas y obedecen a la producción para el consumo de las familias y para la venta de excedentes, donde los ovinos son los de mayor número en la comuna.

Es importante recordar que debido a la sequía persistente en la comuna al igual que gran parte de Chile Central estos números han ido descendiendo, debido a que al no haber lluvia suficiente y no generar praderas y pastos los/las agricultores/as han debido optar por disminuir su masa ganadera



y en casos extremos, venderlas en su totalidad. Por lo anterior la opción de producir biogás en la comuna con los datos actuales no es viable.

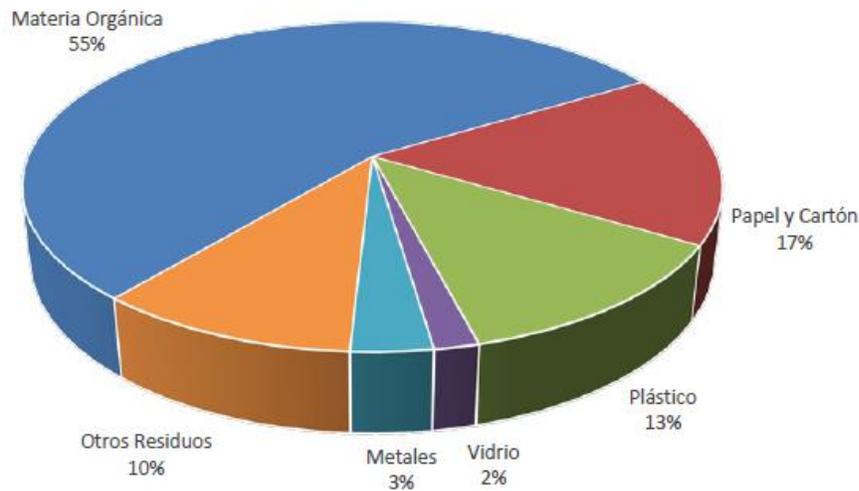
La actividad agropecuaria y el manejo adecuado de residuos rurales pueden contribuir significativamente a la producción y conversión de residuos animales y vegetales (biomasa) en distintas formas de energía. Durante la digestión anaeróbica de la biomasa, mediante una serie de reacciones bioquímicas, se genera el biogás, el cual, está constituido principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Este biogás puede ser capturado y usado como combustible y/o electricidad. De esta forma, la digestión anaeróbica, como método de tratamiento de residuos, permite disminuir la cantidad de materia orgánica contaminante, estabilizándola (bio abonos) y al mismo tiempo, producir energía gaseosa (biogás), (Manual de Biogás, MINENERGIA, PNUD, FAO, GEF, 2011).

Una vaca produce 30 a 70 kg de estiércol por día. Una planta de Biogás será económicamente viable para las explotaciones con al menos 300-400 cabezas de vacas. Una tonelada de estiércol de bovino produce 60  $\text{m}^3$  de biogás. Una tonelada de estiércol de cerdo produce 65  $\text{m}^3$  de biogás. Tal como se observa en la Tabla 9 el total de bovinos es de 651, las cuales están distribuidas en muchas familias por lo que es prácticamente imposible que se acumule el estiércol de 400 cabezas de vacas.

#### 4.3.1 Biogás a partir de residuos sólidos domiciliarios

Se consideró la digestión anaeróbica como forma de producir biogás en un biodigestor, donde, la presencia de microorganismos metanogénicos, que actúan como enzimas respiratorias, junto con las bacterias no metanogénicas, constituyen una cadena alimentaria que guarda relación con las cadenas enzimáticas de células aeróbicas. Así es como, los residuos orgánicos se transforman completamente en biogás, el cual es, una mezcla de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ) con traza de otros elementos.

Según el Catastro Regional Residuos Sólidos Domiciliarios, 2018, la composición de los residuos de la comuna de Navidad es la que se muestra en la figura 4.6.



**Figura 4.6** – Composición de los residuos sólidos domiciliarios de la comuna de Navidad. **Fuente:** Catastro Regional Residuos Sólidos Domiciliarios, 2018.

En 2019, se trasladaron 4.608,46 toneladas de residuos sólidos domiciliarios desde Navidad al relleno sanitario Las Quilas, Pichilemu (según declaración SINADER de la Municipalidad de Navidad), entonces la cantidad de residuos orgánicos serían 2.534,65 toneladas. Ahora bien, el Manual del Biogás (Ministerio de Energía, 2011) nos entrega un listado de residuos orgánicos y su relación entre las toneladas de residuos y los metros cúbicos de biogás. Como supuesto, se utilizará el promedio de esta conversión ( $497,1 \text{ m}^3/\text{ton}$ ), el detalle de los residuos está en la figura 4.7.

Residuos	Cantidad residuo Ton/ha	Relación C/N	Volumen de biogás	
			$\text{m}^3/\text{Ton}$	$\text{m}^3/\text{ha}$
<b>Cereales (paja)</b>				
Trigo	3.3	123:1	367	1200
Maíz	6.4	45:1	514	3300
Cebada	3.6	95:1	388	1400
Arroz	4.0	58:1	352	1400
<b>Tubérculo (hojas)</b>				
Papas	10.0	20:1	606	6000
Betarragas	12.0	23:1	501	6000
<b>Leguminosas (paja)</b>				
Porotos	3.2	38:1	518	1650
Habas	4.0	29:1	608	1400
<b>Hortalizas (hojas)</b>				
Tomate	5.5	12:1	603	3300
Cebolla	7.0	15:1	514	3600

Fuente: Varnero y Arellano, 1991.

**Figura 4.7** – Cantidad de biogás por tonelada de residuo orgánico. **Fuente:** Manual del Biogás (Ministerio de Energía, 2011).



Dado lo anterior, la cantidad de metros cúbicos de biogás producidos por la materia orgánica de la comuna es de 1.259.974,52 y según mismo manual, la capacidad calorífica del biogás esta entre 6 y 6,5 kWh/m<sup>3</sup>, dependiendo de la composición de metano de la materia orgánica. En el caso de la comuna de Navidad, no se cuenta con información de los componentes en la materia orgánica, por lo que se asumirá una capacidad de 6,25 kWh/m<sup>3</sup>.

Entonces, tal como se ha realizado anteriormente, se presenta una tabla con el porcentaje de penetración.

Porcentaje de penetración	Potencial de generación anual comunal
10% (más realista)	787,48 MWh/año
25%	1.968,71 MWh/año
50%	3.937,42 MWh/año

**Tabla 10** – Porcentaje de penetración potencial biomasa – biogás, comuna de Navidad. **Fuente:** Elaboración propia.

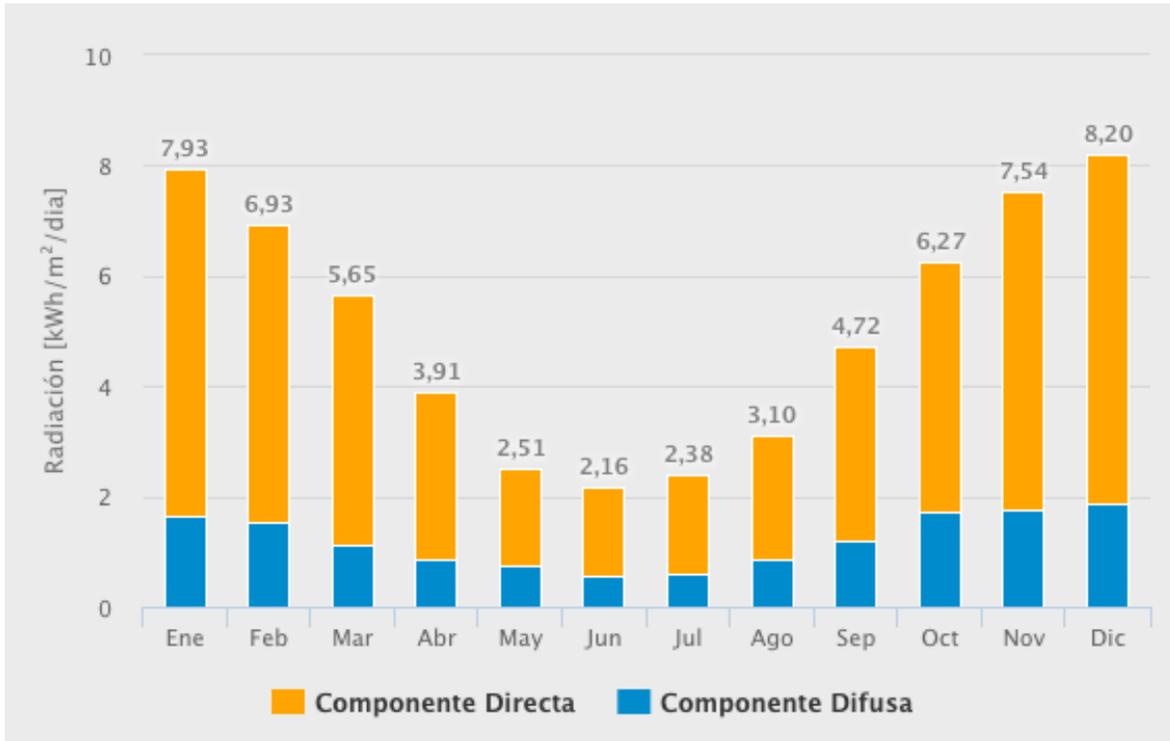
Con esto, podemos concluir que el potencial estimado de biogás en la comuna de Navidad es de **787,48 MWh/año**.

#### 4.4 Potencial solar

En esta sección, se estimará el potencial solar de la comuna de Navidad en 3 partes (desde lo más general a lo particular): Potencial teórico, Potencial Ecológico y Técnico, y Potencial Disponible.

##### 4.4.1 Potencial teórico

En esta sección se muestra el análisis del potencial solar de la comuna de Navidad, donde se comenzó por levantar información sobre la radiación global horizontal en un punto y esa misma extrapolar al área total de la comuna. En la figura 4.8 se muestra la Radiación de un punto específico de la comuna (Latitud: -33,9552°; Longitud: -71,8295°), el cual fue utilizado para estimar la radiación total de la comuna, bajo el supuesto que toda la comuna presenta la misma radiación (se analizó más de 20 puntos inicialmente y los datos eran similares con una variación menor al 4%). Este punto fue utilizado para todos los potenciales solares de la sección 4.4.



**Figura 4.8** – Radiación Global Horizontal comuna de Navidad. **Fuente:** Explorador Solar Universidad de Chile, consultado en junio de 2021.

Se puede ver que la mayor radiación promedio se da en diciembre (8,20 kWh/m²/día), siendo muy similar a enero, y por otro lado las más bajas se concentran entre mayo y julio.

<b>RADIACIÓN ANUAL</b>			
<b>Global Horizontal</b> (kWh/m²/día)	<b>Global Inclinado 33°</b> (kWh/m²/día)	<b>Directa Normal</b> (kWh/m²/día)	<b>Difusa Horizontal</b> (kWh/m²/día)
<b>5,11</b>	<b>5,59</b>	<b>6,53</b>	<b>1,21</b>

**Figura 4.9** – Radiación Global Horizontal comuna de Navidad. **Fuente:** Explorador Solar Universidad de Chile, consultado en junio de 2021.

Se utiliza el explorador solar para calcular la generación estimada de la comuna, considerando el área total comunal de 30.244,8 ha, lo cual nos da un total de 190,19 GW/día, y **69.419,52 GWh** anual (Explorador Solar Universidad de Chile, consultado en junio de 2021).



#### 4.4.2 Potencial Ecológico

En este apartado se realiza el cálculo del área disponible de acuerdo a ciertas variables ecológicas, para la generación de energía eléctrica a partir de la implementación de tecnologías fotovoltaicas.

De acuerdo a los datos recopilados de la comuna de Navidad en el Sistema de información territorial (SIT), consultada en marzo de 2021, se obtiene la figura 4.10.

Áreas Urbanas e Industriales	280,6 ha
Terrenos Agrícolas	6.540,0 ha
Praderas y Matorrales	4.382,1 ha
Bosques	18.438,7 ha
Humedales	53,4 ha
Áreas sin Vegetación	327,1 ha
Nieves y Glaciares	0,0 ha
Cuerpos de Agua	223,0 ha
Áreas No Reconocidas	0,0 ha

**Figura 4.10** – Generación fotovoltaica teórica comuna de Navidad.  
**Fuente:** Explorador Solar Universidad de Chile, consultado en noviembre de 2020.

Entonces de la superficie total comunal restaremos los bosques, humedales y cuerpos de agua, lo cual da como resultado 11.529,7 ha disponibles, y para calcular el potencial ecológico supondremos que un 10% de esta superficie puede ser utilizada para instalar esta tecnología, lo que resulta **1.152,97 ha**.

Con esta cifra se estudiará la posibilidad de implementar tecnologías de generación fotovoltaica en el total del territorio calculado. Cabe destacar que existen zonas que no son aptas para implementar tecnologías de generación de energía con paneles fotovoltaicos como, por ejemplo, laderas sur, quebradas, entre otras que nos fueron consideradas en este estudio por falta de datos.

Del análisis de la localización se muestra a continuación el potencial que existe para la generación en zonas que no tienen vegetación, utilizando el Explorador Solar con los datos mostrados en la figura 4.11 y la figura 4.12.



**SELECCIONE TIPO DE PANEL FOTOVOLTAICO**

Monofacial Modelo Básico  
 Monofacial Modelo Avanzado  
 Bifacial Modelo

**CARACTERÍSTICAS DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO**

Capacidad Instalada **1844752** kW **ESTIMAR CAPACIDAD**

Coefficiente de Temperatura del panel (%/°C) **-0,45**

Área Total Disponible (m<sup>2</sup>) **1152970** (m<sup>2</sup>)

Fracción del área ocupada por paneles (%) **100** (%)

Eficiencia Nominal del Panel (%) **16** (%)

**Figura 4.11**– Datos utilizados para Potencial Ecológico. **Fuente:** Explorador Solar Universidad de Chile, consultado en noviembre de 2020.

**CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

Tipo de arreglo **Fijo Inclinado**

Tipo de Montaje **Estructura Aislada**

Inclinación (°) **33**

Azimut (°) **0** **OPTIMIZAR ÁNGULOS**

**PÉRDIDAS**

Capacidad del Inversor (kW) **1844752**

Eficiencia del Inversor (%) **96**

Factor de Pérdidas del sistema fotovoltaico (%) **14**

**Figura 4.12**– Datos utilizados para Potencial Ecológico – Parte 2. **Fuente:** Explorador Solar Universidad de Chile, consultado en noviembre de 2020.

Utilizando el explorador solar, y el área disponible recién calculada de 1.152,97 ha, resulta una generación estimada de 7.250,3 MWh por día y **2.646,36 GWh** anual (Explorador Solar Universidad de Chile, consultado en junio de 2021), como potencial solar ecológico.



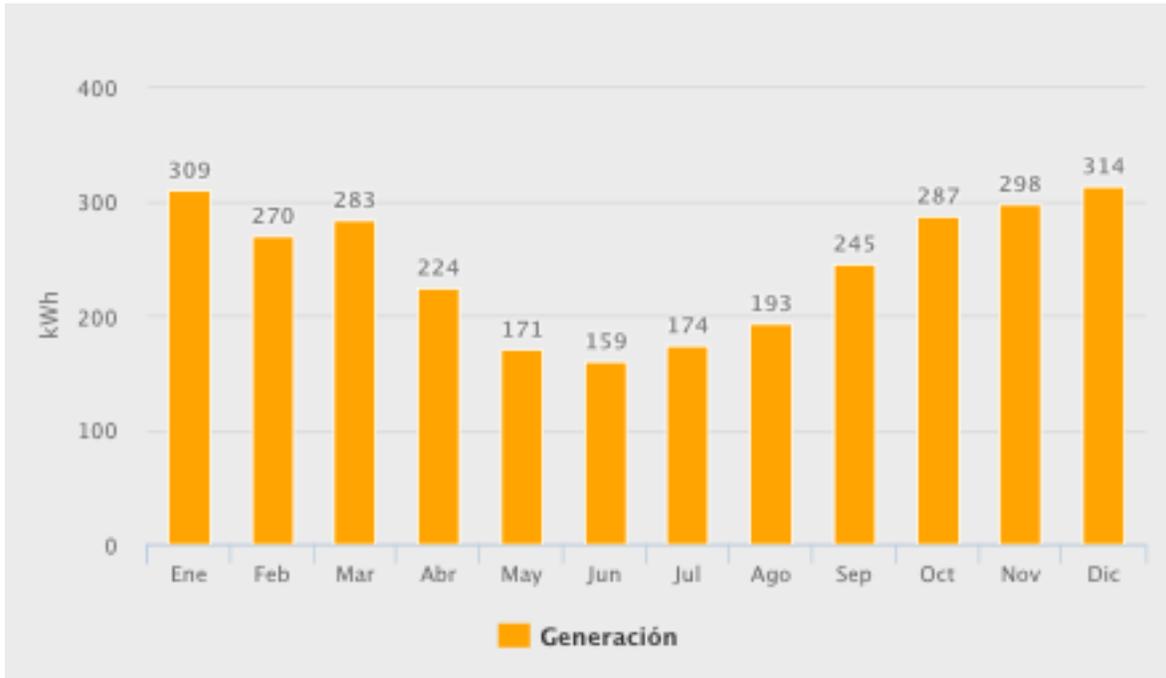
#### 4.4.3 Potencial solar fotovoltaico disponible

La energía solar presenta una buena alternativa desde la perspectiva de la generación distribuida, en especial desde la promulgación de la Ley 20.571 (*Netbilling*) en septiembre de 2014 (BCN, 2014). Desde la ley, la energía fotovoltaica se ha mantenido en un crecimiento sostenido en proyectos de generación distribuida.

Para el desarrollo de la estimación de potencial solar fotovoltaico, consideraremos la instalación en viviendas de la comuna, de una planta generadora de las características mencionadas en la figura 4.13, con capacidad instalada de 2 kW y un generador de esta potencia nominal corresponde al uso de un área de 12,5 m<sup>2</sup>, sobre la techumbre de una vivienda. En la figura 4.14 se muestra la generación mensual del sistema solar fotovoltaico de la vivienda.



**Figura 4.13** – Generación diaria y anual de una vivienda en la comuna de Navidad. Fuente: Explorador Solar.



**Figura 4.14** – Generación mensual estimada por vivienda.  
**Fuente:** Explorador Solar Universidad de Chile, consultado en noviembre de 2020.

Las restricciones respecto a la factibilidad de conexión de sistemas EG (Equipo Generador) a las líneas de la red de distribución, se encuentran disponibles en el documento: “Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión”. Esto se asocia al Decreto 71/2014 del Ministerio de Energía, que corresponde al reglamento de la Ley *Net Billing* – 20.571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales.

La decisión de considerar como potencia nominal 2,0 kW, se basa en la experiencia del equipo desarrollador de la presente estrategia. Se considera que la potencia seleccionada es generalmente aceptada en los trámites relacionados con el proceso de conexión ante la SEC. En este, se realiza la consulta formal a la empresa de distribución eléctrica respecto a la máxima potencia admisible de instalar y conectar en el punto de repercusión correspondiente al empalme del propietario del sistema. Además, se toma como referencia el programa “Casa Solar”, en el cual se instalan equipos de generación de la capacidad considerada para el cálculo. Con los factores mencionados anteriormente, se obtiene la producción anual de energía por vivienda.

En la comuna de Navidad hay 5.665 viviendas (proyección del Censo 2017 al año 2019), y según el mismo documento, respecto al Índice de Materialidad (IM) de las viviendas de la comuna de Navidad, el 70% es considerado aceptable, lo cual nos deja un total de 3.965,5 viviendas.

Se utiliza la siguiente fórmula para el cálculo del potencial de generación comunal asociada a la generación distribuida en viviendas.

$$E_{comunal} = E_{vivienda} \cdot N_{vivienda}$$



Entonces, utilizando la generación por vivienda de la figura 4.13 (3.031 kWh/año), y las 3.965,5 viviendas con materialidad aceptable, nos da como resultado 12.019, 43 MWh/año en la comuna de Navidad.

Para calcular el Potencial Solar Disponible, consideraremos que, por distintos motivos, solo un porcentaje de las viviendas con materialidad aceptable podrá acceder a estos sistemas, estos distintos escenarios se muestran en la tabla 11.

Porcentaje de penetración	Potencial de generación anual comunal
10% (más realista)	1.201,94 MWh/año
25%	3.004,86 MWh/año
50%	6.009,72 MWh/año

**Tabla 11** – Escenarios del potencial solar fotovoltaico según porcentajes de penetración. **Fuente:** Elaboración propia.

Se concluye que el potencial solar fotovoltaico estimado en la comuna de Navidad es de **1.201,94 MWh/año**.

#### 4.4.4 Potencial Solar Térmico disponible

Utilizando el mismo punto geográfico de referencia que para el potencial solar fotovoltaico, y considerando que son la misma cantidad de viviendas y sus características, se realizó el cálculo para el potencial solar térmico en la comuna de Navidad. Se utilizó el promedio de habitantes por vivienda de la comuna de 2,6 personas (Censo 2017), una superficie cubierta de 2,7 m<sup>2</sup> por los colectores y una capacidad de almacenamiento de 120 litros. Esto dio como resultado de generación anual por vivienda de 1.119,3 kWh. En la tabla 12 se presentarán distintos escenarios de acuerdo al porcentaje de penetración de estas medidas con respecto a las viviendas con materialidad aceptable o superior (3.965,5 viviendas).

Porcentaje de penetración	Potencial de generación anual comunal
10% (más realista)	443,86 MWh/año
25%	1.109,65 MWh/año
50%	2.219,29 MWh/año

**Tabla 12** – Escenarios del potencial solar térmico según porcentajes de penetración. **Fuente:** Elaboración propia.

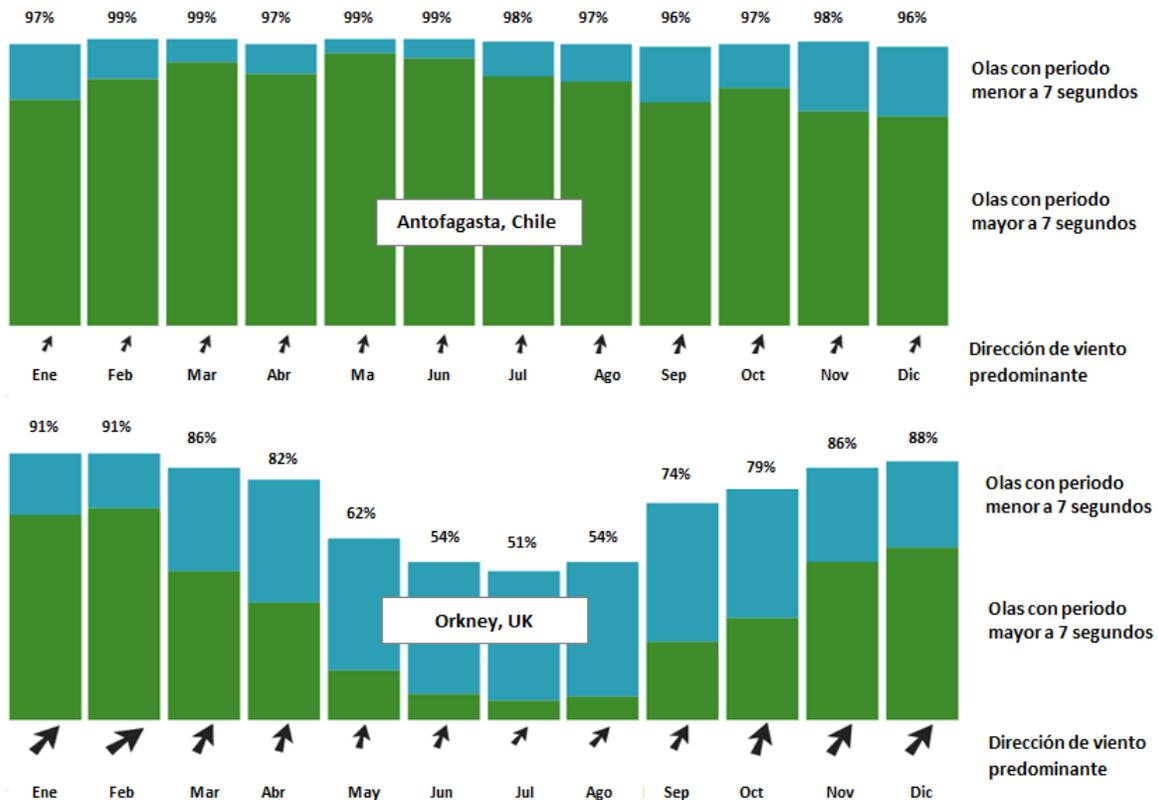
Se concluye que el potencial solar térmico de la comuna de Navidad es de **443,86 MWh/año**.



## 4.5 Potencial Undimotriz

Según un estudio realizado por la embajada del Reino Unido, “Recomendaciones para la Estrategia de Energía Marina de Chile: un plan de acción para su desarrollo” (2014), la energía undimotriz es el recurso renovable más importante de Chile. Se estima que el potencial teórico bruto es de 240 GW y la actividad del oleaje es lo suficientemente intensa como para producir energía en toda la costa del Pacífico (*Wave energy map in intermediate and shallow water depth in Chile based on a 30 year long validated 2D spectral hindcast of the Pacific Ocean*, Baird & Associates S.A., 2012).

Los niveles de energía promedio en el país varían entre 20 kW/m en el norte de Chile a 50 kW/m en Los Lagos y los factores de planta para proyectos de energía undimotriz en Chile se encuentran entre los más altos en el mundo (50%), debido a la alta consistencia de las olas (Evaluation of the Potential of Wave Energy in Chile, 2008). Por otro lado, existe una alta consistencia en el oleaje de las costas de Chile, ver figura 4.15 para un ejemplo de comparación entre una ciudad de Chile y Reino Unido.



**Figura 4.15** - Comparativo de consistencia de marejada entre Antofagasta, Chile (arriba) y Orkney, Reino Unido (abajo).  
**Fuente:** Recomendaciones para la Estrategia de Energía Marina de Chile: un plan de acción para su desarrollo.

A nivel regional, este mismo documento recomienda lo siguiente: “Los Gobiernos Regionales de Valparaíso y O'Higgins podrían encargar una evaluación detallada del potencial energético-marino de estas regiones, con el fin de identificar y reservar los emplazamientos más prometedores, conjuntamente con las Comisiones Regionales de Uso de Borde Costero (CRUBC) y otros actores”,



lo cual da pie para poder desarrollar estudios de prefactibilidad con respecto a esta fuente de energía, sobre todo para potenciar a las comunidades costeras y caletas de pescadores, en las cuales la energía undimotriz podría ser usada localmente, teniendo un triple impacto (social-ambiental-económico), importante a nivel comunal. Finalmente, se indica que en la zona central (donde está incluida la VI región), se estima un nivel de energía del recurso undimotriz de entre 36 y 41 kW/m (esto es el potencial de energía por frente de una ola), a una distancia considerable desde la costa (más de 10 km).

#### 4.5.1 Situación comunal

Según el explorador de energía marina, y con respecto al punto de referencia utilizado a una distancia de aproximadamente 2,75 km de la costa (Latitud: 33.94 S, Longitud: 71.89 O) se puede observar que la altura media de las olas frente a la costa de la comuna de Navidad (H), es de 0,9758 metros (promedio de todos los meses), siendo 1,08 metros el valor medio de altura significativa máximo alcanzado. Por otro lado, la media aritmética de los periodos de oleaje (T) es de 10,53 segundos, considerando un promedio de todos los meses. Para calcular la potencia, se utiliza la siguiente formula:

$$P = 0,5TH^2$$

Donde:

P: es la potencia en kW/m<sup>2</sup>.

T: es la media aritmética de los periodos del oleaje.

H: es la media aritmética del tercio de olas más altas de un conjunto de olas.

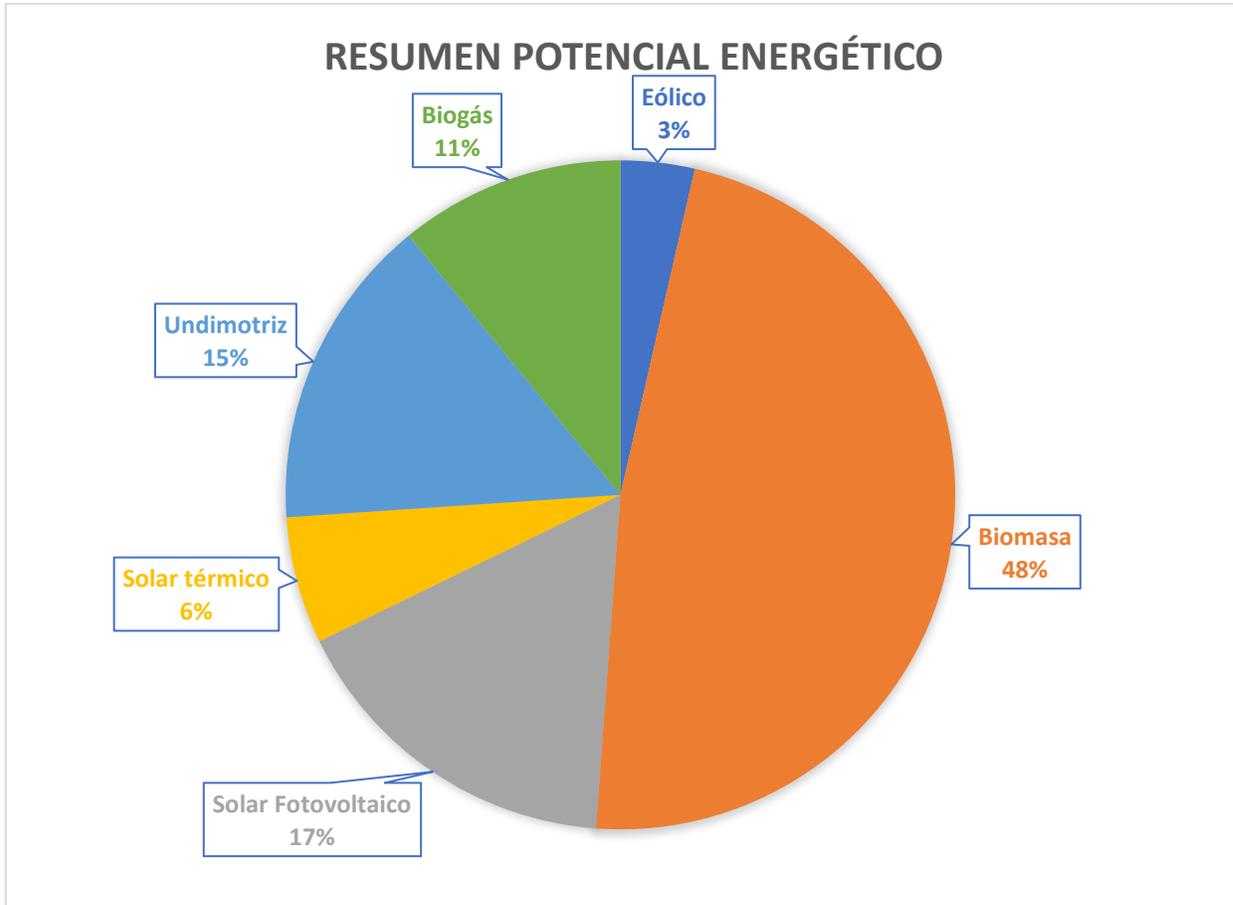
De esta forma se obtuvo que, a una altura media de 0,82 m, la comuna de Navidad tiene una potencia undimotriz de 5,01 kW/m de energía. Se debe considerar, que el recurso mínimo de energía undimotriz para generar electricidad es de 5 kW/m (T. Denniss. "Comparing the variability of wind speed and wave height data," *Energetech Australia*. 2005), por lo que, a esta distancia de la costa, sería a la mínima distancia que podría estar, ya que la generación va aumentando a medida que se aleja de la misma.

Cabe mencionar, que el emplazamiento de la industria undimotriz dependerá de la presencia de áreas marinas protegidas, concesiones marinas, zonas de pesca artesanal, y estará sujeto a estudios de factibilidad técnica-económica que sustente su construcción e implementación. En el caso de la comuna de Navidad, cuenta con 25 km de costa, de lo cual se considera solo una distancia de 250 metros (1%) teniendo en cuenta que es una tecnología muy poco aplicada en Chile. Entonces el potencial undimotriz para esta zona sería de 1.252,5 kW. Se tomará en cuenta el supuesto encontrado en el Curso de Geografía del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Chile, donde se indica que en un 10% del tiempo las olas son de entre 2,5 y 4 metros, por lo que se considerará este porcentaje del año en horas de generación de energía considerable (876 horas al año). Esto entrega como resultado 1.097,19 MWh/año.



#### 4.6 Resumen Potenciales energéticos

Tal como se mencionó en las secciones anteriores, se calcularon los potenciales energéticos estimados de la comuna de Navidad, donde se incluyeron los siguientes: eólico, biomasa, biogás solar (fotovoltaico y térmico) y undimotriz. En la figura 4.16 se puede ver una distribución con los potenciales energéticos y en la tabla.



**Figura 4.16** – Resumen de potenciales energéticos. **Fuente:** Elaboración propia.

Tipo de potencial	Potencial (MWh/año)
Biogás	787,48
Biomasa	3.440,29
Undimotriz	1.097,19
Solar Térmico	443,86
Solar Fotovoltaico	1.201,94
Eólico	258,15
<b>TOTAL</b>	<b>14.563,22</b>

**Tabla 13** – Resumen potenciales energéticos estimados Comuna de Navidad. **Fuente:** Elaboración propia.



Con respecto al Potencial de generación energética en base al biogás, se recomienda el uso de esta energía, pero debe ir acompañado de un proceso de separación en origen y traslado de residuos orgánicos. Para la biomasa, se consideró solo bosques de eucaliptus, pero hay que considerar que la mayoría de estos bosques están en predios privados, por lo que hay que hacer un proceso de consulta para tantear voluntades con respecto a aprovechar dicho potencial. La fuente de energía undimotriz es inmensa a nivel país, y también considerable en la comuna de Navidad, pero utiliza tecnologías poco exploradas en Chile y también muy caras, por lo que se debería comenzar realizando estudios de factibilidad, sumado a una búsqueda de financiamiento. El potencial solar (dividido en fotovoltaico y térmico), es el más aprovechado actualmente en la comuna, entre sistemas de energía solar fotovoltaica para algunas viviendas y el Liceo Pablo Neruda, por ejemplo, y también con termos solares para viviendas, en el caso térmico. Es importante seguir avanzando para aumentar el porcentaje de aprovechamiento del potencial existente. Finalmente, en relación al potencial eólico, es importante destacar que se recomienda optar por aerogeneradores de baja escala, más bien domiciliarios, debido al alto impacto que tienen las grandes instalaciones, sobre todo con respecto a los recursos paleontológicos y aves de la comuna de Navidad.



## 5 Desarrollo Potencial de eficiencia energética

El uso eficiente de la energía, o eficiencia energética, hace referencia a usar la menor cantidad de energía o reducir la cantidad de energía requerida para lograr un objetivo, por ejemplo, generar un producto, o entregar un servicio. Normalmente, las medidas de eficiencia energética están relacionadas con la adquisición de nuevas tecnologías o nuevos productos más eficientes, por ejemplo, en un hogar lo vemos reflejado en la aislación, para mantener una temperatura más estable y requerir menos calefacción durante el año, y también puede tomarse medidas en cuanto a la renovación de electrodomésticos o artículos que contribuyan en un alto consumo energético, como es el caso del calefón, donde se recomienda el uso de uno de condensación frente a uno común, o la adquisición de un lavavajillas frente al sistema convencional de lavado de loza.

Existen casos también, donde se recomienda reemplazar objetos del hogar, independiente de que su vida útil no haya terminado, un ejemplo claro de esto es el remplazo de ventanas comunes por otras de termo panel, que ayudan a mantener la aislación. Otro tipo de medidas relevantes por el bajo costo inicial son las de educación, concientización, sensibilización y cambio de hábitos a otros más eficientes energéticamente, algunas de estas aplicables al hogar son: desenchufar los artefactos que no se están utilizando, darse duchas más cortas o con agua a temperatura ambiente cuando sea posible, evitar abrir innecesariamente el refrigerador, apagar las luces que no se estén ocupando, entre otras. Cabe destacar, que es importante también, buscar la eficiencia energética en la industria y el transporte, considerando que al tener un consumo mayor con respecto al residencial (Balance Nacional de Energía, 2019, Ministerio de Energía) el impacto de las medidas será mucho mayor.

Algunos de los beneficios de la eficiencia energética son:

- Reducir el gasto energético de las familias.
- Reducir niveles de contaminación, sobre todo la emisión de GEI.
- Reducir dependencia energética de mercados internacionales.
- Reducir costos de producción (sector productivo).

La eficiencia energética es clave para un desarrollo sostenible considerando aspectos sociales, medioambientales y económicos.

### 5.1 Normativa

El 8 de enero de 2021, se aprobó la primera Ley de Eficiencia Energética (Ley 21.305) tras dos años de tramitación en el Congreso. Aquí se promueve el uso racional y eficiente de la energía para mejorar la productividad, la calidad de vida de las personas y reducir las emisiones contaminantes del país. Este último punto es muy importante si se considera que, en Chile un 78% de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) corresponden al sector de energía (Fuente: Inventario Nacional de GEI 1990-2016, Ministerio de Medio Ambiente).



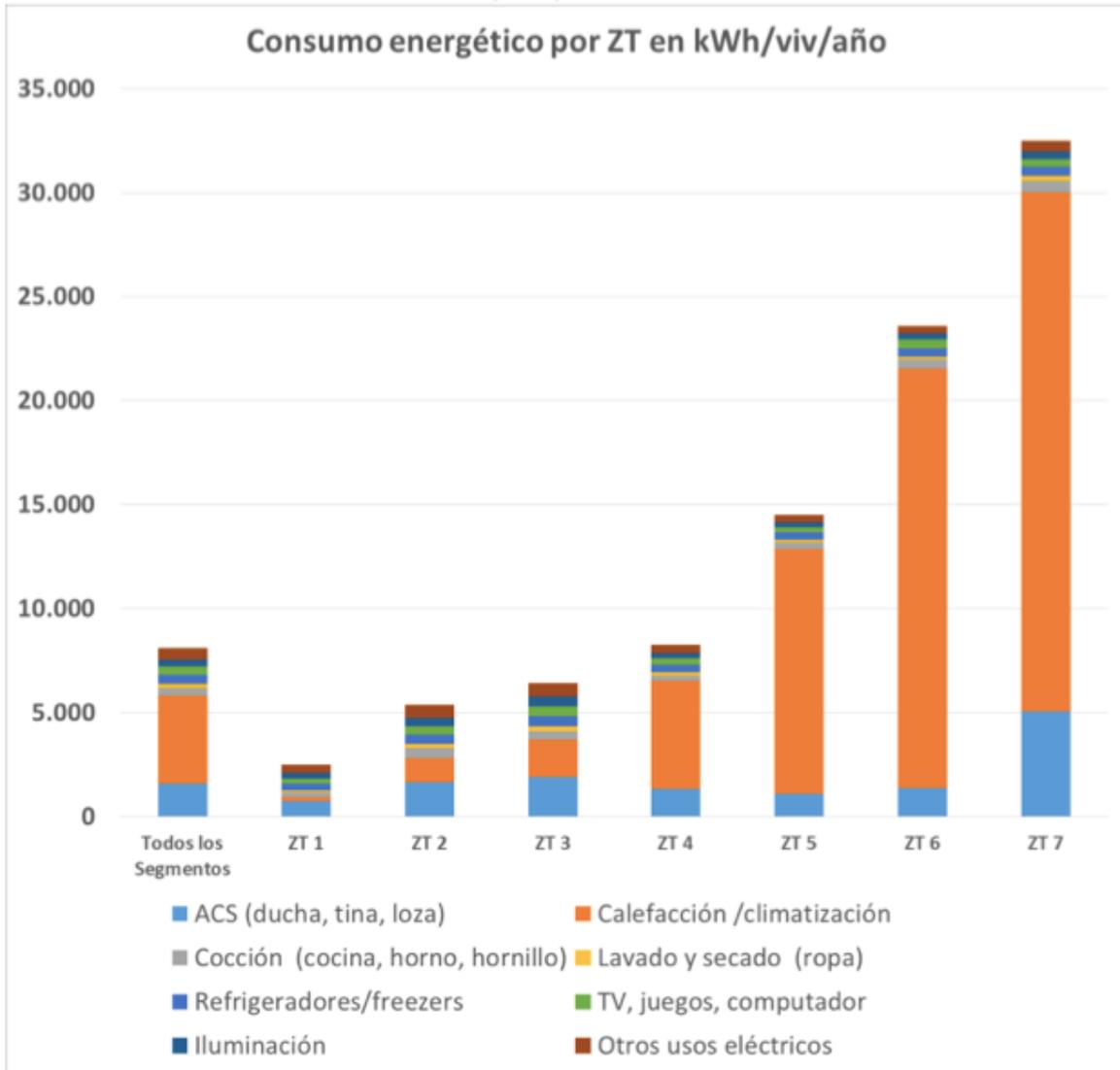
En términos prácticos, se busca lograr disminuir el consumo energético final en 5,5% al 2030, llegando hasta un 7% al 2035, lo que equivale a cerca de 2.400 y 3.500 millones de dólares, en los respectivos años (Minuta Ley Eficiencia Energética, 2021, Asociación Chilena de Municipalidades).

Los principales contenidos de la ley son: Institucionalizar la eficiencia energética, Gestión energética de grandes consumidores, Calificación energética (etiquetado) de edificaciones y Estándares de eficiencia para vehículos.

## 5.2 Situación comunal

En el caso de la comuna de Navidad, existen solo pequeñas y medianas empresas, donde el año 2020 comenzó a trabajar la I. Municipalidad de Navidad en conjunto con la empresa Nikola, en el programa Comuna Energética de la Agencia de Sostenibilidad Energética, división del Ministerio de Energía de Chile. Gracias al cofinanciamiento adjudicado en el 3er Concurso de Inversión Energética Local con el proyecto “Turismo Sustentable en el Pacífico”, se instalaron más de 15 proyectos de energía solar fotovoltaica en la comuna, sumando 130 kWp. Dentro de este proyecto, se consideró también un recambio a luminarias LED por un total de 9.000 W.

En cuanto a la situación residencial, tal como se mencionó anteriormente, al 2019, existen 5.665 viviendas, y sabemos también que en Chile, el consumo energético promedio de una vivienda es de aproximadamente 8.083 kWh/año de energía final, y que un 52,3% de esto se destina a calefacción y climatización, y de este porcentaje, más del 70% es en leña (Informe Final de usos de la energía de los hogares Chile, 2018), es por esto que se dedica un apartado especial para la eficiencia energética en el uso de la leña. Para utilizar datos más acordes a la comuna de Navidad, se utilizan los datos de la ZT3 (Zona Térmica 3), que es a la cual pertenece la comuna de acuerdo al documento antes mencionado, y tal como se ve en la figura 5.1, el consumo total de una vivienda al año en la ZT3 es menor al promedio nacional, se asumirá un total de 6.500 kWh/viv/año y de esto, un 25% en calefacción y climatización (de acuerdo a estimaciones gráficas).



**Figura 5.1** – Consumo energético según ZT en kWh/viv/año. **Fuente:** Informe Final de usos de la energía de los hogares Chile, 2018.

### 5.3 Potencial de Eficiencia Energética

Hoy en Chile existe la CEV (La Calificación Energética de Viviendas en Chile) el cual es un instrumento diseñado el año 2012 por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), en conjunto con el Ministerio de Energía y que busca mejorar la calidad de vida de las familias, a través de la entrega de información objetiva y estandarizada con respecto al consumo energético de las viviendas. Cabe destacar que es un instrumento de uso voluntario, que califica la eficiencia energética de una vivienda en su etapa de uso y considera requerimientos de calefacción, enfriamiento, iluminación y agua caliente sanitaria. Este instrumento incluye 3 indicadores: porcentaje de ahorro en la demanda



de energía, nivel de eficiencia energética (de la G a la A+, siendo esta última la que representa los porcentajes más altos de ahorro) y el requerimiento energético (demanda de energía por metro cuadrado, kWh/m<sup>2</sup>).

### 5.3.1 Eficiencia Energética en aislación

A continuación, en base a los datos de las viviendas en la comuna de Navidad, el consumo energético de una vivienda en Chile, y las metas esperadas para la Ley de Eficiencia Energética, se realizó un cálculo del potencial de eficiencia energética en las viviendas de la comuna de Navidad.

- Viviendas: 5.665.
- Consumo promedio anual por vivienda en la comuna (estimación): 6.500 kWh/año.
- % de uso en calefacción y climatización: 25%.

Se propone aplicar medidas para mejorar la aislación en las viviendas que tienen construcción de tabique sin forro, que según el Censo 2017 son el 14,96% de las viviendas de la comuna. La medida sería forrar dichas viviendas para mejorar su aislación y por ende disminuir el consumo energético para calefacción.

Por ende, existe un consumo energético en calefacción y climatización comunal de aproximadamente 9.205,63 MWh/año, y asumiendo que todas las viviendas consumen la misma cantidad, el consumo energético de las viviendas sin forro sería de 5.508,65 MWh/año y si se utilizan los porcentajes de ahorro esperados de la Ley de Eficiencia Energética, obtenemos que al 2030 (5%) habría un ahorro de **275,43 MWh/año**, y al 2035 (7%) se ahorraría 385,61 MWh/año.

### 5.3.2 Eficiencia Energética en luminarias de viviendas

Con respecto al potencial de eficiencia energética en luminarias, se conoce que el uso de luminarias LED puede llevar hasta a un ahorro del 75% (Fuente: Análisis de costo/beneficio en la implementación de sistemas de iluminación led en la construcción de vivienda multifamiliar de estrato 4 en la ciudad de Bogotá). Si se considera que solo un 4% del consumo total de una vivienda es en iluminación, y suponemos que un 42% de las viviendas ya poseen luminarias LED (Fuente: Karien Volker: “La campaña de luminarias LED marcó un hito en las iniciativas de eficiencia energética en Chile”, consultado en marzo de 2021), esto resulta que, hoy el otro 58% de las viviendas consume 213,57 MWh/año, esto resultaría un ahorro de **160,18 MWh/año**.

### 5.3.3 Eficiencia energética en luminarias del sector municipal

Con respecto al sector municipal, tal como se mencionó en la sección 3.4, la estimación del consumo de energía eléctrica municipal, solo considerando los edificios municipales es de 66.324,29 kWh/año, y tomando en cuenta la estimación anterior de que solo un 4% del consumo es en iluminación, el ahorro que se podría obtener por recambio a luminarias LED en el municipio es de **49.743,22 kWh/año**.



#### 5.3.4 Eficiencia Energética en uso de leña

La leña seca tiene más del doble de poder calorífico que una leña sin secar, para ello se considera al menos 6 meses de secado, además hay que tener en cuenta que el trozado de la leña también influirá en una adecuada combustión, ya que una pieza completa es menos eficiente que una trozada, por lo que se denominará astilla como aquel trozo de leña dividido o no, en sentido longitudinal y que en sentido transversal pasa por un anillo de diámetro 16 cm. La astilla se denomina diferente según la zona del país, tales como: leño, palo de leña, trozo de leña, entre otros (NCh 2907).

En términos de humedad, lo ideal es llegar a un contenido de humedad de 16% al 18 %. Existen diversos métodos de secado:

- Encastillado es un método simple y que basa su efecto en la adecuada posición de la madera trozada formando un castillo que permita el flujo del aire lo cual hace que la leña se vaya secando por efecto del viento y se hace al aire libre.
- Secadores de leña rústicos: son construidos con tablas de desecho, este mismo material que cierra de manera rústica las paredes del secador se instala con secciones abiertas que permitan el flujo de aire y permitan un secado de la leña de acuerdo a los parámetros antes expuestos.
- Secadores solares de leña son un poco más sofisticados que los anteriores y se justifica su inversión en sectores donde la precipitación es mayor y se dificulta el secado.

¿Por qué se debe secar la leña? Porque la leña húmeda genera mucho más humo y menos calor lo que hace usar más leña para obtener el calor necesario para la calefacción, además genera problemas de salud para las personas dentro del hogar al generar humo y tener una combustión ineficiente aumentando contaminación intradomiciliaria y de bajo poder calorífico, así como aumenta la contaminación atmosférica.

La leña es parte de la cultura de los hogares de Navidad donde se usa principalmente para calefacción. De hecho, dentro del proceso participativo se levantó información que da cuenta del uso de la leña (si se usa seca o no, de donde la extraen, o si la compran; entre otros). En la encuesta, un 35,7% de las personas indica que usa leña, y de este porcentaje, un 58,5% indica secar la leña mediante algún proceso.

Entonces, tal como se calculó en la sección 3.5.1, en la comuna de Navidad se consumen 22.501,01 MWh/año de energía a partir del uso de la leña. Asumiendo que el ahorro al secar la leña es de un 50%, entonces, si se utilizan los datos de la encuesta para toda la comuna, resulta que se consumen 9.337,92 MWh/año de leña con humedad mayor a la recomendada, donde se podría generar un ahorro de **4.668,96 MWh/año**.



### 5.3.5 Resumen eficiencia energética

Tal como fue mencionado en las secciones anteriores, existe potencial de eficiencia energética en la comuna, el cual fue estimado para distintas medidas a aplicar, en la figura 5.2 se aprecia un resumen de dichos datos.

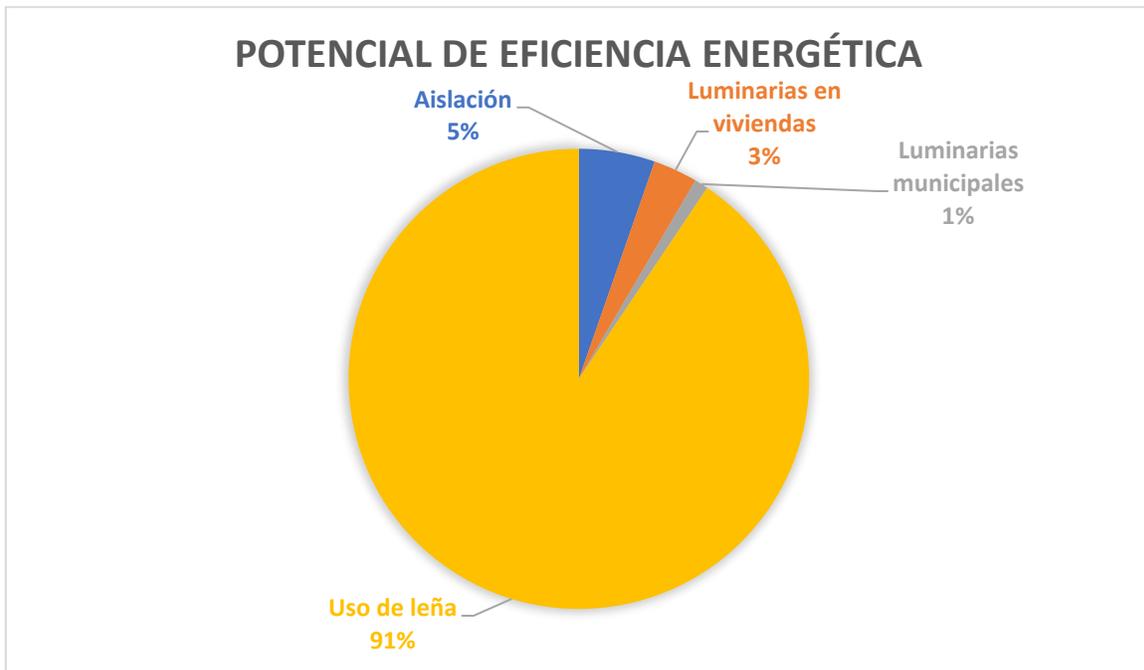


Figura 5.2 – Resumen potenciales de eficiencia energética. Fuente: Elaboración propia.



## 6 Proceso participativo

### 6.1 Planificación proceso participativo

El equipo Municipal sostuvo reuniones de trabajo para diseñar la mejor forma de realizar el proceso participativo de la Estrategia Energética Local de Navidad, utilizando metodologías participativas diversas, en especial considerando la actual Pandemia, que restringe un punto clave para los talleres como es la posibilidad de hacerlos presenciales, esto posiblemente es una de las principales barreras que se deben superar trabajando y adaptando metodologías participativas utilizando las plataformas para reuniones virtuales. Se opta entonces por dividir el taller con una parte expositiva y una de participación activa las cuales serán explicadas a continuación.

Pero la pregunta es, ¿cómo se abordarán las consultas a las personas en torno a la energía?, ¿cómo contar con un esquema ordenado, pero no rígido que permita visualizar qué pasa con la energía en la comuna?, ¿qué esperan que pase?, ¿qué dificultades hay? ¿qué energías conocen y les interesan?, y tantas otras interrogantes.

Para enfrentar este desafío se decide levantar la información en los talleres en base a los valores locales de la Comuna de Navidad desde 4 dimensiones: ambientales, sociales, productivas y culturales, así se promoverá que las personas puedan rápidamente pensar en la base del valor y asociarlo a sus ideas, requerimientos, anhelos y con ello identificarán además brechas, dificultades, y necesidades. Además de los talleres, se realizaron encuestas que buscaron levantar información de las personas que no pudieron asistir a los talleres, pero que de todas formas quieren ser parte del proceso.

Finalmente, se decide realizar 5 talleres, donde los dos primeros tienen la misma estructura, pero uno va dirigido a funcionarios(as) municipales y el otro a la comunidad en general, y buscan dar a conocer sobre el proceso de elaboración de la Estrategia Energética Local y rescatar los comentarios iniciales y necesidades de la comunidad. El tercer taller busca validar la Visión Energética que se propone en base a los dos primeros talleres, a los diagnósticos realizados y a las encuestas (este taller se realizó dos veces debido a la baja convocatoria del primero). El cuarto taller buscó validar los objetivos y las metas desarrolladas en base a la visión energética elegida por la comunidad y su participación. El quinto taller es para validar las acciones energéticas en la comuna de Navidad (plan de acción).

El equipo Municipal que desarrolló y facilitó los talleres está compuesto por dos profesionales de DIMAO con experiencia en los temas de energía y de procesos participativos por lo cual las habilidades y conocimientos se complementarán, además se contará con la supervisión de la directora de DIMAO.



## 6.2 Desarrollo proceso participativo

Para el desarrollo de la Estrategia Energética Local de la comuna de Navidad, el equipo Municipal ha realizado convocatoria a los dos primeros talleres para dar a conocer en qué consiste la EEL y lo importante que el proceso cuente con la participación de la Comunidad. Uno de estos fue realizado con las/los funcionarias/os municipales y el segundo abierto a toda la comunidad. Luego, el tercer taller fue para la validación de la visión energética que fue desarrollada en base a la información rescatada en los dos primeros talleres y las encuestas realizadas. Tal como se mencionó anteriormente, se realizó dos veces por la baja convocatoria del primero. El cuarto taller fue para la validación de los objetivos y metas, y finalmente el quinto taller fue para validar el plan de Acción. Estos talleres se realizaron de manera virtual, utilizando plataformas y sus herramientas para facilitar el adecuado desarrollo de los encuentros, motivando siempre la participación activa y relevando el interés y aporte que cada persona hace a este importante instrumento. Para levantar la información se han utilizado distintas metodologías participativas en los talleres que se detallan en el Anexo 6 – Talleres.

### 6.2.1 Talleres

A continuación, se presenta un resumen de la cantidad de personas que participaron en los talleres realizados, así como también su desagregación por género.

Talleres	Cantidad de participantes
Taller N°1: Municipales	21
Taller N°1: Comunidad	19
Taller N°2: Visión Energética Comunal (1)	7
Taller N°2: Visión Energética Comunal	16
Taller N°3: Objetivos y metas	17
Taller N°4: Plan de Acción	9
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>

Tabla 14 – Resumen Talleres. Fuente: Elaboración propia.



## DESAGREGACIÓN POR GÉNERO - TALLERES

■ Hombres ■ Mujeres ■ Otro

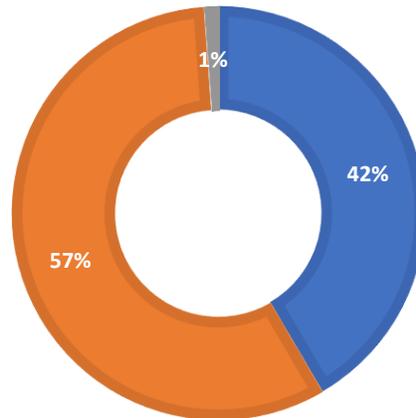


Figura 6.1 – Desagregación por género – Talleres. Fuente: Elaboración propia.

### 6.2.2 Encuestas

En esta sección se presenta la participación en las distintas encuestas realizadas, las cuales tuvieron el objetivo de rescatar la opinión de las personas que no podían participar en los talleres por diferentes motivos. Debido a que los talleres fueron todos virtuales, hubo muchas personas que no pudieron asistir por falta de información, conocimiento del manejo de la tecnología y otras por falta de conexión en algunas zonas de la comuna.

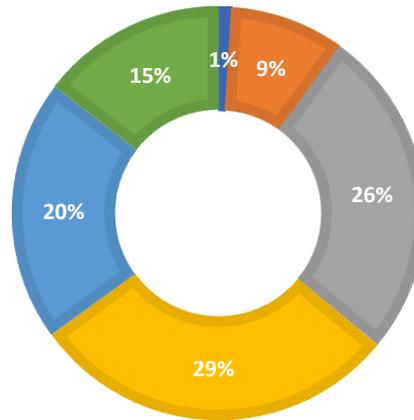
Encuestas	Cantidad de participantes
Encuesta Municipales	31
Encuesta Comunidad	56
Encuesta Visión Energética Comunal	59
Encuesta Plan de Acción	39
<b>TOTAL</b>	<b>185</b>

Tabla 15 – Resumen Encuestas. Fuente: Elaboración propia.



## DESAGREGACIÓN POR EDAD - ENCUESTAS

■ Menor de 18 ■ 18-25 ■ 26-35 ■ 36-45 ■ 46-55 ■ 55 o más



**Figura 6.2** – Desagregación por edad – Encuestas. **Fuente:** Elaboración propia.



## 7 Desarrollo visión, objetivos y metas

Considerando que cada taller entregó información, se construyeron tres visiones con los insumos de cada taller, luego se resumió ese trabajo considerando los criterios para construir una visión llegando a tres opciones.

Como también se mencionó anteriormente, se realizó una encuesta en línea con respecto a la Visión Energética (Taller N°2) para contar con la participación de más personas para validar las propuestas de visión, donde la opción finalmente elegida fue preferida por el 70,4% de las personas. Por tanto, se trabajó a partir de esta visión una propuesta de objetivos general y específicos, y metas. La Visión fue validada en el taller del 2 de diciembre, donde se realizaron los ajustes y cambios necesarios para ajustar los objetivos y las metas a las necesidades de la comunidad. Posteriormente, en el taller N°3, se validaron los objetivos y metas propuestos, estos resultados están en el Anexo 6 - Talleres.

### 7.1 Visión, objetivos y metas

Tal como se mencionó anteriormente, la visión fue validada a través de una encuesta virtual realizada, alimentada por las distintas reuniones y conversaciones que se sostuvieron con los distintos actores involucrados en la EEL y consensuada en el Taller N°2. Por otro lado, los objetivos y metas fueron propuestos por el equipo municipal y validados por los asistentes al Taller N°3.

#### 7.1.1 Visión

Ser una comuna sostenible energéticamente, aprovechando los recursos naturales disponibles y promoviendo el uso de energías renovables y la autogestión energética, cuidando el medio ambiente y mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

#### 7.1.2 Objetivos específicos

- 1.- Promover la sensibilización y educación en el uso adecuado de la energía, en establecimientos educacionales y comunidad en general.
- 2.- Implementar soluciones innovadoras para mejorar la habitabilidad de las viviendas de la comuna, a través del uso de energías renovables y eficiencia energética.
- 3.- Diversificar la matriz energética local promoviendo el uso de energías renovables tanto en el sector productivo como en el residencial, permitiendo ser una Comuna más sostenible y a sus habitantes tener una mejor calidad de vida.

#### 7.1.3 Metas

En esta sección se presentan las metas en base a los objetivos específicos de la EEL Navidad.

**OBJETIVO 1.-** Promover la sensibilización y educación en el uso adecuado de la energía, en establecimientos educacionales, funcionarios(as) municipales y comunidad en general.



**Meta 1:** Al 2023 se contará con al menos un 60% de las(os) estudiantes de la comuna de Navidad capacitadas en materias de sensibilización y educación energética.

**Indicadores:** Número de talleres desarrollados y sus temáticas.

Número de personas que participan desagregadas por género.

Cantidad de cursos y niveles que participen.

**Meta 2:** Al 2023 se contará con al menos un 70% de las organizaciones territoriales y funcionales activas de la comuna de Navidad capacitadas en materias de sensibilización y educación energética.

**Indicadores:** Número de talleres desarrollados y sus temáticas.

Número de personas que participan desagregadas por género.

Cantidad y tipo de organizaciones que participen.

**Meta 3:** Al 2025 se contará con al menos un 20% de las personas de la comuna de Navidad (sin incluir las personas capacitadas en establecimientos educacionales u organizaciones) capacitadas en materias de sensibilización y educación energética.

**Indicadores:** Número de talleres desarrollados y sus temáticas.

Número de personas que participan desagregadas por género.

**Meta 4:** Al 2025 se contará con el 80% de los y las funcionarios(as) municipales capacitadas(os) en temas de eficiencia energética y Energías Renovables.

**OBJETIVO 2.-** Implementar soluciones innovadoras para mejorar la habitabilidad de las viviendas de la comuna y edificios municipales a través del uso de energías renovables y eficiencia energética.

**Meta 1:** Al año 2025 se tendrán diseñados distintos proyectos que busquen entregar soluciones factibles al 5% de las familias de la comuna de Navidad, en materias de energías renovables y eficiencia energética.

**Indicadores:** Número de proyectos generados.

Número de familias que cuenten con propuesta de solución factible.

Tipos de proyectos generados y las fuentes de energía a utilizar.

**Meta 2:** Al 2025 el 10% de los hogares más vulnerables contarán con intervenciones para mejorar su habitabilidad en materias de eficiencia energética y/o uso de energías renovables.

**Indicadores:** Número de hogares vulnerables que realiza mejoras de habitabilidad para hacer más eficiente en el hogar el uso de la energía.

Número de mujeres y hombres que mejoran la habitabilidad de sus viviendas.



Kg de CO2 disminuidos en la calefacción de hogares.

Número y tipo de soluciones implementadas.

**Meta 3:** Postular a al menos 3 fondos al 2025 (estatales, privados, internacionales, nacionales, regionales, locales, entre otros) para financiar proyectos al corto, mediano y largo plazo, que sean de interés comunitario, cuenten con el apoyo técnico municipal, ya sea levantado por una organización funcional o territorial, o presentado por el municipio.

**Indicadores:** Número de postulaciones a distintos fondos.

Número de proyectos que acceden a financiamiento.

Número de territorios beneficiados.

Número de personas beneficiadas.

Número de familias beneficiadas.

**Meta 4:** Mejorar la incorporación de la temática energética a nivel de los Instrumentos de Planificación Territorial y edificios municipales.

**OBJETIVO 3.-** Diversificar la matriz energética local promoviendo el uso de energías renovables tanto en el sector productivo, residencial, municipal y comercial, permitiendo ser una Comuna más sostenible y a sus habitantes tener una mejor calidad de vida.

**Meta 1:** Al 2025 el 70% de los productores(as) locales contarán con información sobre el potencial energético y cómo incorporar las energías renovables y la eficiencia energética en sus procesos productivos.

**Indicadores:** Porcentaje de los productores(as) locales que cuentan con la información antes descrita.

**Meta 2:** Al 2030 contar con al menos 5 proyectos apoyados técnicamente por el municipio para postular a fondos que busquen financiar iniciativas de eficiencia energética y ERNC, que hagan más sostenible los procesos de los productores locales, en relación a los rubros de la agricultura y el turismo.

**Indicadores:** Número de proyectos asesorados por el municipio.

Número de postulaciones a distintos fondos.

Número de proyectos adjudicados.



## 8 Desarrollo Plan de acción

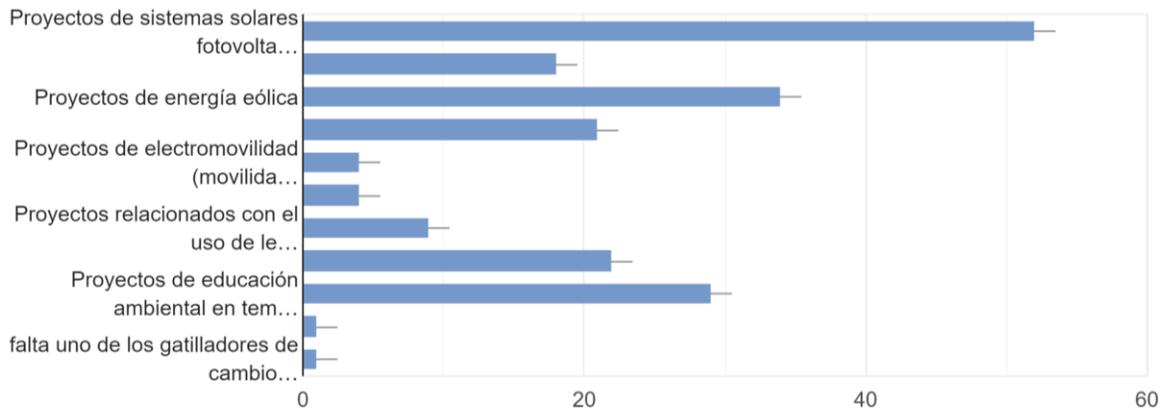
En esta sección, se describe el Plan de Acción a desarrollar durante los próximos años con respecto a la EEL.

### 8.1.1 Priorización de proyectos energéticos

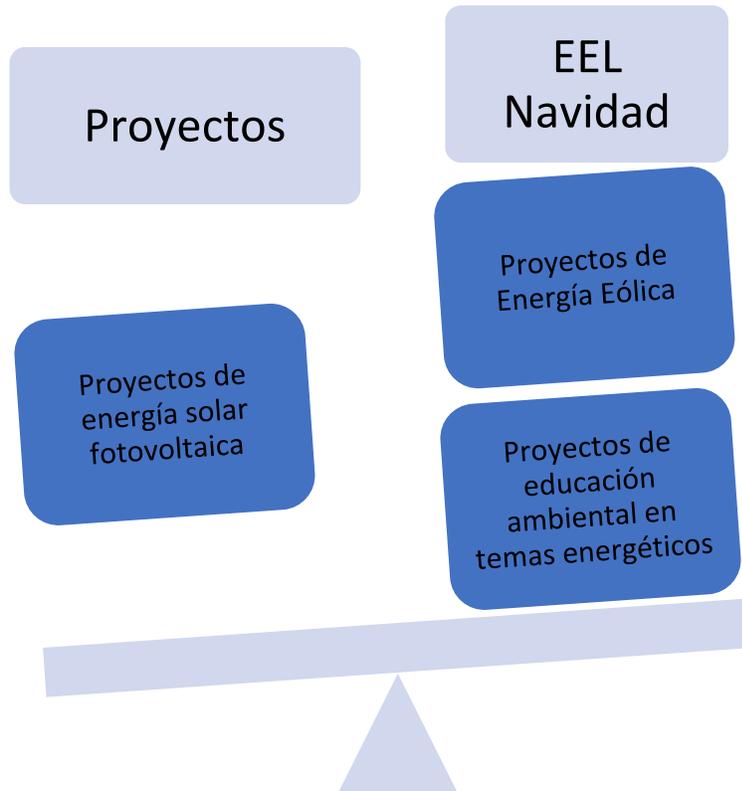
En relación a los proyectos energéticos a desarrollar en la comuna, se incluyó una pregunta de esta temática en una encuesta realizada, la cual fue respondida por 62 personas, quienes en su mayoría prefieren (83,9%) proyectos de sistemas solares fotovoltaicos, en segunda preferencia (54,8%) proyectos de energía eólica, y como tercera prioridad (46,8%) proyectos de educación ambiental en temas energéticos (cabe destacar que las personas debían seleccionar 3 tipos prioritarios).

¿Qué tipo de proyectos energéticos deberían ser prioritarios? Selecciona los 3 tipos que consideres más importantes.

62 respuestas



**Figura 8.1** – Priorización de proyectos. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 8.2** – 3 tipos de proyectos prioritarios según encuesta aplicada. **Fuente:** Elaboración propia.

Un punto relevante para la construcción de la EEL es la participación y aunque en los talleres ya realizados se ha hecho un esfuerzo por parte de la Municipalidad por dar a conocer la EEL, complementariamente el equipo técnico municipal diseñó diversas encuestas para así mejorar el levantamiento de la información y promover la participación, esto ha permitido conocer la opinión de actores claves y diversos de la Comuna de Navidad en torno a la temática energética y con ello complementar la información abarcando un grupo representativo y diverso de actores a nivel local, para ello contamos con grupos objetivos como: organizaciones territoriales y funcionales y actores privados; comercio, turismo entre otros.



### 8.1.2 Plan de acción EEL Navidad

Construir el plan de acción permite ordenar y planificar las acciones identificadas en los procesos participativos, en relación a las metas y objetivos de la EEL de Navidad, considerando los potenciales energéticos locales, la necesidad de diversificar la matriz local, posicionar el tema energético en términos de sensibilización para que todas o la gran mayoría de las personas de la Comuna consideren su rol y participación activa en los temas energéticos locales. Contamos con brechas importantes a nivel local aún hay sectores donde no llega la energía eléctrica, a pesar de ser la región con menos vulnerabilidad en este aspecto, solo 147 viviendas a nivel regional no presentan acceso a energía eléctrica (Mapa de Vulnerabilidad Energética, Ministerio de Energía, 2019). Además, el servicio de electricidad que surte a la comuna es intermitente provocando cortes parciales o generalizados que dificultan el buen uso de la energía en los hogares y en los servicios y comercio local, existe el uso de energías renovables, pero no de forma masiva y con una dificultad de acceso por precios y apoyo técnico.

Los actores locales en su diversidad de acción y operación han coincidido en la necesidad de que la comuna fomente su conocimiento en términos de la energía y sus usos en especial tendientes a la diversificación de la matriz energética, uso adecuado de la energía, eficiencia energética, promoción del uso adecuado de la energía tanto en los hogares, como en el ámbito público, en especial en el ámbito municipal.

La estructura del Plan de Acción se basará en ejes estratégicos identificados:

- Cultura energética.
- Desarrollo local usando ER.
- Gestión y planificación energética.
- Sustentabilidad Energética.

### 8.1.3 Análisis de las medidas Comuna Energética Navidad

A continuación, se muestra la batería de medidas a desarrollar, las cuales componen el plan de acción de la EEL Navidad. Estas medidas fueron validadas por la comunidad, y en esta sección se presentan en relación a los objetivos de la EEL.

**OBJETIVO 1.-** Promover la sensibilización y educación en el uso adecuado de la energía, en establecimientos educacionales, funcionarios(as) municipales y comunidad en general.

#### Acciones

- Talleres educativos para funcionarios(as) Municipales.
- Campaña educativa en energías renovables para la Comunidad.
- Cursos certificados para instaladores locales de sistemas de energías renovables.
- Campaña "Ahorro local - impacto global".
- Seminario energético: experiencia del comercio local en energías renovables.



En la figura 8.3, se aprecian las metas del objetivo 1, contenidas en una de las categorías del Sello Comuna Energética.



**Figura 8.3** – Metas de acuerdo a objetivo 1 y categoría “Sensibilización y cooperación”. **Fuente:** Elaboración propia.

**OBJETIVO 2.-** Implementar soluciones innovadoras para mejorar la habitabilidad de las viviendas de la comuna y edificios municipales a través del uso de energías renovables y eficiencia energética.

### Acciones

- Incorporación temática energética en instrumentos de planificación territorial.
- Implementación de medidas de EE/ER en las dependencias municipales.
- Arquitectura bioclimática para las viviendas de la comuna.
- Creación de una ordenanza energética local.
- Búsqueda de financiamiento para construcción sostenible y EE/ER.

En la figura 8.4, se aprecian las metas del objetivo 2, contenidas en la categoría “Eficiencia energética en la Infraestructura”.



**Figura 8.4** – Acciones y metas de acuerdo a objetivo 2 y categoría “Planificación Estratégica”. **Fuente:** Elaboración propia.

**OBJETIVO 3.-** Diversificar la matriz energética local promoviendo el uso de energías renovables tanto en el sector productivo, residencial, municipal y comercial, permitiendo ser una Comuna más sostenible y a sus habitantes tener una mejor calidad de vida.

### Acciones

- Programa de ahorro energético a partir del uso de EE/ER.
- Bombeo de agua solar en Agricultura Familiar Campesina.
- Fortalecimiento de alianzas público privadas para la presentación de proyectos municipales de EE/ER.
- Difusión de experiencias comunales de EE/ER.
- Punto de carga para vehículos eléctricos.

En la figura 8.5, se presentan las metas del objetivo 3, asociadas a una categoría del Sello.



**Figura 8.5** – Metas de acuerdo al objetivo 2 y categoría “Energías Renovables y Generación Local”. **Fuente:** Elaboración propia.

Las fichas de cada una de estas acciones y la carta Gantt se pueden encontrar en el Anexo 7 – Acciones.

A continuación, se presentan los esquemas que asocian las acciones de la EEL de la comuna de Navidad, con las categorías del Sello Comuna Energética y el plazo de ejecución de las mismas.



PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
	Creación de una ordenanza energética local.		
	Fortalecimiento de alianzas público privadas para la presentación de proyectos municipales de EE/ER.		
	Incorporación temática energética en instrumentos de planificación territorial.		
	Implementación de medidas de EE/ER en las dependencias municipales.		

Figura 8.6 – Acciones y sus plazos de acuerdo a la categoría “Planificación estratégica”. Fuente: Elaboración propia.

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INFRAESTRUCTURA	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
			Arquitectura bioclimática para las viviendas de la comuna.
	Búsqueda de financiamiento para construcción sostenible y EE/ER.		

Figura 8.7 – Acciones y sus plazos de acuerdo a la categoría “Eficiencia energética en la infraestructura”. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 8.8** – Acciones y sus plazos de acuerdo a la categoría “Energías renovables y generación local”. **Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 8.9** – Acciones y sus plazos de acuerdo a la categoría “Sensibilización y cooperación”. **Fuente:** Elaboración propia.



Figura 8.10 – Acciones y sus plazos de acuerdo a la categoría “Movilidad sostenible”. Fuente: Elaboración propia.



## 9 Análisis Sello Comuna Energética

### 9.1 Monitoreo plan de acción

Se deberá confeccionar un plan anual para el seguimiento o monitoreo de las distintas actividades indicadas en la EEL, el cual contemple los roles (responsabilidades), periodicidad de reuniones, financiamiento (ya sea municipal o privado), y otros detalles. El objetivo será monitorear el cumplimiento del plan de acción comprometido en la EEL de la comuna de Navidad, a través de la generación de distintas instancias para ello, y así también evaluar el impacto, efectividad y su cuantificación (indicadores) que van teniendo las actividades que comprenden dicho plan.

### 9.2 Definición de equipo municipal de trabajo

En primera instancia, se deberá conformar un comité energético municipal, que esté compuesto por distintos cargos (no personas, ya que éstos van cambiando) dentro del municipio. Al menos debe participar dos cargos de DIMAO, uno de SECPLAC, uno de DOM, y se debe buscar integrar esta actividad a los nombramientos de estos cargos, para que se considere una actividad importante a cumplir. Las personas que ocupen estos cargos, deberán asistir a las reuniones semestrales que se realizarán y además participar activamente en el avance y cumplimiento de los distintos compromisos que se hagan. Se realizará una reunión previa para definir cuáles serán los cargos integrantes de este comité, aquí deberá asistir el(la) DIMAO, DIDECO, DOM y Alcalde o Representante, además de quien esté encargado del proceso de la EEL (Profesional DIMAO).

### 9.3 Comité energético comunal

Dentro de este comité estarán incluidos todos los integrantes del comité municipal y además se agregarán personas de la comunidad, de distintas organizaciones ambientales, empresas eléctricas o afines con el uso de la energía. Se realizará una reunión donde se invitará a personas interesadas y/o afín con el tema energético.

### 9.4 Reuniones semestrales

El comité energético comunal, tendrá una reunión inicial dentro de un plazo de 6 meses luego de aprobada la EEL por el Ministerio de Energía y/o la Agencia de Sostenibilidad Energética, donde se definirán las fechas aproximadas de las reuniones semestrales que se realizarán, y también los roles que cumplirá cada integrante (líder, asesores, gestores, comunicaciones, otros), las tareas que conlleva el cargo y los compromisos a cumplir. Luego en las reuniones semestrales se deberá evaluar el avance de los compromisos de cada integrante y además el avance global de la EEL, más específicamente sus indicadores, los cuales permitirán estimar un porcentaje de avance, y que, junto al plazo, podremos saber si hay atraso en alguna de ellas.



## 9.5 Reporte anual

El encargado de comunicaciones, liderará la elaboración de un reporte anual, donde se indique el avance en los compromisos de la EEL. Cabe destacar que dicha persona podrá requerir apoyo de los demás integrantes del comité para el correcto cumplimiento de esta tarea. Este reporte será público, y servirá para mantener a la comunidad informada respecto al avance de la EEL y su Plan de acción.

## 9.6 Redes sociales digitales

Serán un muy buen medio para difundir todas las actividades y avances de la EEL, se deberá publicar cada hito que ya haya sido cumplido en la página web, Facebook (u otra plataforma), e idealmente también enviarlo por correo al personal municipal y a algún listado de correos sobre personas interesadas en materias energéticas (que deberá manejar la DIMAO).

## 9.7 Reuniones comunitarias

El comité energético comunal deberá convocar a al menos una reunión anual abierta a la comunidad, donde se presentará el reporte anual y se recibirá oportunidades de mejora por parte de quienes participen. Esta será una buena instancia para evaluar la efectividad de las acciones que se están llevando a cabo.

## 9.8 Actualizaciones EEL

Se deberá evaluar cada 2 años, por parte del comité energético comunal, si hay algún apartado del documento que deba actualizarse, ya que es natural que las distintas variables que influyen en el proceso vayan modificándose.



## 10 Referencias

- **Análisis de costo / beneficio en la implementación de sistemas de iluminación led en la construcción de vivienda multifamiliar de estrato 4 en la ciudad de Bogotá, 2015.** Ver en <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7858/Articulo%20Tecnologia%20LEDs.pdf;jsessionid=4D9404D5516D181E628CD86BE99BB854?sequence=1>
- **Análisis técnico económico de la instalación de una planta de secado de madera tesis para optar al título de ingeniero civil químico, Juan Ignacio Avila Fellay, 2012.**
- **Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento, ACERA, 2020.** Ver en <https://acera.cl/el-2020-sera-el-ano-de-las-ernc-adelantandose-cinco-anos-a-la-meta-del-20/>
- **Balance Nacional de Energía y Consumos Regionales, 2017.** Ver en <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/balance-de-energia/>
- **Casen, 2006.** Ver en [http://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/btca/txtcompleto/mideplan/casen2006\\_distrib\\_ingreso\\_imp\\_distrib.pdf](http://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/btca/txtcompleto/mideplan/casen2006_distrib_ingreso_imp_distrib.pdf)
- **Casen, 2015.** Ver en [http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/casen\\_2015.php](http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/casen_2015.php)
- **Calidad del Servicio - SAIDI Mensual Comunal, 2012.** Ver en <http://datos.energiaabierta.cl/dataviews/252845/calidad-del-servicio-saidi-mensual-comunal/>
- **Calificación Energética de Viviendas, consultado en marzo de 2021.** Ver en <https://www.calificacionenergetica.cl>
- **Capacidades Caloríficas de distintos combustibles y factores de conversión de Unidades.** Ver en <http://www.drtoero.cl/ACHEE/documentos/recursos/DireccionAnexo2.pdf>
- **CNE, 2020.** Ver en <http://energiamaps.cne.cl/#>
- **Comunas Rurales de Chile.** Ver en [http://www.rimisp.org/wp-content/files\\_mf/1366349561N602010BerdegueJaraModregoSancllementeSchejtmanComunasruralesChile.pdf](http://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1366349561N602010BerdegueJaraModregoSancllementeSchejtmanComunasruralesChile.pdf)
- **Comparing the variability of wind speed and wave height data, Energetech Australia, 2005.** T. Denniss.
- **Curso de Geografía del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Chile, consultado en mayo de 2021.** Ver en [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/geo\\_mar/html/h621.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h621.html)



- **Densidad básica de la madera de Eucalyptus globulus en dos sitios en Chile**, Tesis Universidad Austral de Chile, Alejandra Espina Lizana, 2006.
- **Electricidad**, la revista energética de Chile, publicación del 3 de julio de 2019.
- **Energía Abierta, 2020**. Ver en <https://energiaregion.cl/region/LGBO>
- **Energía Distrital, Medidas habilitadoras para su masificación**, Ministerio de Energía. Ver en <https://www.ebpchile.cl/sites/default/files/project/uploads/1.%20Ignacio%20Santelices%20-%20Ministerio%20de%20Energ%C3%ADa.pdf>
- **EolicCat, la Asociación Eólica de Catalunya**, consultado en marzo de 2021. Ver en <http://eoliccat.net/preguntas-frecuentes/?lang=es>
- **Estudio y diagnóstico del sistema de Playas y Dunas entre las localidades de La Boca de Rapel y Las Brisas**, Comuna de Navidad, 2018. Pamela Salazar Carrión, Geógrafa.
- **Explorador Eólico Universidad de Chile**, consultado en noviembre de 2020. Ver en <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>
- **Explorador Solar Universidad de Chile**, consultado en noviembre de 2020. Ver en <http://solar.minenergia.cl/exploracion>
- **Evaluation of the Potential of Wave Energy in Chile, 2008**. Ver en [https://www.researchgate.net/publication/267621646\\_Evaluation\\_of\\_the\\_Potential\\_of\\_Wave\\_Energy\\_in\\_Chile](https://www.researchgate.net/publication/267621646_Evaluation_of_the_Potential_of_Wave_Energy_in_Chile)
- **Factor de emisión - Promedio Anual, 2020**. Ver en <http://datos.energiaabierta.cl/dataviews/255509/factor-de-emision-promedio-anual/>
- **Generadoras de Chile**, Consultado el 16 de noviembre de 2020. Ver en <http://generadoras.cl/tipos-energia/energia-eolica>
- **Generación Eléctrica en Chile**, Generadoras de Chile, 2021. Consultado en abril de 2021. Ver en <http://generadoras.cl/generacion-electrica-en-chile>
- **Guía práctica para el buen uso de la leña, 2014**. Ver en [https://energia.gob.cl/sites/default/files/guia\\_buen\\_uso\\_de\\_la\\_leña\\_web.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/guia_buen_uso_de_la_leña_web.pdf)
- **Informe Final de usos de la energía de los hogares Chile, 2018**. Ver en [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/informe\\_final\\_caracterizacion\\_residencial\\_2018.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/informe_final_caracterizacion_residencial_2018.pdf)
- **Inventario Nacional de GEI 1990-2016**, Ministerio de Medio Ambiente. Ver en <https://snichile.mma.gob.cl/documentos/>
- **Inventario forestal de Bosque Nativo**, INFOR, 2019. Ver en <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/30349/30349.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- **Karien Volker: “La campaña de luminarias LED marcó un hito en las iniciativas de eficiencia energética en Chile”**. Ver en <https://www.guiachileenergia.cl/karien-volker-la-campana-de-luminarias-led-marco-un-hito-en-las-iniciativas-de-eficiencia-energetica-en-chile/>



- **Manual de Biogás, MINENERGIA / PNUD / FAO / GEF, 2011.** Ver en [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/manual\\_de\\_biogas.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/manual_de_biogas.pdf)
- **Manual de Técnicas para el Secado y Monitoreo de Leña, PROGRAMA DE DIFUSIÓN TECNOLÓGICA, Sistema Nacional de Certificación de Leña.**
- **Manual técnico de selvicultura del Eucalipto, consultado en junio de 2021.** Ver en <http://www.agrobyte.com/publicaciones/eucalipto/7aprovechamiento.html>
- **Matorral y bosque esclerófilo: parte del Hotspot Chile Mediterráneo, Luna Cheng, 2008.**
- **Ministerio de Energía, 2019.** Ver en <https://www.energia.gob.cl/noticias/libertador-general-bernardo-ohiggins/autoridades-de-energia-destacan-mejoras-en-indicador-saidi-en-la-region-de-ohiggins>
- **Minuta Ley de Eficiencia Energética, 2021.** Asociación Chilena de Municipalidades. Ver en <https://achm.cl/wp-content/uploads/Minuta-Ley-Eficiencia-energetica-.pdf>
- **Medición del consumo de leña y otros energéticos derivados de la madera, 2015.** Ver en [https://www.senado.cl/site/presupuesto/2015/cumplimiento/Protocolo%202015/ORD.%201245%20Protocolo%20Estudios%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica/Estudio%20consumo%20nacional%20de%20le%C3%B1a/Informe%203%20LE%C3%91A%20150915\\_rev%20rrh.pdf](https://www.senado.cl/site/presupuesto/2015/cumplimiento/Protocolo%202015/ORD.%201245%20Protocolo%20Estudios%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica/Estudio%20consumo%20nacional%20de%20le%C3%B1a/Informe%203%20LE%C3%91A%20150915_rev%20rrh.pdf)
- **Parque Eólico Ucuquer, Fases I Y II Chile, 2016.** Adriana Chávez Sánchez. Ver en [https://research.gsd.harvard.edu/zofnass/files/2016/08/07\\_UcuquerI\\_SP\\_FinalDocument.pdf](https://research.gsd.harvard.edu/zofnass/files/2016/08/07_UcuquerI_SP_FinalDocument.pdf)
- **Plan de Desarrollo Comunal, 2016-2020.** Ver en <https://www.muninavidad.cl/segunda-publicacion-navidad-2015>
- **Plano de Zonificación Térmica, consultado en marzo de 2021.** Ver en <https://vaspanel.cl/download/plano-zonificacion-termica-minvu/>
- **POTENCIAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA POR RESIDUOS DEL MANEJO FORESTAL EN CHILE, Proyecto Energías Renovables No Convencionales en Chile (CNE/GTZ).**
- **Proceso de Seguimiento y Muestreo Programa MLS, 2018.**
- **Prospección Paleontológica de la Formación Navidad en el Área de Influencia de la Zonificación del Borde Costero de la Región de O'Higgins, 2016.**
- **Proyecciones de Población, 2017.** Ver en <https://www.inec.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>
- **Recomendaciones para la Estrategia de Energía Marina de Chile: un plan de acción para su desarrollo, 2014.** Ver en <https://www.gov.uk/government/publications/recommendations-for-chiles-marine-energy-strategy>
- **Servicio de Impuestos Internos, 2019.** Ver en [http://www.sii.cl/sobre\\_el\\_sii/estadisticas\\_de\\_empresas.html](http://www.sii.cl/sobre_el_sii/estadisticas_de_empresas.html)
- **Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile, Luebert, Federico; Pliscoff, Patricio, 2006.** Editorial Universitaria.
- **Sistema de información territorial (SIT), CONAF, 2019.** Ver en <http://sit.conaf.cl/exp/ficha.php>



- **TABLA DE PODER CALORÍFICO SEGÚN ESPECIES, sistema Nacional de Certificación de Leña.** Ver en [www.lena.cl](http://www.lena.cl)
- **Vegetación Natural de Chile, Gajardo, Rodolfo, 1992.** Editorial Universitaria.