

Estrategia Energética Local de la comuna de Lebu

Informe Final

Municipalidad de Lebu, 12 de octubre de 2017



Equipo de proyecto

Mauricio Villaseñor
Franco Morales
Laure Le Pape
Iris Silva
Marco Henriquez
Santiago Sinclair
Gary Guerrero

EBP Chile SpA
La Concepción 191
Piso 12, Of. 1201
Comuna Providencia
Santiago de Chile
Chile
Teléfono: +56 2 2573 8505
Mail: mauricio.villasenor@ebp.ch
www.ebpchile.cl

Resumen Ejecutivo

Lebu y su vínculo histórico con la energía

La comuna de Lebu es la capital de la provincia de Arauco y se ubica 145 [km] al sur de Concepción. Posee una población aproximada de 26.000 habitantes (de los cuales un 88% habitan en el área urbana) y una superficie comunal de 562 [km²]. En términos sociales, la comuna presenta altos niveles de pobreza (en el año 2011 el 34,3% de la población se encontraba en situación de pobreza, lo que corresponde a una tasa superior a la registrada a nivel regional (21,5%) y nacional (14,4%)). Este factor, combinado con carencias de infraestructura escolar y de salud, aumenta la vulnerabilidad de la población.

En términos de desarrollo económico, la comuna cuenta con una orientación hacia la pesca, y en menor medida hacia la ganadería, agricultura y servicios. **La energía ha estado ligada históricamente al desarrollo económico de Lebu.** Por muchos años, la industria del carbón fue el motor de la economía local, llegando a trabajar más de 1.800 personas de forma directa en la empresa Carbonífera Victoria de Lebu (CARVILE). Actualmente la comuna, auto declarada como “La Ciudad del Viento”, ha visto un importante desarrollo de parques eólicos, los que generan energía para el Sistema Interconectado Central (SIC).

El desafío para Lebu, es consolidarse como una ciudad prestadora de servicios, desarrollando una pesca sostenible, **fomentando el turismo y el vínculo con el impulso de proyectos energéticos como un motor de desarrollo**, cuyos beneficios trasciendan a sus pobladores, fortaleciendo el capital social y rescatando una identidad local en base a valores democráticos que acerquen al ciudadano a la toma de decisiones.

Los objetivos de la Estrategia y el proceso participativo

El objetivo del estudio fue la elaboración de la Estrategia Energética Local (EEL) para la comuna de Lebu, que tiene como objetivo sensibilizar a la ciudadanía y fomentar su participación en la adopción de una cultura que promueva la generación energética descentralizada, potenciando la eficiencia energética y la incorporación de los recursos energéticos del territorio en el modelo de desarrollo. El resultado principal del estudio es un plan de acción que permita al municipio lograr la visión y las metas que fueron definidas en conjunto con los actores locales de la comuna, en un proceso participativo que consto con 8 instancias de participación ciudadana, involucrando a más de 200 personas en el proceso de construcción de la EEL.



Figura 1: Actividades del proceso participativo

Los combustibles representan más del 90% de la demanda de energía

El consumo total de energía eléctrica y combustibles en la comuna es de 391 [GWh/año], de los cuales un 51% corresponde a combustibles para el transporte, un 43% a combustibles de uso térmico y solo un 6% a electricidad. En términos sectoriales, se observa que los principales sectores consumidores son el residencial y privado, con el 49% del total cada uno, mientras que el sector público solo representa el 2% del consumo.

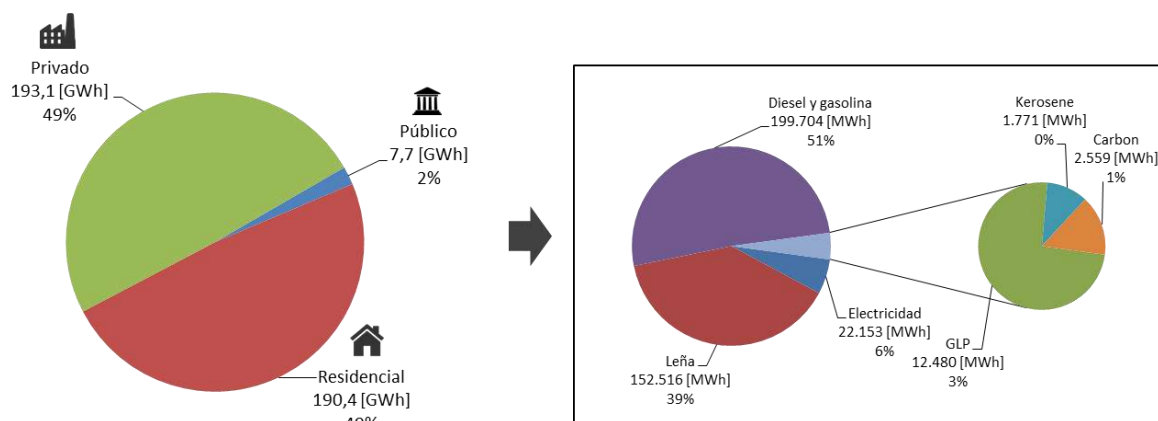


Figura 2: Distribución de consumos de energía por sectores y energéticos, año 2016

Las familias en Lebu viven en situación de pobreza energética

El consumo energético total del sector residencial en la comuna de Lebu es de 190,4 [GWh/año]. El principal energético utilizado es la leña, que representa el 80% del total consumido por el sector. Su uso principal es para la calefacción y en menor medida la cocción de alimentos. El consumo por habitante obtenido es de 6.744 [kWh/año], lo que conlleva a un gasto promedio mensual por familia de 53.520 [CLP]. Considerando que el ingreso promedio por familia en Lebu es de 369.631 [CLP], se tiene **que el gasto energético representa un 14,5% del ingreso mensual del grupo familiar**¹.

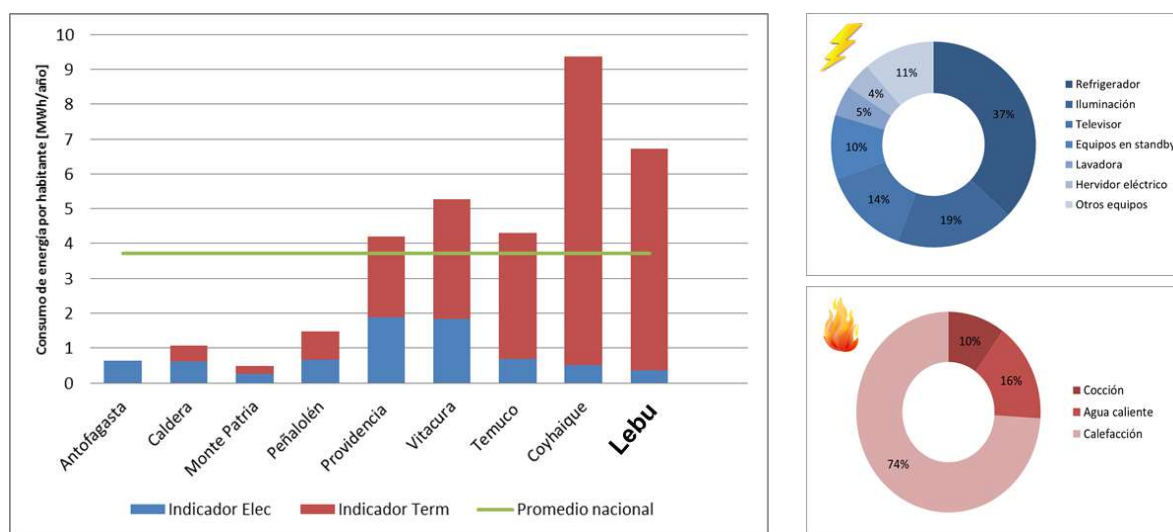


Figura 3: Consumo de calefacción y electricidad por habitante comparado con otras comunas, año 2016

¹ Para el análisis de pobreza energética, ha sido descontado el consumo estimado de transporte, según convención internacional.

El potencial de generación de electricidad en base a ERNC es 20 veces mayor que la generación actual en la comuna

Considerando el las distintas fuentes de ERNC disponibles en la comuna (incorporando filtros ambientales, de asentamientos humanos y socio-económicos), se tiene que el potencial total de generación eléctrica dentro de la comuna, es de **526 [GWh/año]**, siendo el potencial eólico (412 GWh) el recurso principal a gran escala en base a centrales, seguido por el potencial de generación hidroeléctrica (65 GWh). El potencial de generación de energía térmica, utilizando biomasa seca y sistemas solares térmicos (SST) es de **69,8 [GWh/año]**.

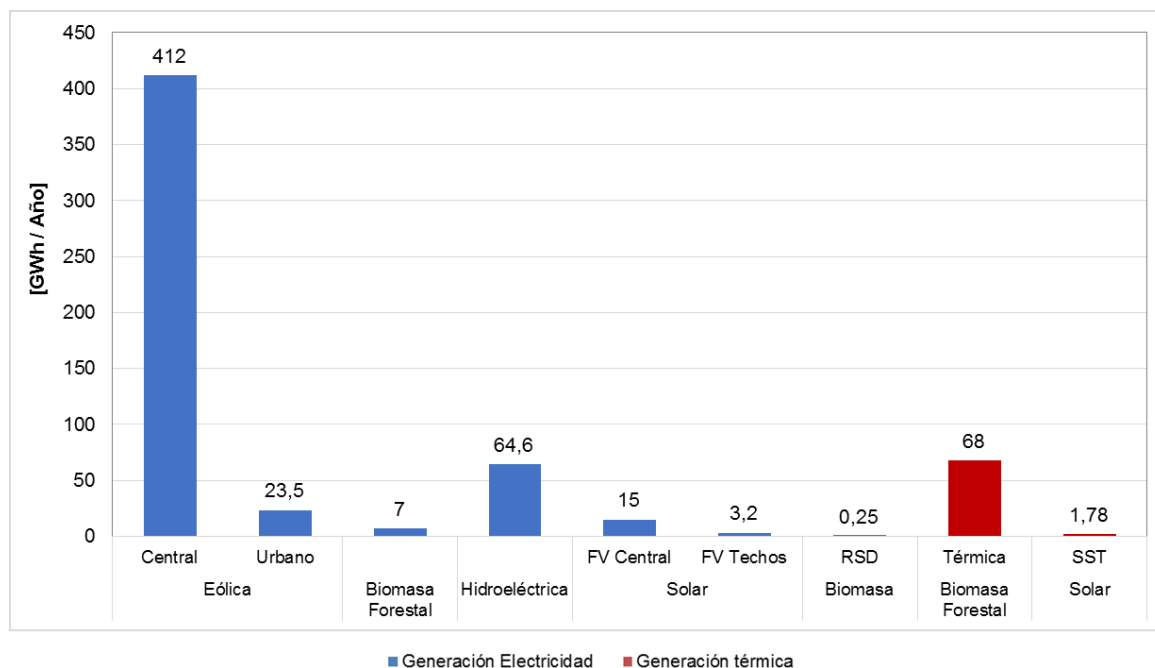


Figura 4: Potencial de generación de energía en base a ERNC

El potencial de eficiencia energética en la comuna de Lebu es de **63,9 [GWh/año]**, lo que representa un 16,3% de la demanda actual de energía de la comuna.



Figura 5: Potencial de eficiencia energética

Visión energética



“Vivir una cultura sustentable para avanzar hacia un desarrollo energético inclusivo y eficiente”

Ejes y metas



Cultura sustentable

- Todos Lebulenses están concientizados del impacto
 - a. del uso de energía en el ambiente
 - b. de sus acciones propias en la vida diaria
- Todos los Lebulenses conocen los potenciales:
 - a. de eficiencia energética
 - b. de energías renovables
 - c. de medidas simples en la vida diaria para reducir su impacto
- Proyectos y actividades siempre incorporan los intereses de las diferentes agrupaciones y comunidades mapuches
- El municipio es un promotor en eficiencia energética y energías renovables en su infraestructura



Energía en el hogar

- 20% reducción de la demanda de calefacción [kWh/m²], aumentando a la vez el confort térmico
- 30% reducción del consumo de Leña, mediante un uso eficiente de la leña
- Mantener el consumo de electricidad a pesar de crecimiento económico, mediante iluminación y equipos eficientes



Capacitación y desarrollo local

- Proyectos a gran escala y proyectos financiados por el sector público, siempre aprovechan capacidades y recursos locales
- Para lograr los objetivos, se capacita suficientes técnicos y profesionales que sepan planificar e implementar
 - a. paneles solares
 - b. instalaciones eólicas
 - c. construcciones y renovaciones sustentables
- 10 empresas nuevas en los sectores mencionados (con apoyo de UDEL)
- Sector comercio y turismo incorpora tecnología sustentable para aumentar su competitividad



Energía limpia e inclusiva

- Lebu es el referente nacional en desarrollo de proyectos energéticos a gran escala con criterios de asociatividad y participación
- Al menos un proyecto de generación es propiedad de una agrupación de actores locales de la comuna
- 10% del consumo eléctrico se produce localmente con generación distribuida (solar, eólico, geotérmica, etc.)

Plan de acción



Cultura sustentable

Acción	Corto Plazo 2018 - 2020	Mediano Plazo 2020 - 2025	Largo Plazo 2025 - 2030
Mesa Comunal de Eficiencia Energética	Creación mesa comunal Primera reunión	Continuidad de la mesa comunal	Continuidad de la mesa comunal
Rol ejemplar del municipio en infraestructura pública	Capacitación Arquitectos SECPLAN Coordinación con entidades públicas	Certificación de primeros proyectos	Certificación y seguimiento de resultados
Talleres de Sustentabilidad	Desarrollo y ejecución de 5 talleres		
Competición sustentable a nivel escolar		Diseño y ejecución de la competición Difusión de los resultados	Continuidad del proyecto con nuevos colegios
Programa de vecinos eficientes		Establecer reportes energéticos en cuentas eléctricas Análisis e identificación de mejores resultados	Análisis e identificación de mejores resultados
Ordenanza Municipal para promover eficiencia energética			Identificación de medidas, alcances y creación de la(s) ordenanza(s)



Energía en el hogar

Acción	Corto Plazo 2018 - 2020	Mediano Plazo 2020 - 2025	Largo Plazo 2025 - 2030
Vivienda piloto (hogar de ancianos) con criterios EE / ER	Diagnóstico energética, ingeniería soluciones Implementación	Monitoreo de ahorros	
Programa de mejoramiento aislamiento térmico	Ejecutar talleres o un programa de sensibilización Postulación a subsidios y/o mecanismos	Implementación para alcanzar un consumo de calefacción menor a 60 kWh/m ² Difusión casos de éxito y replicación	
Mejor aprovechamiento leña - centro de biomasa		Involucración de actores y proveedores de leña Modelo de negocios, diseño/implementación del centro de biomasa	Continuidad de modelo y replicación en otros puntos de la comuna
Mejoramiento infiltración y ventilación en viviendas		Establecimiento del taller de CEDUC Capacitaciones y entrega de soluciones Implementación por vecinos en 200 hogares	Monitoreo de resultados
Desarrollo de instrumentos para promover la leña eficiente			Definición de instrumentos y búsqueda de fondos Implementación y seguimiento de los instrumentos



Capacitación y desarrollo local

Acción	Corto Plazo 2018 - 2020	Mediano Plazo 2020 - 2025	Largo Plazo 2025 - 2030
Encargado para apoyo de proyectos energéticos	Búsqueda y selección del encargado Asignación de rol y responsabilidades Apoyo en la implementación de proyectos	Apoyo en la implementación de proyectos	Apoyo en la implementación de proyectos
Programa de prácticas profesionales / tesis con alumnos del CEDUC	Convenio y contenidos CEDUC/Municipio Incorporación primeros estudiantes	Incorporación al menos 1 estudiante por año	Incorporación al menos 1 estudiante por año
Fondo emprendedores "soy verde"		Establecimiento del fondo Financiamiento de al menos 5 proyectos área de EE/ER	Continuidad del fondo
Proyecto EE/ER en complejo gastronómico Lebu sur		Auditoría, soluciones y búsqueda financiamiento Implementación, monitoreo y difusión	
Generación de valor para productores/comercializadores de leña		Estudio de prefactibilidad y asociatividad entre productores	Búsqueda de financiamiento Desarrollo e implementación del proyecto
Abastecimiento de agua mediante paneles solares en zonas rurales			Identificación de beneficiarios y búsqueda de fondos Dimensionamiento e ingeniería del sistema Implementación y monitoreo de resultados



Energía limpia e inclusiva

Acción	Corto Plazo 2018 - 2020	Mediano Plazo 2020 - 2025	Largo Plazo 2025 - 2030
Subsidio 3PF paneles solares térmicos	Implementación de paneles solares térmicos en un barrio, utilizando subsidio 3PF Difusión de resultados para sumar nuevos barrios y replicar		
Illuminate 100+	Identificación de proveedores y familias interesadas	Ejecución de una compra asociativa de ampolletas de bajo consumo en al menos 100 familias Difusión de los resultados	
Techo 30+ Eólica 30+		Catastro de actores locales interesados y búsqueda de proveedores Elaboración bases técnicas y adjudicación Instalación de los 30 proyectos	Seguimiento y difusión de los resultados
Intercambio internacional con comuna líder en energía eólica		Generar acuerdos con comuna energética internacional Implementación de primer acuerdo/proyecto	Continuidad, intercambio e implementación de nuevos proyectos
Primer planta energética con asociatividad			Coordinación de actores y estudios previos Acuerdos institucionales y modelo de negocios Licitación, implementación y puesta en marcha de la planta

Índice

1.	Introducción	1
2.	Antecedentes de la comuna	3
2.1	Ubicación y límites de influencia	3
2.2	Entorno: geografía, clima y vegetación	4
2.3	Línea base medio humano y económico	7
2.3.1	Número de habitantes	7
2.3.2	Infraestructura	8
2.3.3	Nivel socio económico	10
2.3.4	Actividad económica	11
3.	Objetivos y alcance	13
3.1	Objetivos	13
3.1.1	Objetivo general	13
3.1.2	Objetivos específicos	13
3.2	Alcance del proyecto	14
3.2.1	Límites de influencia de la EEL	14
3.2.2	Conceptos claves asociados al estudio	14
4.	Diagnóstico energético	16
4.1	Situación energética en la comuna'	16
4.1.1	Línea base antropológica con foco a la energía	18
4.1.2	Ejemplos de proyectos energéticos a escala local en la comuna	21
4.2	Energía eléctrica	28
4.2.1	Precio de la electricidad	28
4.2.2	Consumo de electricidad	29
4.2.3	Oferta de energía	33
4.3	Combustibles	38
4.3.1	Precio de los combustibles	38
4.3.2	Consumo de combustibles uso térmico	38
4.3.3	Consumo de combustibles uso transporte	41
4.3.4	Oferta de energía	47
4.4	Caracterización detallada del consumo a nivel residencial	48

4.4.1	Consumo total y desagregación por energéticos	48
4.4.2	Consumo eléctrico del sector residencial	49
4.4.3	Consumo térmico del sector residencial	50
4.5	Resumen diagnóstico energético	51
4.5.1	Indicadores energéticos de la comuna	51
4.5.2	Consumos agregados	53
5.	Proyección del consumo energético	54
5.1.1	Sector residencial	54
6.	Potencial de energías renovables y fuentes locales	59
6.1	Definición del potencial disponible	59
6.2	Potencial teórico de Energías Renovables	59
6.2.1	Solar	59
6.2.2	Eólico	62
6.2.3	Hidroeléctrico	66
6.2.4	Biomasa	68
6.3	Potencial teórico de Energía fósil	72
6.3.1	Gas Natural	72
6.3.2	Situación actual del Carbón	74
6.4	Análisis de restricciones ecológicas y técnicas	74
6.5	Potencial disponible	79
6.5.1	Solar	79
6.5.2	Eólico	85
6.5.3	Hidroeléctrico	90
6.5.4	Biomasa	93
6.6	Resumen potencial	96
6.6.1	Electricidad	96
6.6.2	Energía térmica	97
7.	Potencial de eficiencia energética	98
7.1	Definición	98
7.2	Sector residencial	98
7.2.1	Potencial de eficiencia energética térmica	98
7.2.2	Potencial de eficiencia energética eléctrica	100
7.3	Sector privado (industrial y comercial)	102

7.4	Sector público	102
7.5	Transporte	103
7.6	Resumen potencial	103
Visión, Ejes y Metas		104
Visión		104
Ejes de la estrategia		105
Metas al 2030		106
Plan de acción		107
Talleres para la identificación de ideas de proyecto		107
Selección y priorización de proyectos		108
Hoja de ruta		111

1. Introducción

La situación nacional

Chile se encuentra actualmente en un proceso de transición energética. Las nuevas licitaciones eléctricas han mostrado mayor competitividad en los precios (lo que impacta positivamente en los costos futuros al usuario final). También se ha visto un notorio avance en la penetración de las Energías Renovables No Convencionales, particularmente proyectos de energía solar y energía eólica, existiendo un optimismo generalizado para alcanzar la meta 20/25.

Este histórico escenario debe vincularse positivamente con el desarrollo económico del país a escala local, impulsando la participación y diálogo energético en todos los niveles. Cada comunidad tiene su propia visión, y por lo mismo es importante identificar los desafíos energéticos locales y potenciarlos con acciones concretas y visibles, que fomenten la sensibilización y formación de capacidades en el sector público, en el privado y en la ciudadanía.

El gobierno ha decidido tomar un rol protagónico para afrontar estos desafíos, y por medio de la Agenda de Energía y la Política 2050 se ha propuesto disponer de energía que sea confiable, sustentable, inclusiva y de precios razonables, con una matriz eléctrica y térmica diversificada, equilibrada y que garantice al país mayores niveles de soberanía, minimizando y gestionando los impactos ambientales del sector por medio del involucramiento y sensibilización de las comunidades locales en los beneficios de los desarrollos energéticos.

La situación de Lebu²

Lebu es la capital de la provincia de Arauco y se ubica 145 [km] al sur de Concepción. Posee una población aproximada de 26.000 habitantes (de los cuales un 88% habitan en el área urbana) y una superficie comunal de 562 [km²]. En cuanto al clima, la comuna presenta el clima típico de la cordillera de la costa, con temperaturas medias y amplitudes moderadas. Las cuatro estaciones del año son marcadas, con un periodo invernal largo y lluvioso (precipitaciones medias anuales entre los 1.500 a 2.000 [mm]).

En términos sociales, la comuna presenta altos niveles de pobreza (en el año 2011 el 34,3% de la población se encontraba en situación de pobreza, lo que corresponde a una tasa superior a la registrada a nivel regional (21,5%) y nacional (14,4%)³). Este factor, combinado con carencias de infraestructura escolar y de salud, aumenta la vulnerabilidad de la población. La comuna tiene una alta generación de organizaciones sociales y comunitarias, funcionales y territoriales. De hecho, para el año 2015 existían 733 organizaciones, las cuales sin embargo veían limitadas sus capacidades debido a la falta de asesoría técnica y poca preparación para la autogestión.

En términos de desarrollo económico, la comuna cuenta con una orientación hacia la pesca, y en menor medida hacia la ganadería, agricultura y servicios. **La energía ha estado ligada históricamente al desarrollo económico de Lebu.** Por muchos años, la industria del carbón fue el motor de la economía local, llegando a trabajar más de 1.800 personas de forma directa en la empresa Carbonífera Victoria de Lebu (CARVILE). Actualmente la comuna, auto declarada como “La Ciudad del Viento”, ha visto un importante desarrollo de parques eólicos, los que generan energía para el Sistema Interconectado Central (SIC).

² Actualización PLADECO Lebu (consulta web Portal de Transparencia).

³ Reporte Comunal Lebu, Observatorio Social, 2014 (consulta web)

El desafío para Lebu, es consolidarse como una ciudad prestadora de servicios, desarrollando una pesca sostenible, **fomentando el turismo y el vínculo con el impulso de proyectos energéticos como un motor de desarrollo**, cuyos beneficios trasciendan a sus pobladores, fortaleciendo el capital social y rescatando una identidad local en base a valores democráticos que acerquen al ciudadano a la toma de decisiones.

La experiencia de EBP Chile en el desarrollo de estrategias energéticas locales

EBP (ex Ernst Basler + Partner) tiene una amplia trayectoria en la elaboración de estrategias energéticas locales a nivel nacional e internacional. Los primeros tres conceptos energéticos desarrollados en Chile (Frutillar, Antofagasta y Vitacura), han sido implementados por el equipo técnico propuesto para esta licitación. Además el equipo de trabajo de EBP Chile ha desarrollado las estrategias de Temuco y Coyhaique, comunas que hoy se encuentran implementando cerca 10 proyectos de sus planes de acción y se han posicionado como referentes nacionales del programa Comuna Energética.

Por otro lado, el equipo de EBP ha elaborado la Guía Metodológica para el Desarrollo de Estrategias Energéticas Locales, ha liderado el acompañamiento de las comunas parte del programa y en 2016 ha realizado un monitoreo de los planes de acción de las 8 comunas que han finalizado sus EEL.

El equipo de profesionales propuestos para liderar esta licitación, pone a disposición del Municipio de Lebu y la Subsecretaría de Energía toda su experiencia tanto en la elaboración de estrategias energéticas como su entendimiento sobre la realidad de las comunas en Chile.

2. Antecedentes de la comuna⁴

La comuna de Lebu fue fundada en el siglo XIX debido a la explotación del carbón en la zona, llegando a su mayor auge durante la primera guerra mundial. Sin embargo, en el año 2008 la empresa puso fin a su extracción, lo que generó un gran resentimiento en la comunidad de Lebu, tal como lo expresaba un lebulense “Queremos que vuelva “la Mina”, porque hay carbón que sacar”. La actividad pesquera sustituyó a la carbonífera, aunque sufrió una alteración importante con el terremoto de 2010 y el tsunami asociado, cuando el puerto fluvial se vio afectado. Las graves consecuencias económicas llevaron a un problema social en la comunidad, y los pescadores artesanales estiman que la actividad solo se mantendrá por unos 8 años más, en el mejor de los escenarios⁵. La actividad agrícola, por su parte, ha estado muy presente también en la comuna, primero a través de la producción de hortalizas y cereales, y desde 1974 con la industria forestal de la planta Celulosa Arauco cuyas plantaciones desplazaron las poblaciones rurales.

Lebu cuenta con Plan Regulador Comunal aprobado el 24 de abril de 2009, y con una nueva actualización por validar de Plan de Desarrollo Comunal 2016-2020, los que son las principales fuentes para las descripciones de este capítulo.

2.1 Ubicación y límites de influencia

Lebu es la capital de la provincia de Arauco y se ubica 145 [km] al sur de Concepción, en la Región del Biobío. La comuna debe su nombre al río que la cruza y la alimenta de agua potable, llamado por los Mapuches “Leufu”. Se encuentra emplazada en el punto 37°36' de latitud sur y 73°40' de longitud oeste. Limita con la comuna de Arauco al norte, Los Álamos y Curanilahue al este y con el Océano Pacífico al oeste. La superficie comunal es de **562 [km²]** e incluye la Isla Mocha. La isla en sí mide 13 [km] en sentido norte-sur, y hasta 6 [km] en sentido este-oeste, representando una superficie total de 5.200 [ha].

Actualmente Lebu tiene conexión interurbana por ruta 160 y ruta P140. En ambas rutas existen recorridos interurbanos hacia Concepción y también hacia el resto de las comunas de la provincia, lo que fortalece la condición de ciudad de servicios y capital provincial de la ciudad de Lebu, cuya área de influencia corresponde a la Provincia de Arauco. Cabe señalar que en dicha provincia, las ciudades de Lebu y Cañete compiten por la primacía provincial, por el hecho que Cañete tenga mejor localización, en el centro de la provincia⁶. Para efectos de comunicación dentro de la comuna, solo existe transporte colectivo y taxi, los cuales poseen buena cobertura y frecuencia, salvo en sectores más alejados y fuera de zonas urbanas.

Históricamente, la Provincia de Arauco tenía mayor conectividad con el sistema costero norte de la Región de la Araucanía que con el resto de la Región del Biobío, de la cual se encuentra separada por condiciones geográficas del territorio, menor conectividad y menores actividades económicas.⁶

⁴ Borrador Plan de Desarrollo Comunal Lebu 2016-2020.

⁵ Informe final Diagnóstico del sector pesquero artesanal continental de la comuna de Lebu, entre las caletas de Millongue y Morhuilla, 2014.

⁶ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016.



Figura 6: Ubicación de la comuna de Lebu y de la Isla Mocha en la Región del Biobío⁷

2.2 Entorno: geografía, clima y vegetación

Lebu está ubicada en la zona de contacto de la Cordillera de la Costa (o Cordillera de Nahuelbuta) con el sistema de planicies litorales, donde el borde costero tiene una extensión de aproximadamente 50 [km]. El territorio comunal presenta áreas homogéneas claramente diferenciadas por condiciones geo-territoriales. Estas áreas son:

- **La Isla Mocha:** Su condición insular la mantiene retirada del resto de la comuna, por lo cual no existe un vínculo funcional directo. Casi la mitad de la isla (45%, 2.182 [ha]) está protegida bajo el patrón de Reserva Nacional desde 1988, al presentar playas, fauna y flora de particular interés y de potencial turístico (abundan especies autóctonas: arrayán, canelo, olivillo, y aves como pidenes, torcazas, bandurrias, fardelas castellanas). La isla ha sufrido un alzamiento relativo respecto al nivel del mar de 38 [m] durante los últimos 6.000 años (promedio: 60 [cm] en 100 años). Presenta dos cordones montañosos centrales de 340 [m.s.n.m.].
- **Meseta norte:** Se caracteriza por presentar un territorio homogéneo de lomajes suaves hacia el interior. Su borde costero presenta una serie de caletas pesqueras, entre las cuales destaca la Caleta Millonhue. La zona cuenta con interesantes atributos paisajísticos y escénicos, pero con baja conectividad hacia el borde costero.

⁷ Borrador Plan de Desarrollo Comunal Lebu 2016-2020.

- **Meseta sur:** De territorio más complejo morfológicamente que la meseta norte, presenta un sistema de quebradas que lo seccionan de norte a sur y que desembocan en un extenso territorio dunario y severamente erosionado. El borde costero presenta atributos paisajísticos, pero dado sus mínimas condiciones de accesibilidad y deterioro del territorio, no presenta desarrollo de asentamientos humanos.

Cabe destacar que, históricamente, la geografía de la comuna se ha visto afectada varias veces a consecuencias de terremotos y tsunamis. Por ejemplo, durante el terremoto de 1960, el lado continental de la península de Arauco se elevó aproximadamente 1,5 [m], exponiendo una nueva playa en Lebu. Otro ejemplo es la entrada de arenas en el estero del río Lebu con el tsunami de 2010, que lo inhabilitó para la navegación.⁸



Figura 7: Extracto de mapa de áreas de peligro tsunami de la Región del Biobío, mostrando la comuna de Cañete⁸

La vegetación nativa es bastante baja. Se observa una alta predominancia de la superficie cubierta por bosques (mayoritariamente de explotación forestal), combinada con la presencia de praderas y matorrales (ver Figura 8 y Tabla 1). Con una presencia menor, se observan terrenos agrícolas de diverso tipo y superficies urbanas correspondientes a las unidades de asentamientos poblados de la comuna.

Además del área silvestre protegida Reserva Nacional Isla Mocha, la comuna cuenta con un Área de Alto Valor de Conservación (AAVC), el Sendero Las Lianas de Lebu, perteneciente a Bosques Arauco (14,3 [ha]).

Las comunidades indígenas del Territorio Leufu solicitaron la administración de un espacio marino costero de pueblo originario (ECMPO) en la zona costera de Lebu, en aplicación de la Ley N°20.249. Esta solicitud se encuentra en consulta con otras instituciones. En el caso de que obtengan este territorio a través de la Subsecretaría de Pesca, el uso consuetudinario de este espacio sería resguardado a título gratuito.⁹

⁸ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016.

⁹ Estrategia Regional de Desarrollo Biobío 2015-2030 – Etapa PROT.

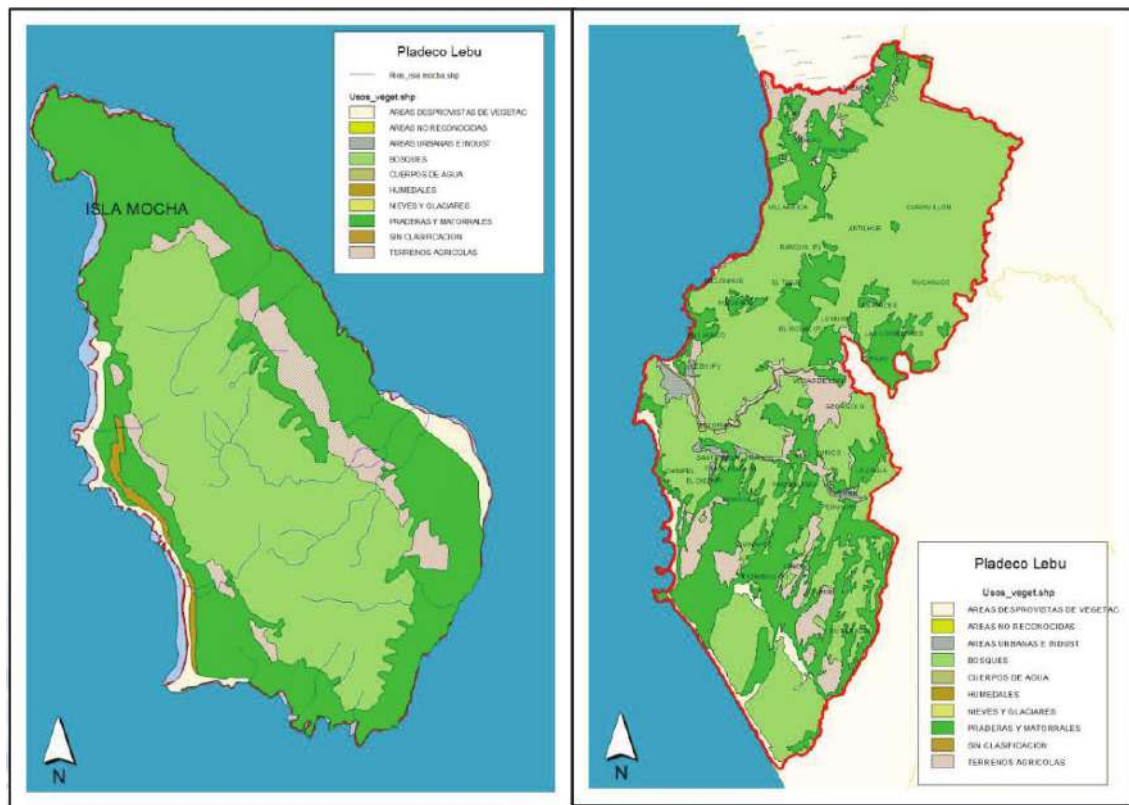


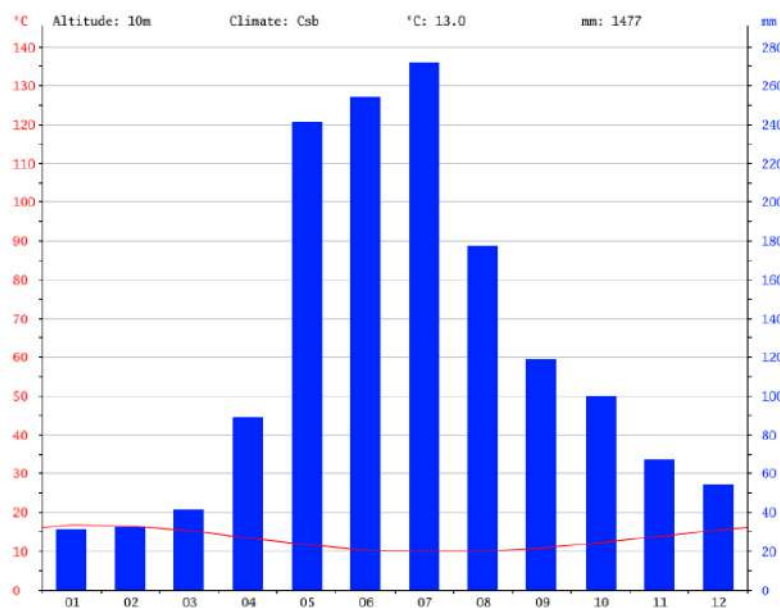
Figura 8: Ocupación de suelos de la comuna de Lebu (verde claro = bosque; verde más oscuro = praderas y matorrales; beige terrenos agrícolas, gris áreas urbanas)¹⁰

Uso	Lebu (ha)
Áreas Urbanas e Industriales	544,1
Terrenos Agrícolas	5.835,7
Praderas y Matorrales	16.352,5
Bosques Plantaciones	27.758,1
Bosque Nativo Adulto	2.212,7
Humedales	56,3
Áreas Desprovista de Vegetación	2.227,9
Nieves y Glaciares	0
Cuerpos de Agua	160,3

Tabla 1: Superficie de usos de suelo, comuna de Lebu¹⁰

El clima en la comuna es de tipo templado lluvioso con influencia mediterránea, determinado por la Cordillera de Nahuelbuta que genera condiciones de mayor nubosidad y grandes diferencias térmicas y pluviométricas con la zona contigua a la ladera de dicha cordillera. Las cuatro estaciones del año son marcadas, con un periodo invernal largo y lluviosos (1.500 a 2.000 [mm] de precipitaciones medias por año) y un verano de corta duración. La temperatura es moderada, con amplitud térmica también moderada: 16 a 19°C en verano, contra 9 a 11°C en invierno. Los fuertes vientos han limitado el aumento de la contaminación atmosférica generada por el uso de leña húmeda, carbón de piedra y carbón de madera para calefacción.

¹⁰ Borrador Plan de Desarrollo Comunal Lebu 2016-2020.

Figura 9: Climograma de Lebu¹¹

En el caso de la Isla Mocha, el clima es templado húmedo de carácter oceánico. Las precipitaciones caen todo el año, con medias anuales de 1.225 [mm]. Se presenta un periodo de aridez entre enero y febrero, especialmente en el lado este de la isla, debido al efecto barrera del cordón montañoso. La temperatura media anual alcanza los 12,5°C.

2.3 Línea base medio humano y económico

2.3.1 Número de habitantes

Se estima que en 2016 Lebu poseía **26.061 habitantes**¹², de los cuales el 88% vivía en zona urbana y el otro 12% en pequeños sectores rurales aledaños. Cerca de 600 personas viven en la Isla Mocha. En promedio, la densidad en la comuna es de 46,1 [habitantes/km²].

En 2009, 3.323 personas se identificaron como parte del pueblo Mapuche en la comuna de Lebu, en particular heredero de las tradiciones Lafkenche, el cuales el principal pueblo indígena presente en la comuna. Éste mostró un considerable aumento de su población entre los años 2003 a 2006, periodo en el cual casi se cuádruplo, observándose un liviano descenso entre 2006 y 2009. CONADI identifica 19 comunidades indígenas con Personalidad Jurídica en Lebu (ver anexo A1), de las cuales ninguna posee “Título de Merced”, es decir no poseen tierras reconocidas por el Estado de Chile entre los siglos XIX y XX¹³. A pesar de aquello, en 2006 CONADI tenía registrado 5.940 [ha] de la comuna de Lebu como tierras indígenas, es decir aproximadamente el 10% de la superficie comunal¹⁴.

¹¹ <https://es.climate-data.org/location/2075/> (consultado el 02-02-2017).

¹² Según indicación del SECPLAN de la Ilustre Municipalidad de Lebu, se toma como referencia la población determinada por el censo de 2002 (25.035 personas) y se proyecta con una tasa intercensal de 0,2871979.

¹³ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016.

¹⁴ Estrategia Regional de Desarrollo Biobío 2015-2030 – Etapa PROT.

2.3.2 Infraestructura

El sistema territorial de la comuna de Lebu está estructurado básicamente por la ruta 160 (Lebu – Los Álamos) y P-40 (borde costero Lebu – Arauco). Por su rol de capital provincial, **la ciudad de Lebu concentra una importante cantidad de población (80% de la población comunal)**, equipamientos y servicios (Hospital Santa Isabel, Gobernación Provincial de Arauco, Prefectura de Carabineros, Capitanía de Puerto, Direcciones Provinciales – de trabajo, vialidad, educación -, Servicio de Impuestos Internos, tres pequeños aeródromos¹⁵, entre otros). Las localidades de Santa Rosa (con el Aeródromo Los Pehuenches, principal puerto aéreo de la provincia) y Pehuén, ubicadas en la ruta 160, presentan un menor grado de consolidación urbana con 815 y 767 habitantes respectivamente. Santa Rosa se constituyó como un “barrio dormitorio” de Lebu, con un leve desarrollo de actividades industriales manufactureras, mineras y silvícolas. Por su parte, Pehuén es una localidad más bien rural, con actividades esencialmente del sector primario: agricultura, ganadería y silvicultura.

Además de los asentamientos “primarios” nombrados anteriormente, la comuna presenta un sistema de asentamientos “secundarios”, compuesto por caletas pesqueras desarrolladas hacia el norte de Lebu: Millonhue, Ranquil, Villarrica, entre otras (población conjunta sobre los 4.000 habitantes).

En la Isla Mocha el tema de la conectividad resulta clave, dado que actualmente el acceso se realiza principalmente por vía aérea desde Concepción o Tirúa (en 20 minutos aproximadamente), siendo el costo del pasaje elevado (40.000 [CLP] ida y regreso¹⁶).

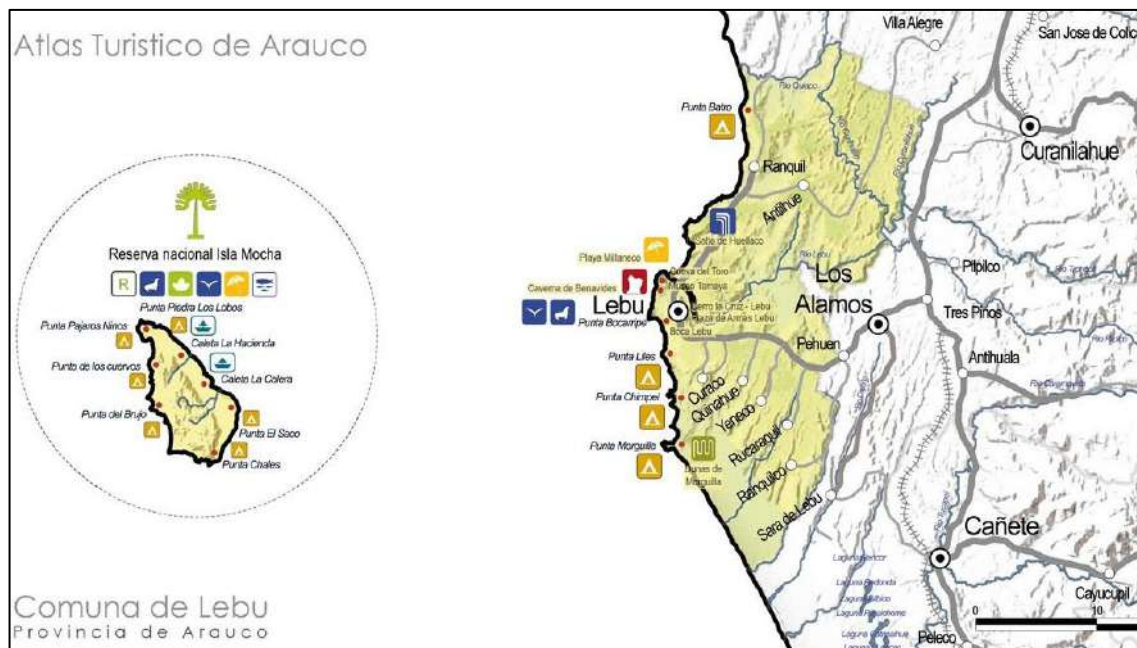


Figura 10: Principales asentamientos y ejes viales en la comuna de Lebu¹⁷

La comuna de Lebu posee **un hospital, dos centros de salud ambulatorios y tres postas rurales**, las cuales se ubican en los sectores de Isla Mocha, Santa Rosa y Pehuén. En lo que refiere al sistema educacional, en la comuna predomina la **educación municipalizada (21 establecimientos)**, sobre la educación subvencionada (3 establecimientos). El número de matrículas en 2016 era de 5.270 alumnos, desde pre básica a media, incluyendo adulta. El

¹⁵ Los Pehuenches, asfaltado, Isla Mocha, de adocretos, y Punta del Saco, de arena/pasto.

¹⁶ <http://turismoislamochoa.cl/aviones-isla-mocha> (consultado 25.01.2017).

¹⁷ <http://atlasturisticoarauco.blogspot.cl/p/mapas-comunales.html> (consultado el 02-02-2017).

63% corresponde a alumnos prioritarios según JUNAEB, criterio establecido en base a índices tales como: escolaridad de la madre igual o menor a 4° básico, ficha de protección social, Fonasa tramo A, índice de pobreza de la comuna. De hecho, **el 74% de la población de Lebu no concluyó sus estudios medios** (Tabla 2).

Nivel Educacional	2003	2006	2009	% según Territorio (2009)		
				Comuna	Región	País
Sin Educación	876	947	1.701	8	4	4
Básica Incompleta	4.481	4.652	5.974	30	17	14
Básica Completa	2.220	2.965	2.717	14	12	11
Media Incompleta	4.349	3.860	4.450	22	18	19
Media Completa	4.354	4.790	3.784	19	28	30
Superior Incompleta	725	782	888	4	9	10
Superior Completa	772	553	511	3	10	12
Total	17.777	18.549	20.025	100	100	100

Tabla 2: Nivel de educación de la población de Lebu 2003-2009¹⁸

Según información censal del 2002, el 99% de la comuna está abastecida con agua potable y algún sistema de evacuación de aguas servidas, con soluciones de tratamiento del agua potable. Sin embargo, en el PLADECOS se menciona que gran parte de la población rural no cuenta con abastecimiento constante de agua potable ni con una disposición adecuada de aguas servidas. La Isla Mocha por su parte cuenta con electricidad, agua potable y telefonía únicamente en su extremo norte, estando el sur incomunicado tanto para telefonía celular como acceso internet.

En lo que refiere a viviendas, de acuerdo a los datos entregados por la CASEN 2009, el total de viviendas en la comuna de Lebu era de 7.121 hogares. Su estado de conservación se puede asimilar al promedio regional de la Región del Biobío, presentado en la Figura 11.

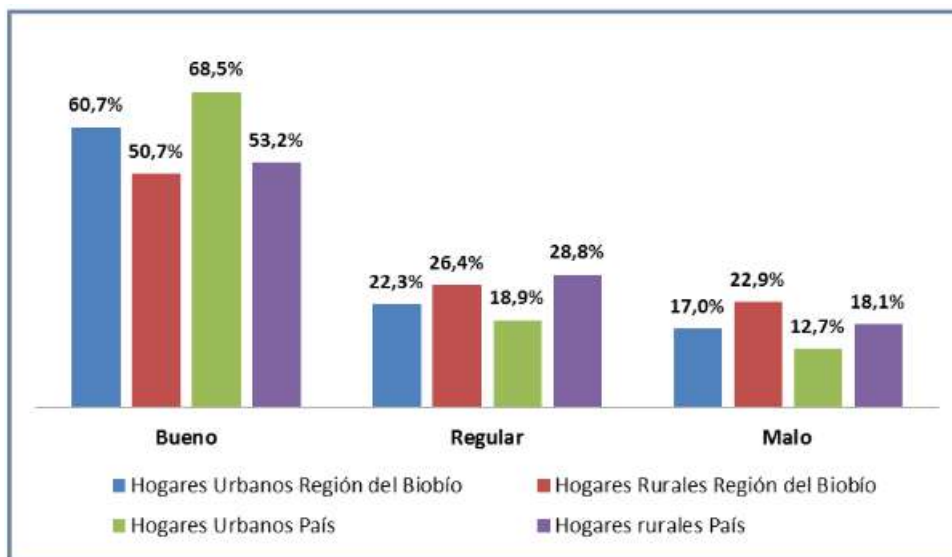


Figura 11: Estado de conservación de las viviendas¹⁹

A nivel regional, el 36,8% de los hogares realizó mejoras en las viviendas entre los años 2011 al 2013. De estas mejoras, solo el 1,0% corresponde a mejoramientos en la aislación térmica en la Provincia de Arauco (Figura 12).

¹⁸ Borrador Plan de Desarrollo Comunal Lebu 2016-2020, en base a CASEN.

¹⁹ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016.

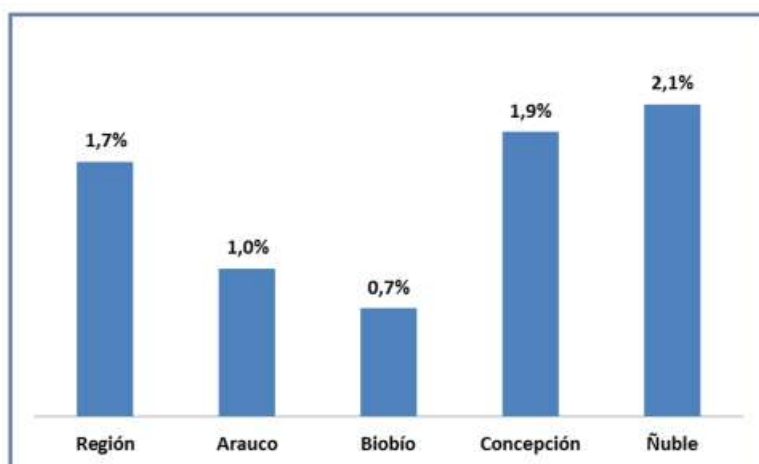


Figura 12: Porcentaje de hogares que han realizado mejoras en aislación térmica como mejoramiento en la Región del Biobío¹⁹

2.3.3 Nivel socio económico

La población residente en Lebu presenta un bajo nivel socio demográfico (ver Tabla 3) y muy ligado a actividades extractivas o de servicios públicos (relacionados con el hecho de que Lebu sea capital provincial). La población pobre indigente ha presentado una considerable disminución del 8% al 4% entre los años 2003 a 2009, índices favorables para la comuna. Sin embargo, **el 39% de la población aún vive en estado de pobreza**²⁰. La estructura etaria de la población denota baja participación del grupo infantil, mientras la comunidad de Lebu muestra un **paulatino envejecimiento de su población**.

La población de Santa Rosa se encuentra por su parte en una situación de alta vulnerabilidad por el bajo nivel de instrucción de sus habitantes y con oportunidades laborales de baja remuneración. Pehuén, el tercer centro poblado comunal de mayor importancia se caracteriza por una estructura etaria dominada por población entre 6 y 14 años y habitantes económicamente activos entre 25 y 44 años, también en situación sociodemográfica baja con alta vulnerabilidad. El segmento de los 65 años y más es el de menor presencia en la comuna (9% de la población), un poco más bajo que al nivel regional o nacional. **Existe una tendencia comunal, similar a la regional y nacional, de abandonar su lugar de residencia hacia otros sectores del país** por diversos motivos (económicos, educacionales, etc.).

Pobreza en las Personas	2003	2006	2009	% según Territorio (2009)		
				Comuna	Región	País
Pobre Indigente	4.118	2.334	1.973	8	5	4
Pobre no Indigente	7.248	7.107	8.049	31	16	11
No Pobre	14.234	15.732	15.655	61	79	85
Total	25.600	25.173	25.677	100	100	100

Tabla 3: Nivel de pobreza de la población de Lebu entre 2003 y 2009²¹

Un 39% de los hogares son gestionados por mujeres, lo que es mayor al promedio regional.

Hogares	2003	2006	2009	% según Territorio (2009)		
				Comuna	Región	País
Hogares con Mujer Jefa de Hogar	1.643	1.965	2.754	39	32	33

Tabla 4: Hogares con mujeres jefas de hogar entre 2003 y 2009

²⁰ Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2003-2009, Ministerio de Desarrollo Social.

²¹ Borrador Plan de Desarrollo Comunal Lebu 2016-2020, en base a CASEN 2003-2009.

Tanto el nivel de pobreza como el éxodo de la población se relacionan claramente con los bajos ingresos por hogar en la comuna, donde el ingreso promedio en el sector rural es solo el 57% del ingreso en la zona urbana (Tabla 5).

Comuna	Zona Urbana			Zona Rural		
	Ingreso autónomo	Subsidios monetarios	Ingreso total	Ingreso autónomo	Subsidios monetarios	Ingreso total
Lebu	384.327	44.455	505.949	212.373	24.390	290.206

Tabla 5: Ingreso promedio de los hogares en Lebu (Fuente: CASEN 2013)

De acuerdo a la información entregada por el programa de Organizaciones Comunitarias, en la comuna de Lebu existen en la actualidad 733 organizaciones inscritas, de las cuales 26 se formaron el año 2015. Estas organizaciones están clasificadas en sociales, comunitarias, funcionales y territoriales, tales como clubes de Adulto Mayor, Centros de Madres, Centro de Padres y apoderados, Clubes Deportivos y otras organizaciones comunitarias. Sin embargo, según el encargado del programa de organizaciones comunitarias, solo 200 de las organizaciones inscritas funcionan de manera activa.

2.3.4 Actividad económica

La principal actividad de Lebu es la **pesca artesanal, que emplea de manera directa el 18% de los habitantes de la comuna**. Lebu cuenta con la primera caleta artesanal del país en lo que refiere al pescado para alimentación humana. La extracción de los recursos pesqueros se concentra entre los meses de noviembre y abril, con una época contra-cíclica entre los meses de mayo y octubre²². La pesca es también la principal actividad económica en la Isla Mocha, a la cual se suma la recolección de algas y el turismo, que tiene un desarrollo reciente. El turismo puede de hecho convertirse en una actividad vocacional en la comuna, pero para esto es necesario avanzar en promover una estrategia de desarrollo del turismo, que involucre al sector público y al privado. El Plan de Desarrollo del Turismo (PLADETUR) debiese guiarla en esta dirección.

A la actividad pesquera artesanal, se asocia la contaminación de las aguas del río Lebu y de su desembocadura, por malas prácticas ambientales: en las aguas se observan restos de aceites, combustibles, desechos orgánicos de la pesca y materiales de desecho o desuso de las actividades extractivas. La municipalidad se posicionó para enfrentar este problema con una Propuesta de Plan de Gestión de Residuos Pesqueros.

Por otro lado, las plantaciones forestales de la Provincia de Arauco representan el 23% de las superficies de plantaciones de la región, con 42% de la superficie de la comuna de Lebu cubierta por dichas plantaciones. Los troncos de madera se transportan para ser procesados en la comuna de Arauco por la Celulosa Arauco y Constitución.²³

Si bien existe un potencial turístico, este es limitado y poco aprovechado actualmente. Según SERNATUR, la Provincia de Arauco es la con menos atractivos en la Región del Biobío (37 de 213), siendo 9 de ellos ubicados en la comuna de Lebu.²³

La Provincia de Arauco concentra el 7,1% de las empresas de la región, principalmente en el rubro Comercio (41,3%). De éstas, solo el 13,4% son de la comuna de Lebu.²³ En lo que refiere a su distribución, según el Servicio de Impuestos Internos (SII), en 2014 la comuna contaba solo con 1 empresa grande y 6 medianas. Las demás empresas (920) son principalmente pequeñas (16%) y micros (84%). En el anexo A2 se detalla en número de empresas por rama de actividad.

²² Informe final Diagnóstico del sector pesquero artesanal continental de la comuna de Lebu, entre las caletas de Millongue y Morhuilla, 2014.

²³ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016.

La Provincia de Arauco es uno de los 5 territorios declarados como zona de rezago a nivel país. El Programa de Zonas Rezagadas apunta a superar las desigualdades territoriales existentes en Chile mediante la implementación de políticas públicas que reconozcan y aborden los factores territoriales que influyen negativamente en las oportunidades de las personas²⁴. Sin embargo, existe mucha desilusión en la comuna respecto a este programa porque, si bien es cierto ha tenido algunos avances, no ha podido cumplir con las expectativas de la población ni ha ofrecido los fondos financieros esperados²⁵.

²⁴ <http://www.zonasrezagadas.subdere.gov.cl/> (Consultado el 02-02-2017).

²⁵ Según conversación con el Administrador Municipal, Jorge Ravanal, el 03.03.2017.

3. Objetivos y alcance

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de **Estrategia Energética Local** para la comuna de **Lebu**. Esto con el fin de sensibilizar a la ciudadanía y fomentar su participación en la adopción de una cultura que promueva la generación energética descentralizada, potenciando la eficiencia energética y la incorporación de los recursos energéticos del territorio en el modelo de desarrollo, en concordancia con la visión propia de desarrollo.

3.1.2 Objetivos específicos

El proyecto quiere lograr los siguientes objetivos específicos:

- 1) Realizar el **diagnóstico energético de la comuna**, identificando la cobertura del suministro, el consumo actual y sus fuentes, la demanda no cubierta, la proyección de la demanda y las brechas de cobertura, acceso y calidad de la energía.
- 2) Implementar durante la elaboración de la Estrategia Energética Local un **proceso inclusivo y participativo** con los actores claves de la comuna de Lebu.
- 3) Estimar el **potencial de generación de energía renovable y de eficiencia energética** en la comuna, con el objetivo que ésta sea energéticamente más independiente.
- 4) Definir una **visión, objetivos y metas** que permita al municipio trazar un plan de acción para el desarrollo energético, de manera participativa y con incidencia.
- 5) Definir **las acciones en cuanto a la implementación de programas y proyectos** concretos para impulsar un desarrollo energético local equitativo y sostenible y alcanzar los objetivos y metas definidos en el punto anterior.

3.2 Alcance del proyecto

3.2.1 Límites de influencia de la EEL

El alcance territorial de la Estrategia Energética Local abarca toda la extensión de la comuna (incluyendo la zona urbana y rural). Además se incluye la isla Mocha, cuya representatividad administrativa recae en el municipio de Lebu.

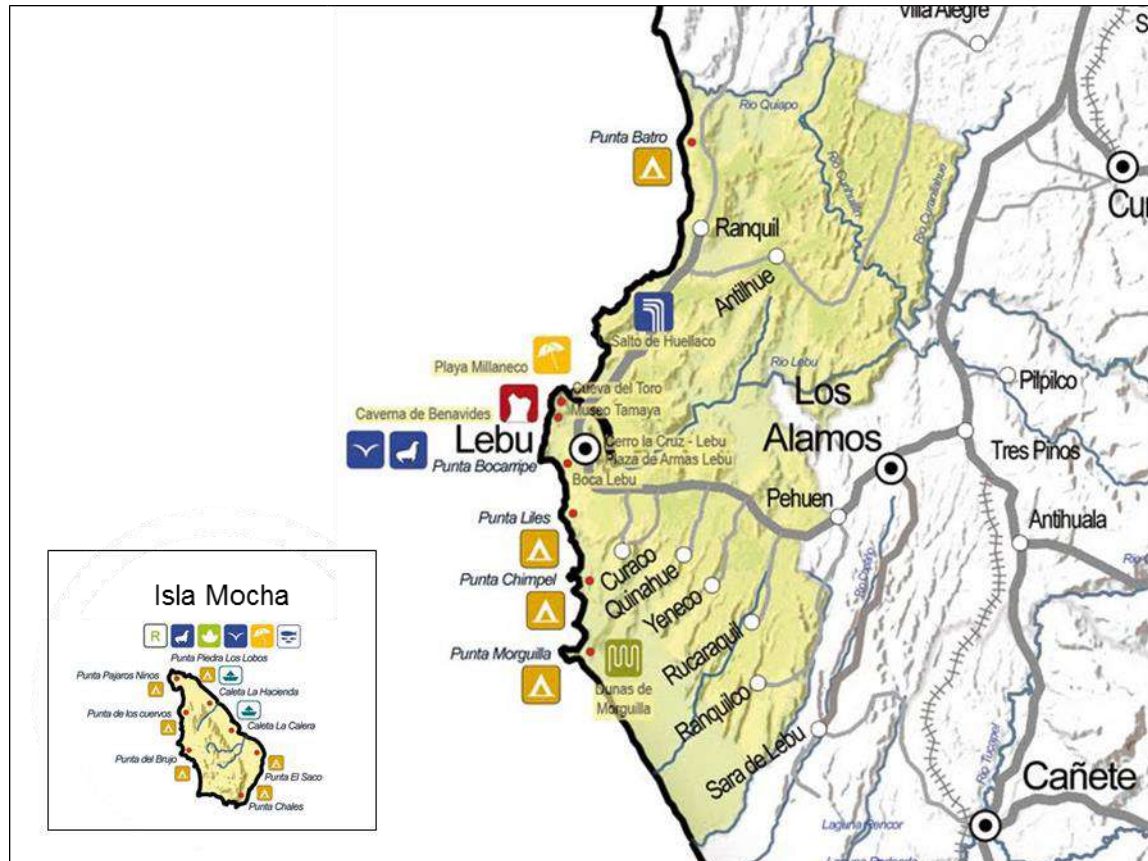


Figura 13: Límites de influencia de la EEL Lebu

3.2.2 Conceptos claves asociados al estudio

Energía:

Para efecto del diagnóstico de consumo de energía, se analiza la electricidad, combustibles de uso térmico a nivel de edificaciones y procesos industriales (kerosene, diésel, leña, carbón) y combustibles para el transporte (gasolina, diésel).

Sectores:

La EEL se enfoca tanto en el sector público (sector fiscal por su carácter de capital provincial, y municipio, considerando edificios municipales, escuelas, recintos deportivos, alumbrado público, etc.), sector privado (industria, turismo, comercio, pesca, entre otros) y sector residencial (viviendas) dentro de la comuna de Lebu.

Potenciales de energía:

La EEL de Lebu evalúa el potencial en los siguientes temas:

- Eficiencia energética: Las tecnologías pueden estar asociadas a nuevos materiales de construcción para el mejoramiento de la envolvente, el uso de nuevas tecnologías en la generación de calor, en el mejoramiento del combustible (astillas, pellets, etc.), recambio de equipamiento y automatización para el uso energético más eficiente, tecnologías más eficientes para el transporte. Además pueden existir medidas de gestión, tales como políticas de reducción de consumo, mejoras en la operación de los sistemas, planificación territorial, entre otras.
- Generación a gran escala en base a ERNC: Se consideran tecnologías de energías renovables para aprovechar el potencial de los recursos en la generación a gran escala (utility scale), energía que se incorporará al Sistema Interconectado Central para ser comercializada en el mercado, o bien atenderá a un cliente particular bajo un PPA (Power Purchase Agreement). Ejemplo de este tipo de proyectos son los parques eólicos, una central hidroeléctrica de pasada o el uso energética de la basura para una planta "Waste to Energy" WTE.
- Generación a pequeña escala en base a ERNC: Se consideran tecnologías de energías renovables para aprovechar el potencial de los recursos en la generación de energía que es consumida directamente en la comuna, o bien es inyectada al sistema bajo la ley 20.571 de generación distribuida (netbilling). Ejemplos de este tipo de proyectos son techos solares (ya sea para electricidad o calentamiento de agua), calefacción distrital con biomasa, entre otros.
- Uso eficiente de combustibles y recursos energéticos locales: Se considera el potencial de tecnologías de co-generación para el uso más eficiente de combustibles fósiles como el gas natural (debido al potencial local del recurso en la Isla Mocha). Se consideran usos eficientes del carbón, recurso explotado localmente que puede aportar como agente económico de desarrollo en la zona. Se evalúa la posibilidad de utilizar los residuos sólidos domésticos como fuente de energía.

4. Diagnóstico energético

4.1 Situación energética en la comuna^{26,27}

En 2014, la Provincia de Arauco consumía poca energía respecto al consumo de la Región del Biobío:

- 2,9% de la energía eléctrica
- 14,2% de los “combustibles” (incluye la leña)
- 13,3% del consumo total de energía

En lo referente a energía eléctrica, según el plan energético regional (PER), la cobertura urbana en la comuna de Lebu es del 100%. En cambio, la cobertura de electrificación rural en Lebu es solo del 83,9% (lo que genera un porcentaje de cobertura agregado de 99%). El sistema eléctrico no es completamente fiable, tal como lo muestra el número de horas de interrupción (ver Tabla 6), que clasifica Lebu como la 13ª comuna con más interrupciones entre las 54 de la región. Considerando el ingreso autónomo familiar en la comuna, de 369.631 [CLP/mes]²⁸, una cuenta tipo eléctrica representa el 5,8% (21.519 [CLP/mes]). La Isla Mocha por su parte tiene su propio sistema de autogeneración eléctrica, en base a gas natural (ver 4.2.3).

	Horas de interrupción
Comuna de Lebu	60,5
Región del Biobío	19,3
Chile	18,4

Tabla 6: Horas de interrupción de la energía eléctrica en el año 2015.²⁶

En lo que se refiere a combustibles, cabe destacar que en Lebu continental no existe red de gasoductos de gas natural. Por su parte, el abastecimiento de combustibles líquidos es realizado a través de 2 estaciones de servicio (Copec y Terpel).

Lebu cuenta con un alto consumo de leña a nivel residencial, con un mercado mayoritariamente informal. Además la comuna tiene una historia vinculada al desarrollo del carbón, pero actualmente no existe explotación del recurso.

En la comuna, destaca que para el año 2013 solo el 45% de los hogares tenían acceso a agua caliente sanitaria (ACS), porcentaje muy inferior al nivel regional (56%) o nacional (74%). Esto se asocia claramente a la condición de pobreza multidimensional: según la encuesta CASEN 2013, solo el 31,8% de los hogares pobres tiene acceso a agua caliente sanitaria a nivel regional, mientras que 60,8% de los hogares no pobres tienen acceso a este servicio.

	Total [%]	Zona urbana [%]	Zona rural [%]
Comuna de Lebu	45,0	-	-
Provincia de Arauco	38,3	42,7	21,7
Región del Biobío	55,5	60,0	33,0
Chile	73,6	78,0	44,4

Tabla 7: Porcentaje de acceso a agua caliente sanitaria en los hogares, Fuente: PER Biobío

²⁶ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016 (PER).

²⁷ Borrador Plan de Desarrollo Comunal Lebu 2016-2020.

²⁸ Fuente: Diagnóstico Plan energético Regional Biobío, en base a Encuesta Casen 2013

Según información de la encuesta CASEN 2015, este número se vio incrementado significativamente, y en el año 2015 el 78% de la población sí contaba con sistema (un 47% ducha eléctrica, un 25% con calefón a GLP y el resto con otros sistemas).

En la comuna se ha hecho muy presente en el tema de generación de energía. En efecto, desde la confección de su último PLADECO, Lebu ha impulsado su imagen corporativa en torno a la leyenda “Lebu, ciudad del viento”, lo que refleja su indiscutible y característica cualidad de contar con fuertes vientos durante la mayor parte del año. Lo anterior ha convertido a Lebu en uno de los principales destinos para la instalación de parques eólicos en la región. En la última licitación de suministros eléctricos, los precios más atractivos fueron ofertados por las empresas eólicas, elemento que se ha convertido en un catalizador de la inversión en este tipo de parques. En 2016, las plantas eólicas generaron 27,1 [GWh]²⁹ y la central térmica de Lebu, que sirve para respaldo, 3 [MWh] (ver 4.2.3).

²⁹ Sin considerar la generación de la planta de Huajache, dado que esta información no es disponible.

4.1.1 Línea base antropológica con foco a la energía

Debido al alto porcentaje de población indígena que vive en la comuna de Lebu, quienes son representantes tanto de comunidades como asociaciones, se ha realizado un trabajo particular con ellos, con el objetivo de incorporar conceptos claves de su cosmovisión en el proceso de elaboración de la Estrategia Energética Local.

En la actualidad, el pueblo Mapuche de Lebu se organiza en los territorios Lafkenche de Santa Rosa, Morhuilla, Quinahue, Yeneco, Pewen, Colhue, Ruca Raki, Quiapo y Villarrica. Estas comunidades se hacen presentes en la participación social, y tienen claridad de sus expectativas, las que han hecho llegar a instancias gubernamentales en varias oportunidades.³⁰

En el marco de la EEL, se han organizado dos talleres titulados “Energía y comunidades Mapuches de Lebu”. El objetivo fue presentar y explicar la metodología de la EEL y los resultados parciales del diagnóstico, para invitar a las comunidades indígenas a ser actores presentes en el proceso. En el anexo A3 se encuentran las listas de asistencia a ambos talleres, que se desarrollaron el día 3 de marzo y el día 6 de abril en el Salón de la Gobernación Provincial de Arauco.

En el primer taller (ver Figura 14), se realizó un intercambio de ideas y concepciones respecto de los temas de energía entre la consultora y los participantes (19 representantes de comunidades mapuches), con el apoyo del municipio, de la División de Participación Social y Diálogo del Ministerio de Energía y de un representante de CONADI. Las principales conclusiones fueron:

- Existe una buena relación entre las comunidades mapuches y el municipio.
- Existe desconfianza desde las comunidades indígenas hacia las empresas de generación. Se debe al impacto que tiene la implementación de las plantas en el entorno directo (alteración de sitios de interés cultural y del medio ambiente, ruido, alteración del paisaje, etc.), además de no generar un beneficio para ellos.
- Para determinar los potenciales sitios para generación de energía, las comunidades plantean que se deben excluir los sitios de interés cultural indígena (cementeros, antiguas aldeas, etc.).
- Los participantes dicen no sentirse identificados con el lema de la comuna “Lebu, ciudad del viento”.
- El rol de la leña como combustible en la comuna es preponderante y esto genera contaminación atmosférica, sobre todo por las mañanas. El humo se disipa rápidamente gracias a los vientos existentes en la zona.
- Según los participantes, el precio de la energía eléctrica es muy alto y el formato de pago bimensual en zonas rurales no se condice con la reducida capacidad de ahorro de las familias.
- Según los participantes, la mejor manera de generar electricidad para viviendas en las zonas aisladas sería con paneles fotovoltaicos off-grid (no conectados a la red), así cada persona puede mantener su independencia. Además, es lo más económico, robusto y necesita poca mantención. Existe un proyecto de referencia en la comuna, en la zona de Curico (ver 4.1.2).

³⁰ Borrador PLADECO 2016-2020.



Figura 14: Introducción al primer taller con comunidades de ascendencia indígena

En el segundo taller, se presentaron los resultados preliminares del diagnóstico energético de la comuna, además de ejemplos de proyectos de referencia implementados en otras comunas con Chile, los que se resumen en la siguiente tabla:

Nombre proyecto	Comuna donde se implemento	Link
Mejoramiento energético Escuela Baquedano	Coyhaique	https://www.youtube.com/watch?v=Ngrp94AALpg&t=10s
Techo 30+	Vitacura	https://www.youtube.com/watch?v=3CpK5cBreJY
Kit energéticos para crianceros	Monte Patria	https://www.youtube.com/watch?v=Lux8nfac2VM
Biodigestor para comunidad aislada	Coltauco	https://www.youtube.com/watch?v=iGa1mp7PPOA
Proyecto fotovoltaico en comunidad mapuche	Contulmo	https://www.youtube.com/watch?v=LQWODM-r9BM

Tabla 8: Proyectos de referencia, taller comunidades mapuches en Lebu

Fue la oportunidad para generar conversaciones respecto de lo que quieren las comunidades mapuches para el futuro de Lebu (ver Figura 15):

- Como comunidades mapuches, no pueden ir en contra del tipo de proyectos presentados (autogeneración a escala local), dado que el objetivo de estos proyectos es reducir el impacto del ser humano en la Tierra, lo que es acorde a la cosmovisión mapuche. Es responsabilidad del ser humano buscar cómo detener el deterioro progresivo del medio ambiente. Considerando lo anterior, encuentran muy bueno que este tipo de proyectos se implementen como política de la comuna, y que no sean solo proyectos aislados.

- Se agradecieron las presentaciones realizadas, porque existía un desconocimiento que este tipo de proyecto se hayan implementado en comunas vecinas. Esta situación es un elemento motivador para atreverse a implementar proyectos este año y poder ser un modelo para otras ciudades en el futuro.
- Es esencial diferenciar los proyectos locales de las grandes inversiones, que según los participantes, no benefician a la comunidad ni a la comuna.
- Se deben incluir en los mapas de potenciales los filtros de zonas sujetas a reivindicaciones territoriales mapuches (de todas formas, estas zonas no se encuentran oficializadas por CONADI u otro ente oficial).
- Entre las áreas de posible interés para proyectos energéticos, se nombró: el acceso a la electricidad, acceso al agua, aislación de viviendas, sector agrícola (p.ej.: riego, crianceros de pollos), confort térmico en escuelas, equipos de radio para la pesca.

El segundo taller cerró con la invitación a cada uno de hablar de estos ejemplos de proyectos, para poder identificar los recursos e intereses de las comunidades mapuches de Lebu. Los representantes en el Consejo Consultivo de las tres principales organizaciones indígenas de la zona, la Agrupación Lafkenche, la Mesa Comunal Mapuche y la Mesa Territorial Comunidades Rural, tendrán la responsabilidad de transmitir estas ideas para que se incorporen en el plan de acción de la EEL de Lebu.



Figura 15: Participantes del segundo taller con comunidades de ascendencia indígena

4.1.2 Ejemplos de proyectos energéticos a escala local en la comuna

Proyectos con implicación del Ministerio de Energía

La siguiente lista fue entregada por el Ministerio de Energía y fue actualizada en enero de 2017:

Nombre programa	Corta descripción proyecto	Valor [CLP]	Año
Convenio de transferencia de recursos con la Ilustre Municipalidad de Lebu	Instalación de sistemas solares térmicos en 2 liceos con internado de la comuna	135.000.000	2014
Proyecto de electrificación Isla Mocha, comuna de Lebu	Uso de las reservas de gas natural existentes en reservorios, en particular el pozo denominado Mocha Norte 3, para generación eléctrica	989.082.554 (impuesto incluido)	
Fondo Acceso Energético 2015 (FAE), Ministerio de Energía	"Alumbrado Público Fotovoltaico en Paraderos Rurales de Lebu" en los sectores Trancalco Bajo, Trancalco Alto, Catribuli, Acceso Yaneco; aeródromo Pehuenches y Curicó, ubicados en la ruta 160 (10 paneles solares)	22.500.000 (90% del total del Proyecto)	2015
Programa Mi Hogar Eficiente	Capacitación en eficiencia energética y entrega de kits con 4 ampolletas eficientes a las familias vulnerables, alcanzando a 129 familias de la comuna de Lebu		2016
Charlas de eficiencia energética	Realización de 8 charlas en establecimientos educacionales y en asociación con la municipalidad		Desde 2014 a la actualidad
Programa de Recambio de Luminaria Publica	Recambio de 2.303 luminarias a LED, las que deberían estar instaladas en abril de 2017	829.080.000	2017
Programa de Energías Renovables, versión 2016 (SUBPESCA)	"Instalación de sistemas fotovoltaicos a infraestructura de caletas pesquera" para la agrupación comunal de mujeres encarnadoras, pescadores artesanales y actividades conexas al mar de Lebu	48.450.000 (Fondos de SUBPESCA, el Ministerio de Energía a través de la Seremi ha entregado soporte técnico al proyecto)	2016-2017

Tabla 9: Resumen de los proyectos del Ministerio de Energía en la comuna de Lebu

En particular, se pueden detallar los siguientes proyectos:

1. Instalación de sistemas solares térmicos en dos liceos con internados

Liceo Técnico Profesional Dr. Rigoberto Iglesias Bastías

El establecimiento tiene capacidad para 900 alumnos de 1° a 4° Medio y también cuenta con un internado para 120 alumnos. Es un establecimiento que entrega formación técnico profesional, con 7 especialidades.

Se instaló un sistema solar térmico (SST), el cual consta de un arreglo de 50 colectores solares planos de 2,5 [m²], con un área total de 125 [m²], dos estanques de acumulación de 2.500 [l] cada uno y termos eléctricos como sistema auxiliar de respaldo que abastecen de agua caliente sanitaria (ACS) a las duchas de los baños de hombre y mujeres del liceo y a las duchas del internado. El sistema ya está terminado y operativo.



Figura 16: Colectores solares en los techos del Liceo Técnico Profesional Dr. Rigoberto Iglesias Bastías



Figura 17: Sala técnica con almacenamiento de agua caliente para el internado



Figura 18: Sistema de bombas y sistema de control del SST

Liceo Rural Santa Rosa

Es un establecimiento municipal de 252 alumnos, con un internado que alberga a 50 estudiantes.

Se proyectó la construcción de 2 sistemas solares térmicos para abastecer de ACS las duchas tanto del liceo como las del internado. Además, se aprovechó de mejorar la red de agua caliente de este último.

Internado

Para el área del internado se instaló un sistema solar térmico que consta de un arreglo de 24 colectores solares planos de 2,5 [m²] con un área total de 60 [m²], tres estanques de acumulación de 1.000 [l] cada uno (3000 [l] de acumulación en total) y calefones solares de 13 [l] como sistema de respaldo para días de menor radiación solar.



Figura 19: Colectores térmicos y sala técnica del internado del Liceo Rural Santa Rosa

Liceo

Para el liceo se instaló un sistema solar térmico que consta de un arreglo de 6 colectores solares planos de 2,5 [m²], con un área total de 15 [m²], un estanque de acumulación de 1.000 [l] y dos calefones solares de 13 [l] cada uno como sistema de respaldo para días de menor radiación solar.



Figura 20: Colectores solares y sistema de apoyo del Liceo Rural Santa Rosa

2. Proyecto de electrificación Isla Mocha

El proyecto consiste en el uso de las reservas de gas natural existentes en la isla, en particular el pozo denominado Mocha Norte 3, para la generación eléctrica a través de la implementación de un pequeño gasoducto. El piping considerado contempla la adecuación del gas para su generación, como asimismo las instalaciones para el suministro de diésel al equipo de respaldo. Este sistema de generación consiste en una planta de generación eléctrica de unos grupos 250 [kVA] y 90 [kVA] de combustión interna a gas natural, los cuales están respaldados de un grupo diésel de 250 [kVA], que está respaldado por un estanque de 15.000 litros. La sala eléctrica generará 380 V, energía que pasara por un transformador elevador de media tensión de 13,2 kV. Alrededor de la isla se instalaron 70 transformadores pequeños de 3 kV, que bajaran la potencia de voltaje hacia las casas principales y otros edificios. El proyecto además posee un sistema de pre-pago, parecido al de la tarjeta BIP o la de prepago del teléfono celular. Uno va a un local de preventiva de energía y se compra un monto de kWh de energía. Se carga la tarjeta, se lleva al medidor de la casa, se inyecta y así se carga el medidor.

La inversión total del proyecto asciende a \$ 989.082.554 (incluye impuestos). El proyecto fue adjudicado a la empresa “Instalaciones Eléctricas Proyectos y Telecomunicaciones Ltda.”, INSPROTEL LTDA mediante un cuarto llamado de licitación pública llevado a cabo por el Gobierno Regional del Biobío.

Se inició la marcha blanca del nuevo sistema el 9 de diciembre de 2015, en presencia de la Seremi de Energía y del Director Regional de la SEC³¹.

³¹ <http://www.revistaenergia.cl/?p=3603> (Consultado el 13-07-2017).

Otros proyectos emblemáticos

1. CESFAM Lebu Norte³²

El CESFAM de Lebu Norte está siendo repuesto en calle Ignacio Carrera Pinto S/N, en un proyecto de 2.012 [m²] dónde el edificio dedicado a la atención médica tendrá un piso de altura. El mandante del proyecto es el Servicio de Salud Arauco. La construcción se inició el 28 de febrero, y por contrato el plazo para finalizar es de 480 días.

Este proyecto integra la eficiencia energética y el uso de energías renovables a través de diferentes aspectos (no exhaustivo):

- Ventilación centralizada equipada de un recuperador de calor con batería de agua, que asegurará una temperatura mínima de inyección de aire en invierno de 15°C.
- Calefacción centralizada a través de radiadores principalmente.
- El agua caliente para los radiadores y el agua caliente sanitaria será generada por 2 calderas de 82 [kW_{th}] aptas para operar con pellets de madera a una eficiencia de 90%. Las cañerías matrices serán aisladas térmicamente. Las calderas contarán con timer para programar los días y horas de funcionamiento. El control de la temperatura se realizará mediante cabezales termoelectrónicos que cerrarán o abrirán las válvulas de alimentación de los radiadores.
- Los equipos de aire acondicionado contarán con un compresor del tipo Inverter que, a diferencia de los sistemas convencionales, permita adaptar la velocidad del compresor a las necesidades de cada momento (según detectores a los cambios de temperatura), permitiendo consumir únicamente la energía necesaria. Sus cañerías serán aisladas.
- Se incluirán cortinas de aire sin calefactor eléctrico en los accesos al edificio, para evitar la pérdida de calor al abrir las puertas.
- Iluminación exterior en base a un sistema solar automatizado, que contempla un kit de paneles solares policristalinos (24 de 290 [W]) con baterías (24 de 100 [Ah]).
- Aislación exterior de muro de tipo EIFS con 100 [MM] de espesor de poliestireno expandido (densidad 20 [kg/m³]) y aislación de techo de 150 [mm] de espesor en poliestireno expandido (panel SIP).
- Ventanas de PVC con termopaneles
- Lavatorios, lavaplatos y botaguas con aireadores, que permiten un ahorro en el consumo de agua.

Se estima la inversión de 3.000 MM CLP³³.

³² <http://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=A2Jg+RNGFlqi+QZawJ8JDhmihpY1rxLdg/xtnp9K/qchqsYaQxQWh2Oiggl6lcl> (consultado el 29.03.2017)

³³ http://www.lebu.cl/noticia/ld_noticia-975/

2. Energía solar, solución energética para los integrantes de la comunidad indígena Curico³⁴

Este proyecto, que servirá además para apoyo en actividades productivas, fue financiado por el Concurso Protección y Gestión Ambiental Indígena 2015 del Ministerio de Medio Ambiente (10 MM CLP) y se implementó desde junio de 2015 a agosto de 2016. Se enfocó principalmente en la instalación de paneles solares para generar energía para 3 familias y los sistemas productivos de la localidad, ubicada a 20 [km] al sur de Lebu. Antes de este proyecto, la comunidad producía electricidad con generadores a bencina, los cuales eran contaminantes y tenían altos costos de operación.

Las actividades incluidas en el proyecto fueron:

- Capacitaciones sobre sistemas de generación de energía solar para la comunidad indígena Curico, charlas de educación ambiental (energías tradicionales/alternativas) y de energías renovables
- Instalación de sistemas de generación de energía solar en casas de comuneros y en sede comunitaria
- Construcción de casetas
- Construcción o instalación de pedestales
- Recambio o entrega de ampolletas LED
- Publicación en el diario La Estrella que abarca la Provincia de Arauco
- Creación de un Facebook del proyecto
- Frase radial con publicidad del proyecto para difundir en radio de la comuna de Lebu

Este proyecto fue presentado directamente por la Comunidad Indígena Curico, con el apoyo de la Ilustre Municipalidad de Lebu.

Al final, se instalaron 6 paneles fotovoltaicos de 250 [W], con 12 baterías de 100 [Ah]; 11 paneles exteriores de 20 [W] (pedestales), con 11 baterías de 20 [Ah], y 11 faroles. Se compraron 32 ampolletas LED.



³⁴ http://fpa.mma.gob.cl/expediente/expediente.php?id_expediente=2034118 (consultado el 30.03.2017).



Figura 21: Instalación de pedestales y paneles solares



Figura 22: Paneles solares instalados en vivienda



Figura 23: Participantes de una charla sobre temas energéticos

4.2 Energía eléctrica

4.2.1 Precio de la electricidad

El precio de la energía eléctrica, potencia y otros cargos se encuentran establecidos en el pliego tarifario de la empresa de distribución Frontel, que se publica mensualmente, estableciendo la tarifa para cada tipo de usuario.

Las tarifas actuales de energía y potencia se muestran en la tabla siguiente:

	Energía [\$/kWh]		Potencia [\$/kW]			
	Base	Adicional invierno	Parcialmente presente en punta	Presente en punta	Contratada o leída en punta	Contratada o suministrada
BT1	158,974	242,642	-	-	-	-
BT2 y BT3	75,730	-	17.570,624	24.133,881	-	-
BT4	75,730	-	-	-	19.233,633	4.900,249
AT2 y AT3	69,490	-	11.541,103	14.221,873	-	-
AT4	69,490	-	-	-	10.184,179	4.037,694

Tabla 10: Precios de energía y potencia en Lebu³⁵

Es importante mencionar que dada la ley de equidad tarifaria, las variaciones en el precio de la electricidad entre las distintas comunas del país no pueden superar en un 10% al promedio nacional, y aquellas comunas que alberguen generadores de energía, tendrán un descuento adicional en la cuenta. En primer lugar, se calculan los precios de la energía y potencia sin considerar los ajustes por la Ley de Equidad Tarifaria.

Los ajustes basados en el factor de intensidad³⁶ consideran que los datos relativos al cálculo son:

- Capacidad instalada neta: 23,9 [MW]
- Número de clientes: 9.166
- Factor de intensidad: 2,61 [kW/Nº de clientes]
- Descuento en el precio de la energía: 4,38 %

En el caso de la comuna de Lebu, según información de la Comisión Nacional de Energía, se estima que en la comuna de Lebu el precio de la electricidad se reducirá en un 20,7%³⁷.

³⁵ Pliego tarifario de marzo de 2017, Frontel.

³⁶ El factor de intensidad se define como "razón entre la capacidad de generación instalada en cada comuna, expresada en kilowatts y el número de clientes sometidos a regulación de precios y como "Comuna Intensiva en Generación", la comuna cuyo Factor de Intensidad es igual o mayor a 2,5 kW/Nº Clientes." Revisado online el 22 de marzo de 2017, en http://www.senado.cl/a-segundo-tramite-equidad-de-las-tarifas-electricas/prontus_senado/2016-03-15/202820.html.

³⁷ Fuente: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2016/06/BioB%C3%ADo.pdf>

4.2.2 Consumo de electricidad³⁸

Consumo total de electricidad

La comuna de Lebu, presenta desde el año 2010 al 2016 un aumento del 56,8% en su consumo de electricidad, pasando de 14,1 [GWh] en 2010 a **22,2 [GWh] en 2016**.

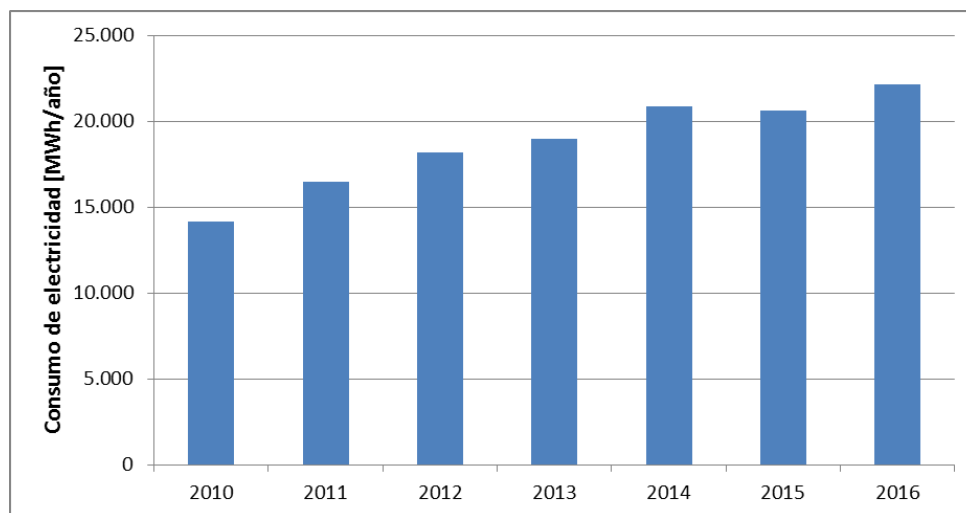


Figura 24: Evolución del consumo de electricidad en la comuna de Lebu

El promedio del consumo total de electricidad per cápita de la comuna es de 0,9 [MWh/hab/año], lo que es uno de los más bajos en comparación a otras comunas parte del programa Comuna Energética que han elaborado su EEL (el promedio es 2,4 [MWh/hab]).

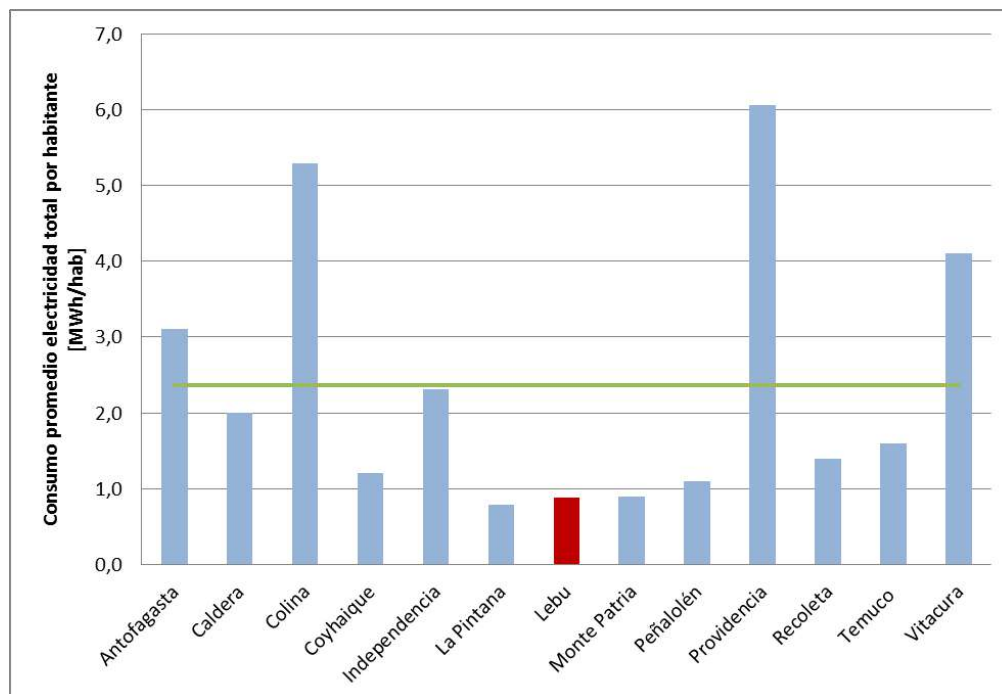


Figura 25: Promedio de consumo total de electricidad de distintas comunas parte del programa CE.

³⁸ Información construida en base a datos provistos por la empresa de distribución FRONTEL.

Análisis por sectores

El consumo de electricidad de la comuna es compartido principalmente por el sector residencial y privado, representando un 41% en cada caso. Por último, el sector público representa un 18%.

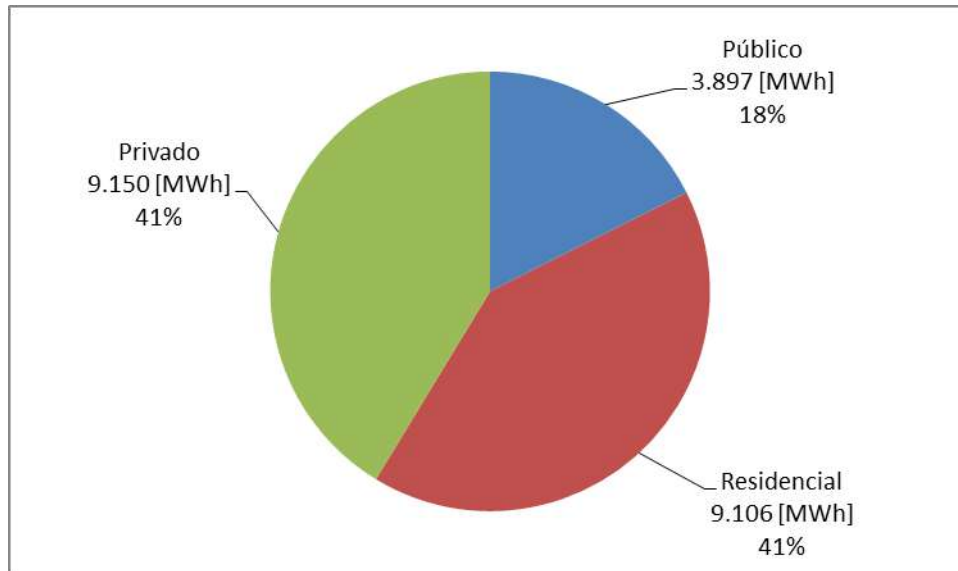


Figura 26: Distribución del consumo de electricidad por sectores, año 2016.

Sector Residencial

Para el año 2016, se cuenta con un número de 6.994 clientes residenciales, los que consumen un total de **9.106 [MWh/año]**. Es necesario mencionar que existen 245 clientes en la Isla Mocha, quienes son abastecidos por el aprovechamiento del gas natural, y cuyos datos de consumo no se encuentran reflejados en la información provista por la distribuidora FRONTEL.

Los clientes residenciales son agrupados en 4 categorías, dependiendo de su nivel de consumo:

Grupo 1	Menor a 150 [kWh/mes]
Grupo 2	Entre 150 y 300 [kWh/mes]
Grupo 3	Entre 300 y 500 [kW/mes]
Grupo 4	Mayor a 500 [kWh/mes]

Tabla 11: Segmentación de clientes sector residencial

La mayor cantidad de clientes se encuentra en el grupo 1 (un 53% del total). Sin embargo, solo representan el 26% del consumo del sector. El grupo 2 es el que concentra el mayor consumo, lo que se condice con la información del PER donde se indica que el valor promedio de la cuenta de electricidad de las familias en Lebu asciende a 21.519 [CLP/mes].

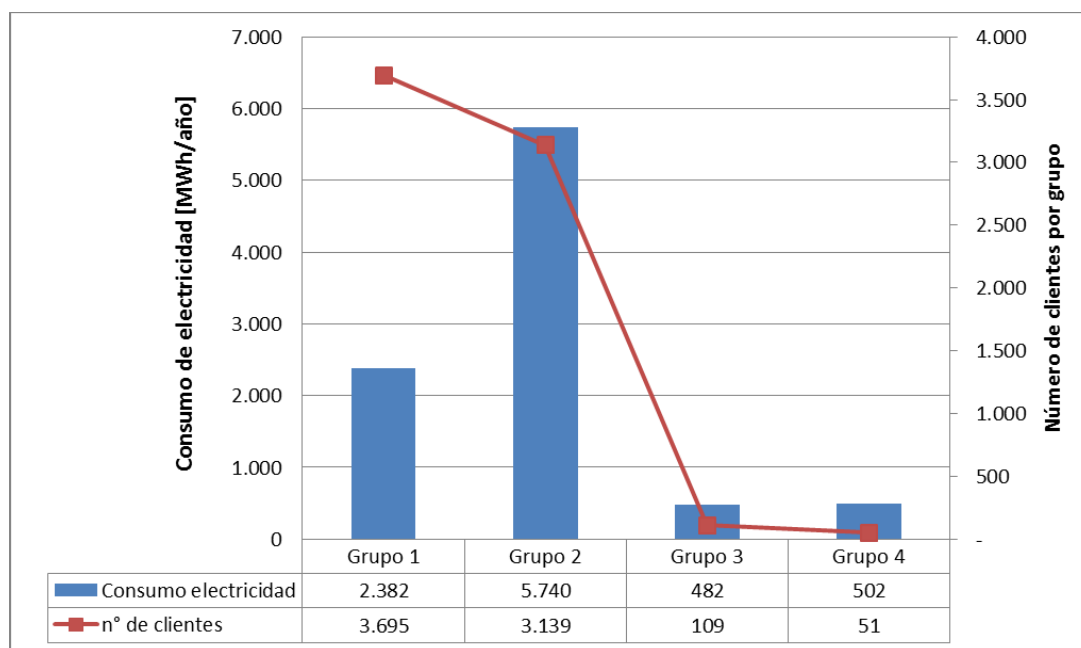


Figura 27: Gráfica de consumo de electricidad por grupo, sector residencial

Si se compara el consumo per cápita del sector residencial con otras comunas de Chile parte del programa Comuna Energética, se observa que Lebu es una comuna con un bajo nivel de consumo. Esta situación puede ser atribuida a los altos niveles de pobreza en la comuna, tal como muestra la figura a continuación.

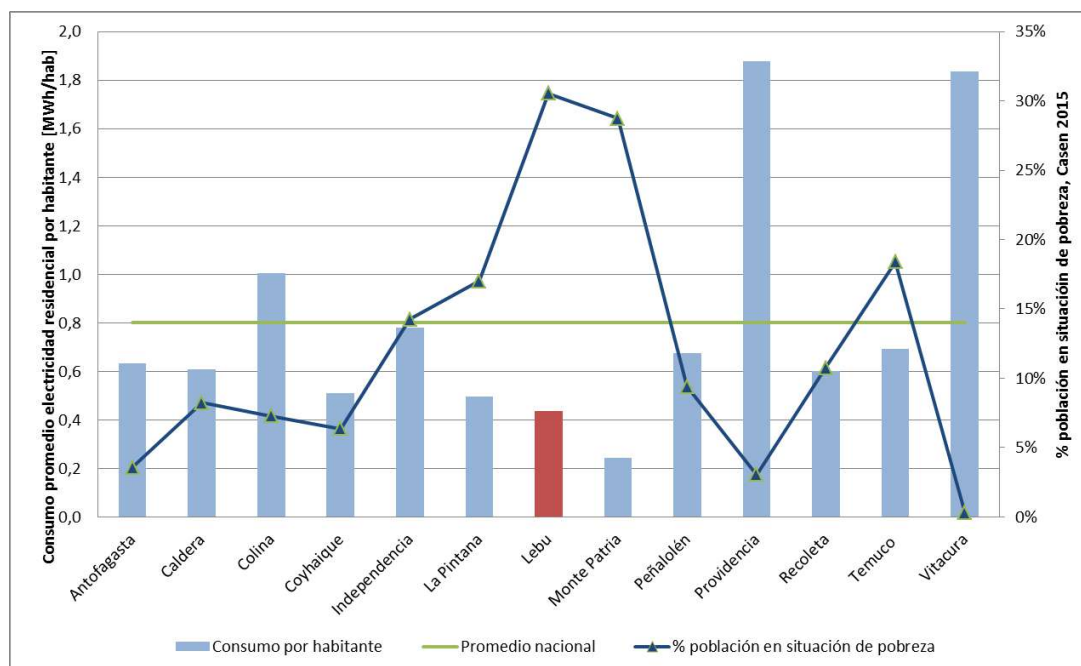


Figura 28: Promedio por habitante de consumo de electricidad del sector residencial, año 2016

Sector Privado

El consumo total de electricidad del sector privado el año 2016 ascendió a **9.150 [MWh]**. La información de consumos eléctricos para el sector privado fue recibida de manera desagregada para distintos subsectores. El sector comercial representa el 96% del consumo total, representado por 375 clientes declarados en dicha categoría y otros cerca de 1.400 pequeños comercios que se encuentran con tarifa BT1 (tarifa residencial). El segundo subsector de mayor consumo corresponde a la pesca, con un 3% del consumo.

Es necesario además mencionar que dentro de la comuna de Lebu existen 5 grandes clientes, los cuales consumen el 40% de la electricidad del sector. Uno de ellos es la fábrica de hielo, la cual representa el 15,4% del total.

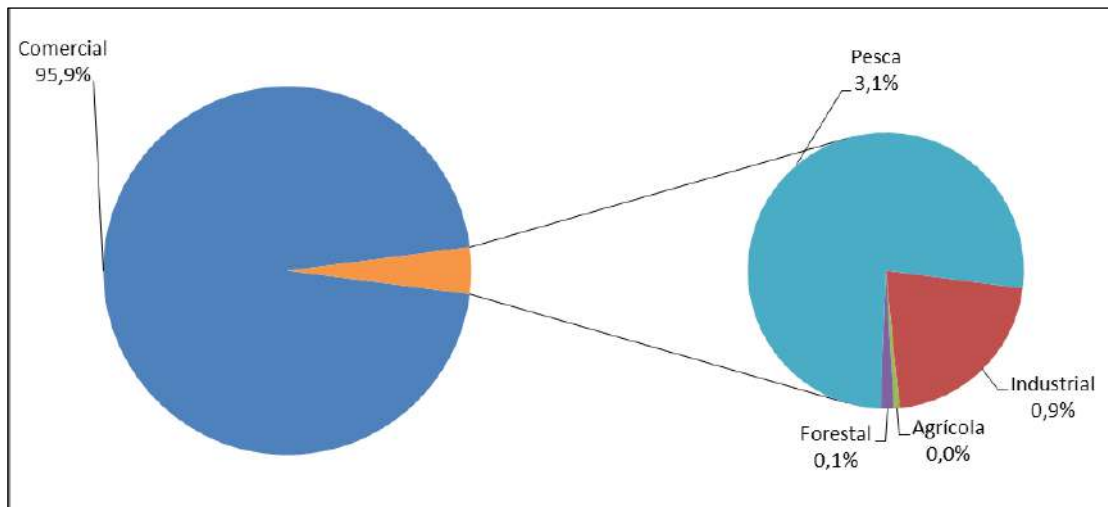


Figura 29: Distribución de consumos eléctricos en el sector privado, año 2016

Sector Público

En el caso del sector público, se observa que el mayor consumo está asociado al alumbrado público con un 47%, seguido por los establecimientos educacionales con un 17%. El resto de los consumos se distribuye de forma similar entre los edificios del municipio, centros de salud y edificios de uso fiscal (servicios regionales o provinciales presentes en la comuna).

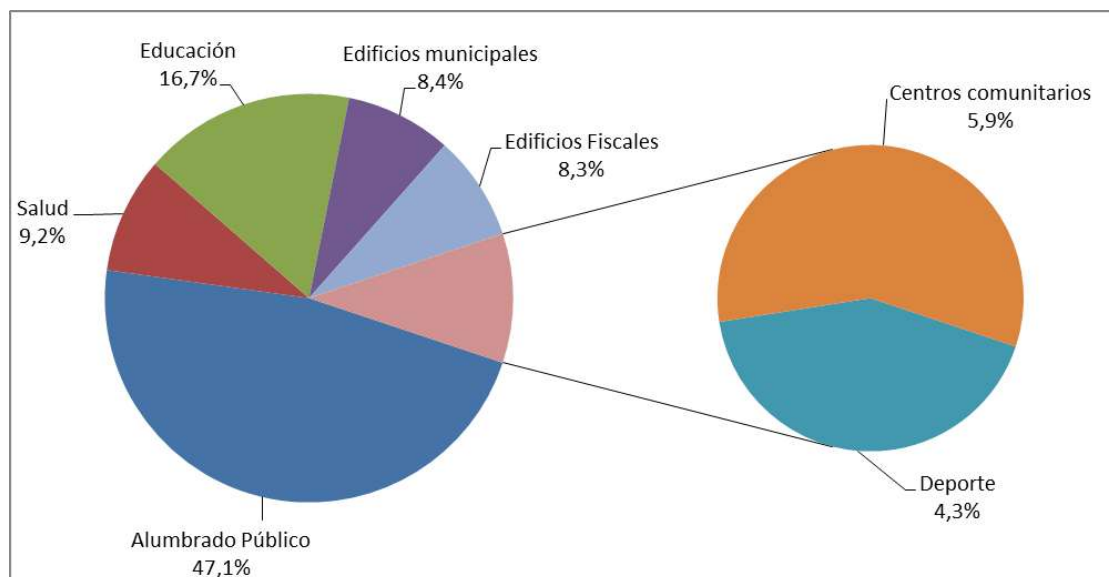


Figura 30: Distribución de consumos eléctricos en el sector público, año 2016

4.2.3 Oferta de energía

La comuna de Lebu recibe su suministro de energía eléctrica desde el Sistema Interconectado Central y la distribución y comercialización de energía es realizada por la Empresa Eléctrica de la Frontera S.A. (Frontel), perteneciente al grupo SAESA.

Según da cuenta la encuesta CASEN de 2015, el acceso a electricidad en el sector residencial es mayoritario en la población. Se verifica que el 99% de la población tiene acceso, siendo la principal fuente la red pública. El detalle se muestra en la tabla siguiente.

Dispone de energía eléctrica	
Sí, red pública con medidor propio	93,8%
Sí, red pública con medidor compartido	3,8%
Sí, red pública sin medidor	1,0%
Sí, generador propio o comunitario	0,5%
No dispone	1,0%

Tabla 12: Acceso a electricidad, Casen 2015

El sistema eléctrico está conformado en la comuna de Lebu, por 4 centrales de generación, una línea de transmisión, una subestación y las redes de la distribuidora Frontel. En la figura siguiente se muestran estas componentes.



Figura 31: Componentes principales del sistema eléctrico en Lebu³⁹

Como se muestra en la figura anterior, en la Comuna de Lebu actualmente hay 4 centrales de generación instaladas, cuyas características se presentan en la tabla siguiente:

³⁹ IDE ENERGÍA – Infraestructura de Datos Especiales, Ministerio de Energía. Revisado online en <http://sig.minenergia.cl/sig-minen/moduloCartografico/composer/>

Central	Propietario	Puesta en servicio	Tipo de unidad	N° de unidades	Potencia bruta [MW]	Energía generada [MWh]	
						2015	2016
Eólica Lebu	Cristalerías Toro S.A.I.C.	01.05.2009	Eólica	9	10,01	8.596	18.240
Lebu	Sagesa	29.05.2007	Diésel	3	2,4	859	3
Raki	InterEnergy	30.07.2015	Eólica	3	9	6.529	8.890
Huajache	InterEnergy	25.11.2015	Eólica	2	6	S.I.	S.I. ⁴⁰

Tabla 13: Centrales de generación ubicadas en la comuna de Lebu⁴¹

Respecto de las líneas de transmisión, la Comisión Nacional de Energía reporta las siguientes:

Propietario	Línea se Transmisión	Tramo	Tensión [kV]	N° Circuitos	Longitud Aprox. (Km)	Capacidad (MVA)
Transnet	Horcones - Lebu	Horcones - Carampangue C1	66	1	5,87	43,55
Transnet	Horcones - Lebu	Carampangue - Curanilahue C1	66	1	27,49	25,49
Transnet	Horcones - Lebu	Curanilahue - Tres Pinos C1	66	1	20,19	25,38
Transnet	Horcones - Lebu	Tres Pinos - Lebu C1	66	1	23,71	25,38

Tabla 14: Líneas de transmisión en Lebu⁴²

Respecto de proyectos a futuro, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) da cuenta de los siguientes:

Proyecto	Titular	Inversión [Millones USD]	Potencia [MW]	Estado	Fecha	
Parque eólico Duna del Sur	Duna del Sur SPA.	16	6	En calificación	21.02.2017	Presentación al SEA
Parque eólico El Arrebol	Empresa Eléctrica El Arrebol SpA	20	9,9	Aprobado	05.01.2016	RCA
Ampliación III Parque Eólico Lebu	Cristalerías Toro SPA.	13	11,25	Aprobado	15.05.2015	RCA
Parque Eólico Lebu Etapa III	NSL Eólica Ltda.	368	184	En calificación	26.04.2013	Presentación al SEA

Tabla 15: Proyectos ingresados/aprobados por el SEA hasta 2017

Cabe destacar que en la Resolución Exenta 36 del 23 de enero de 2017, de la Comisión Nacional de Energía, que “*Declara y actualiza instalaciones de generación y transmisión en construcción*”, no menciona proyectos a ser desarrollados en la Comuna de Lebu.

⁴⁰ InterEnergy adquirió, en enero de 2016, la propiedad de Raki y Huajache de Rame Energy, Ni en la web de la empresa ni en la información de la CNE se entrega la producción energética de Huajache.

⁴¹ Capacidad instalada de generación, Comisión Nacional de Energía.

⁴² Capacidad instalada de transmisión, Comisión Nacional de Energía., revisado online el 22 de marzo de 2017.

Es importante destacar que en Isla Mocha se han desarrollado proyectos para la captación y utilización de los reservorios cercanos de gas natural. En 2013, la Municipalidad de Lebu sometió a evaluación del SEA el proyecto “Construcción Línea de flujo para pozo gas Mocha Norte N°3”, y fue aprobado ese mismo año. Con una inversión de USD400.000, fue desarrollado con el objetivo de “Transportar la producción del Pozo Gas Mocha Norte N°3 mediante la construcción de una línea de flujo con un diámetro nominal de 2" y una extensión de 70 mts hasta la sala de generación existente, para su distribución en la localidad de Isla Mocha”.⁴³

El gas es utilizado para la generación de electricidad. En enero de 2015 ENAP puso en marcha el sistema de generación eléctrica en Isla Mocha, convirtiendo a la isla en la primera autosustentable.⁴⁴

El 31.03.2015, mediante resolución Exenta N°26/2015 del Ministerio de Energía, se reconoció el sistema de autogeneración en zona aislada de la Isla Mocha y se estableció el monto máximo de del subsidio a la operación del sistema (CLP 286.374.000). Este sistema es administrado por una Cooperativa eléctrica y provee 257 usuarios, de los cuales 245 son clientes residenciales. En el año 2015, este sistema generó 186.974 [kWh], de los cuales el 53,4% correspondieron a energía eléctrica subsidiada. El combustible principal de los generadores es desde 2015 el gas natural proveniente de un pozo en concesión de explotación (09.02.2015, D.S. N°13/2015 del Ministerio de Energía). Anteriormente, los motogeneradores operaban solo con diésel.

Parámetros	Características	Observaciones
Clientes Conectados	257 usuarios, desglosados en: - 245 residenciales - 12 no residenciales	N° de Habitantes: 700
Administración	Cooperativa de Generación, Abastecimiento y Distribución de Energía Eléctrica de Isla Mocha	Explotación del pozo Mocha Norte N° 3
Generación total año 2015	186.974 kWh desglosada en: Subsidiada: 99.866 kWh Venta: 87.088 kWh	La producción de gas en el año 2015 fue de 150.431 m ³ /estándar
Consumo total año 2015	186.888 kWh	
Consumo Residencial Promedio año 2015	33,2 kWh/mes	
Energía Subsidiada	100 kWh/mes cargada a una tarjeta	El consumo de energía sobre los 100 kWh, tiene una tarifa de 160\$/kWh. Desde Junio 2015, la tarifa es 170\$/kWh (regularizada)
Subsidio Operación 2014	Arriendo Generador: \$35.294.112 Asistencia Técnica: \$3.025.200 Arriendo Camioneta: \$4.800.000	Cargo Anual al GORE

⁴³ Expediente del proyecto en el SEA,
http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=8224166

⁴⁴ http://www.enap.cl/sala_prensa/noticias_detalle/general/894/enap-puso-en-marcha-sistema-para-generacion-electrica-en-isla-mocha, revisado online el 21 de febrero de 2017.

Características de Operación		
Sistema de Generación utilizado	Central con 590 kVA, de potencia instalada, mediante: - G1. Gas: 250 kVA - G2. Gas: 90 kVA - G3. Diesel: 250 kVA	Problemas de tierra de los transformadores por tanto solo opera G1 y G3
Datos de Operación	Cuenta con 7 operadores destinados a labores de Generación, distribución y operaciones comerciales	
Sistema Distribución	Red MT: 15 Km Red BT: 19,6 Km	Línea MT Trifásica troncal en 13,2 kV
Subestaciones Eléctricas	Trafo: 350 kV	La capacidad de este trafo, limita la generación.

Tabla 16: Principales características del sistema aislado de la Isla Mocha⁴⁵

Calidad del servicio

Como ya se mencionó, la distribuidora de electricidad de la Comuna de Lebu corresponde a Frontel, que al año 2014 se encontraba en el lugar 19 en el ranking de calidad de servicio de empresas distribuidoras de electricidad. Este ranking se construyó considerando: 1) índices de continuidad de suministro (relacionado a las interrupciones), 2) encuesta de calidad de servicio, y 3) reclamos de los clientes. La empresa tuvo una nota de 8,17 sobre un máximo de 10, y en particular para el índice de continuidad, 7,53 sobre 10.

Es importante destacar que la empresa, si bien presenta indicadores que pueden mejorarse sustancialmente, ha mostrado una evolución positiva en la continuidad de servicio: mientras que en 2010 26 alimentadores excedieron las interrupciones permitidas, en 2013 solo eran 3 los que estaban fuera de la normativa.

En cuanto al índice SAIDI⁴⁶ de la SEC, el año 2015 Lebu fue la treceava comuna más afectada de la región, con interrupciones asociadas principalmente a “razones externas”.

⁴⁵ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016.

⁴⁶ Definición: Análisis del indicador SAIDI (siglas en inglés de “System Average Interruption Duration Index”), que representa la duración promedio de interrupciones que experimenta un cliente durante un período de tiempo, medida en horas
Duración promedio de interrupciones que experimenta un cliente durante un, medida en horas

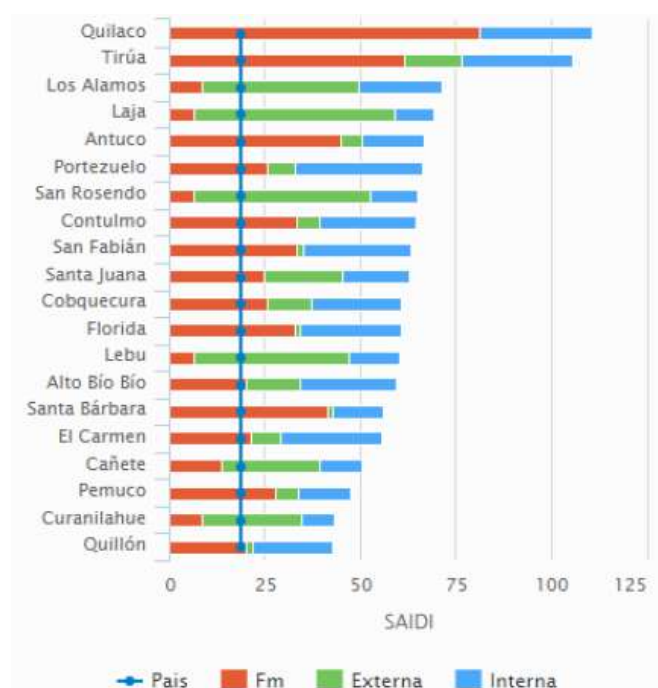


Figura 32: Índice SAIDI año 2015, fuente: Cuenta pública SEC año 2015.

4.3 Combustibles

Para efectos del análisis, se distinguen 2 usos principales de los combustibles, que son la generación de energía de uso térmico (calefacción, procesos industriales, etc.) y fuerza motriz para el transporte.

4.3.1 Precio de los combustibles

Para poder comparar los precios de la energía se realiza la transformación de una unidad de energético (por ejemplo, 1 [kg] de GLP, o 1 [l] de diésel) a kWh, utilizando los parámetros contenidos en el Balance Nacional de Energía, publicado por el Ministerio de Energía⁴⁷

Combustible	[\$/kWh]
Gasolina 93	75,8
Gasolina 95	80,0
Gasolina 97	83,7
Kerosene	50,7
Petróleo diésel	47,2
Gas Licuado	105,4
Electricidad ⁴⁸	158,974

Tabla 17: Precios equivalentes de los energéticos

En el caso de la leña, el mercado es mayoritariamente informal. En la zona urbana, el precio del m³ de leña (la que se comercializa principalmente en el formato de metro lineal o “metro astilla”) se estima en \$15.000. En los sectores rurales, según el taller con la comunidad mapuche, la mayoría de los habitantes obtienen la leña de la recolección propia en bosques aledaños.

4.3.2 Consumo de combustibles uso térmico

La energía térmica en la comuna de Lebu es demandada principalmente por el sector residencial, tanto para la calefacción como para la cocción de alimentos. Debido a que el sector privado carece de industrias intensivas en energía, el uso de combustibles para uso térmico en el sector comercial es bajo.

Sector Residencial

Respecto del uso de combustibles en el sector residencial, se cuenta con datos de la encuesta CASEN de 2015. El principal energético utilizado en calefacción es la leña, que también tiene una participación importante en la cocción, mientras que mayoritariamente, las necesidades de calentamiento de agua sanitaria se suministran con electricidad⁴⁹.

⁴⁷ Los parámetros considerados son:

Producto	Densidad [Ton/m ³]	Poder Calorífico [kCal/kg]
Gas Licuado	0,55	12.100,00
Gasolina Motor	0,73	11.200,00
Kerosene	0,81	11.100,00
Petróleo Diésel	0,84	10.900,00
1 kg GLP	12,31	kWh
1 Tcal	1.160.000	kWh

⁴⁸ Corresponde al precio de la energía, para la tarifa BT1.

⁴⁹ El consumo de electricidad para el agua caliente forma parte del capítulo 4.2.2.

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta Casen 2015, donde se identifica la distribución de combustibles para uso térmico en el sector residencial.

Energético para cocinar	
Gas Licuado	63,2%
Parafina o petróleo	0,5%
Leña o derivados	34,9%
Carbón	1,4%
Energético para calefacción	
Gas Licuado	4,8%
Parafina o petróleo	0,5%
Leña o derivados	88,5%
Electricidad	2,4%
E. solar	0,5%
No usa combustible o fuente de energía	1,0%
No tiene sistema	2,4%
Energético para agua caliente sanitaria	
Gas Licuado	25,8%
Parafina o petróleo	0,5%
Leña o derivados	1,9%
Carbón	0,5%
Electricidad	47,4%
E. solar	1,0%
No usa combustible o fuente de energía	1,4%
No tiene sistema	21,5%

Tabla 18. Energéticos destinados a distintos usos finales, Casen 2015

Según información de la encuesta Casen año 2006⁵⁰, el consumo estimado de combustibles por familia en Lebu responde a los siguientes valores:

Combustible	Consumo promedio por familia [kg/año]
Leña	5.154
Gas Licuado (GLP)	117
Kerosene (Parafina)	19

Tabla 19: Consumo de combustibles por familia, Casen 2006

Considerando que en la comuna al año 2016 se estima un total de 7.265 familias, el consumo de combustibles de uso térmico es de **166,2 [GWh]**.

⁵⁰ En el año 2006, la encuesta Casen de forma particular consideró una serie de preguntas específicas asociadas al consumo de distintos energéticos.

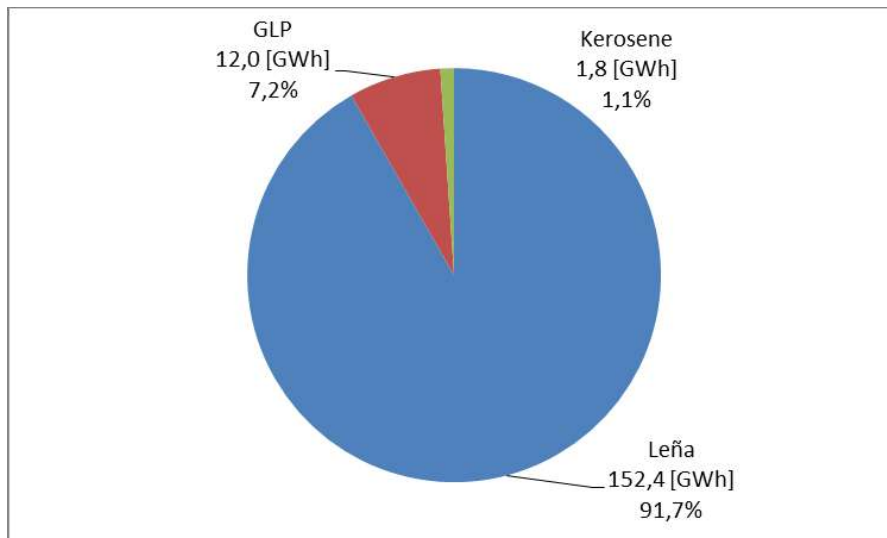


Figura 33: Consumo anual de combustibles de uso térmico sector residencial, año 2016

Sector Privado

Como se mencionó anteriormente, el sector privado de Lebu está compuesto principalmente por empresas de giro comercial. Según información provista por el estudio de Costo-Beneficio para implementar una red de gas natural en ciudades del sur⁵¹, el consumo de combustibles del sector comercial en Lebu contempla:

Combustible	Consumo total [MWh]
Gas Licuado (GLP)	488,5
Diésel	108,2

Tabla 20: Consumo de combustibles uso térmico sector privado

Además, se debe considerar que en el año 2016, el consumo de diésel asociado a la central Lebu fue de 34,2 [MWh]. Con esto, el consumo del sector privado alcanzó **0,63 [GWh]** el 2016.

Sector Público

Del estudio del gas natural citado anteriormente, se tiene información declarada para los consumos de combustible de uso térmico del sector fiscal. Además, el municipio proporcionó los gastos en combustible asociados a uso térmico. Con esta información se tiene:

Combustible	Consumo total [MWh]
Aserrín	116,3
Carbón	2.558,6
Diésel	264,5
GLP	13,4

Tabla 21: Consumo de combustibles uso térmico sector público

Por lo tanto, el consumo del sector alcanzó **3,0 [GWh]** el 2016.

⁵¹ Estudio, Costo-beneficio de implementar una red de gas natural en ciudades con consumo intensivo de leña, Tabla A.2.17 (página 245)

4.3.3 Consumo de combustibles uso transporte

Se distinguen tres modos distintos de transporte, los cuales se nombran de acuerdo a la metodología STEP: Modo Caminero, Modo Naval y Modo Aéreo.

Modo Caminero

De acuerdo a los anuarios del parque de vehículos en circulación, al año 2015 existía un total de 4.196 vehículos en la comuna de Lebu, de los cuales 3.861 correspondían a vehículos particulares (92% del total), 152 correspondían a transporte colectivo (3,6% del total) y 183 correspondían a transporte de carga (4,4% del total).

La tasa promedio de crecimiento del parque vehicular en Lebu entre los años 2001 y 2015 ha sido de un 8%, como se muestra en la figura a continuación.

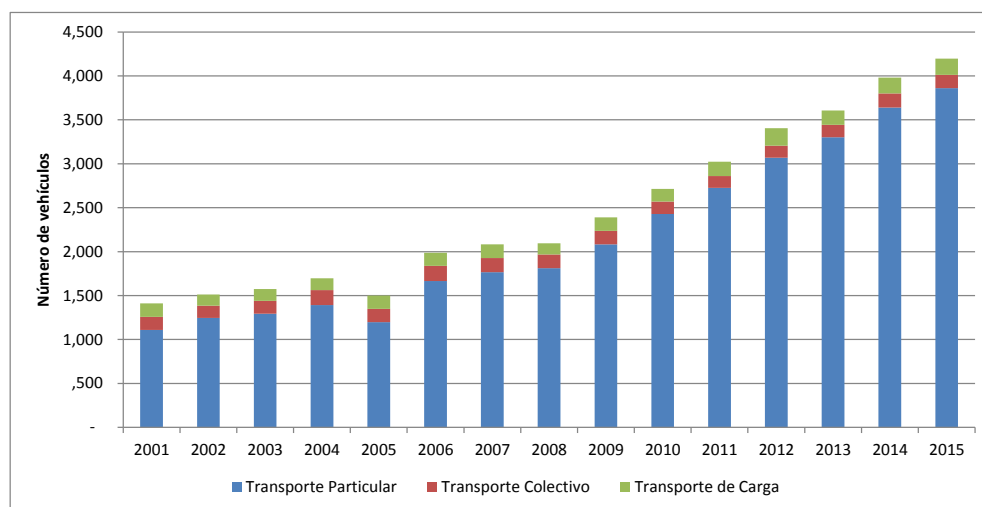


Figura 34: Evolución del parque vehicular en Lebu, desagregada por tipo de transporte⁵²

La tasa promedio de crecimiento para el transporte particular en el período analizado, corresponde a un 10%, mientras que la tasa de crecimiento para el transporte colectivo es de un 0,5% y para transporte de carga es de un 2,0%. Tomando en consideración el crecimiento promedio del parque vehicular entre el período 2001 y 2015, y considerando que el porcentaje de la composición vehicular se mantiene constante para las tres categorías consideradas, se obtiene que el parque vehicular para el año 2016 corresponde a 4.552 vehículos, desagregado de la siguiente manera:

⁵² Fuente: Anuarios parques de vehículos en circulación, INE.

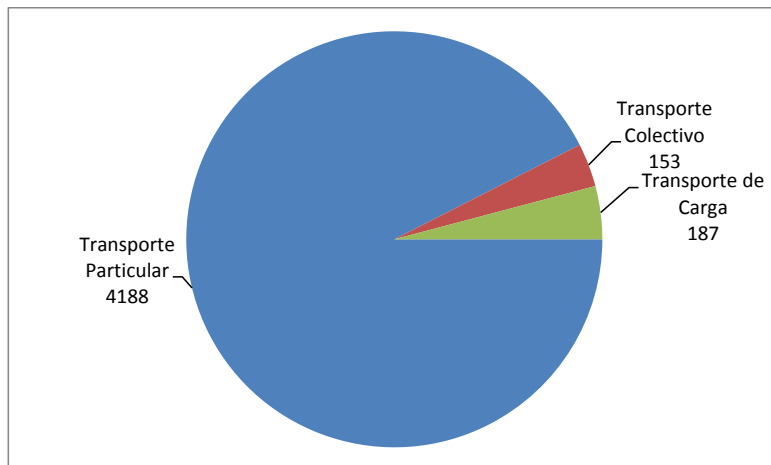


Figura 35 Distribución del parque automotriz de Lebu para el año 2016, desagregada por categoría.

Para estimar el consumo de combustible asociado al uso del parque automotriz, se utiliza la siguiente ecuación:

$$CC = Nveh \cdot NA \cdot \frac{FdC}{\rho}$$

En donde:

CC : Consumo de combustible, en [m3/año]

$Nveh$: Cantidad de vehículos en la categoría, en unidades [vehículos]

NA : Corresponde al nivel de actividad para la categoría, en [km/año]

FdC : Corresponde al factor de consumo, en [gr/km]

ρ : Corresponde a la densidad del combustible, en unidades de [gr/m3]

Los valores de los parámetros indicados anteriormente se toman de los valores a nivel regional indicados en SECTRA, 2014⁵³. No se cuenta con información sobre estos parámetros a nivel comunal.

	Vehículos particulares				Taxis				Camión	Buses	Motos
	Particular Comercial		Particular Pasajeros		Básico		Colectivo				
	Gas.	Diésel	Gas.	Diésel	Gas.	Diésel	Gas.	Diésel			
Vel. promedio [km/h]	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4	37,4
FdC promedio [gr/km]	94,2	71,5	64,6	51,3	67,2	74,9	67,2	74,9	156,4	313,5	34,7
Nivel actividad [km/año]	14.869	14.869	12.390	12.390	24.781	24.781	24.781	24.781	37.700	54.455	5.000

Tabla 22 Parámetros utilizados para determinar el consumo de combustible del sector transporte en Lebu

La densidad de los combustibles considerados se obtiene de BNE 2014⁵⁴, y corresponde a 730.000 [g/m3] para la gasolina y 840.000 [g/m3] para el diésel.

⁵³ Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP), SECTRA Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, junio de 2014

Con esta información, se obtiene para Lebu los siguientes valores de consumo:

Combustible	Particular Comercial	Particular Pasajeros	Taxi Básico	Taxi Colectivo	Camiones	Buses	Motos
Gasolina [MWh/año]	35.440	14.463	434	1.210	-	-	260
Diésel [MWh/año]	4.620	406	-	875	12.931	8.440	-
TOTAL [MWh/año]	40.060	14.868	434	2.084	12.931	8.440	260

Tabla 23: Consumos de combustible modo caminero, año 2016

Además, el municipio proporcionó la información de gasto de combustible de los vehículos municipales del 2016, que ascendió a \$ 48.065.170 [CLP], con una proporción estimada de 70% diésel y 30% gasolina. Considerando los precios promedio de diésel y gasolina 95 durante el 2016, se estima un consumo de **893 [MWh/año]** asociado al sector público.

Finalmente, el consumo del modo caminero es de **80,0 [GWh]**.

Modo aéreo

Los consumos asociados a los viajes a la Isla Mocha se definen como consumos correspondientes a la comuna de Lebu.

Para estimar el consumo asociado a transporte en modo aéreo, se consultó a una de las tres empresas que opera realizando vuelos entre Tirúa / Lebu e Isla Mocha⁵⁵. De acuerdo a esta consulta, la cantidad de vuelos y el consumo de combustible es el siguiente:

Parámetro	Valor	Unidad
vuelos mensuales entre marzo y diciembre	15	[vuelos/mes]
vuelos mensuales entre enero y febrero	60	[vuelos/mes]
combustible consumido por cada vuelo	20	[litros/vuelo]
cantidad de avionetas que realizan vuelos	3	[avionetas]
Total consumo combustible para aviación	16.200	[litros/año]
Total uso energía para aviación	150,32⁵⁶	[MWh/año]

Tabla 24: Estimación del consumo de combustible asociado a modo aéreo

Durante el período entre febrero y marzo, cada avioneta realiza un promedio de 15 vuelos al mes, que consumen 10 litros de ida y 10 litros de vuelta. En la época estival, el promedio de viajes aumenta a 60.

⁵⁴ Balance Nacional de Energía 2015, publicado por la Comisión Nacional de Energía en energiaabierta.cl/balance-energetico

⁵⁵ Se consultó a don Juan Carlos Paul, uno de los operadores.

⁵⁶ Se considera como combustible gasolina avión, con un PCI 0,7, obteniendo un consumo de 9,28 [kWh/litro].

Modo marítimo

Las estadísticas sobre la cantidad de embarcaciones que operan en Lebu se encuentran divididas en lanchas y botes. Los botes en general corresponden a embarcaciones sin cubierta completa, que pueden o no contar con un motor de propulsión. Por otro lado, las lanchas corresponden a embarcaciones mayores, generalmente con cubierta y motor de propulsión.

De acuerdo al diagnóstico pesquero de la Municipalidad de Lebu⁵⁷, en la comuna existían 507 embarcaciones al año 2013. Como se puede apreciar en la figura a continuación, el registro de embarcaciones de pesca artesanal ha tenido un aumento exponencial a partir del año 2002.

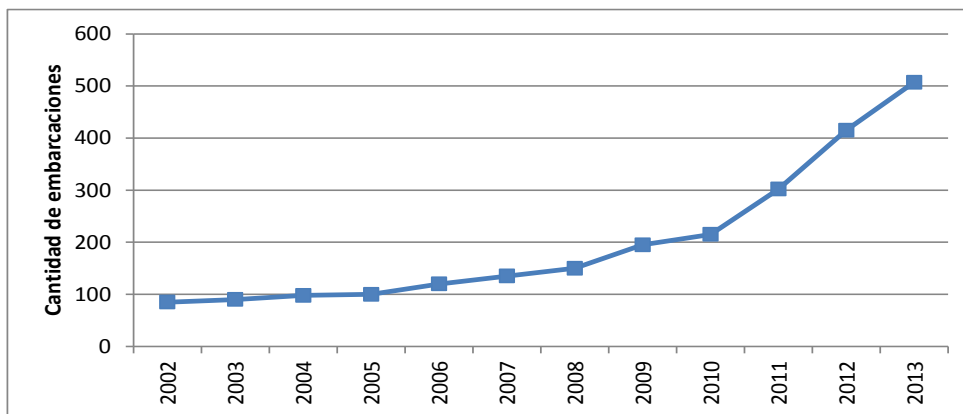


Figura 36 Evolución de la cantidad de embarcaciones artesanales en la comuna de Lebu, período 2002-2013

A pesar de que la serie de datos anterior podría indicar que se mantiene la tendencia de aumento en la cantidad de embarcaciones para el período de línea base considerado (año 2016), se debe considerar que hubo un cierre de registro para nuevas embarcaciones en el año 2013, por lo que se trabajará utilizando este último valor.

Del total de embarcaciones presentes en Lebu, se tiene que 308 corresponden a botes a motor, mientras que 199 corresponden a lanchas. El tamaño de los motores que estas embarcaciones poseen, se determina en base a la eslora de los mismos⁵⁸.

Para determinar el consumo de diésel de las lanchas, se considerará un total de 7.813 zarpes con un tiempo promedio de operación del motor que varía entre 12 a 48 horas, dependiendo del tipo de embarcación.

En función del largo de eslora, se estima el tamaño del motor, y por ende se puede calcular el consumo de combustible por embarcación.

⁵⁷ Diagnóstico del Sector Pesquero Artesanal Continental de la Comuna de Lebu, entre las Caletas de Millongue y Morhuilla

⁵⁸ La eslora corresponde a la longitud del barco entre proa y popa.

Tipo embarcación	Largo eslora	Cantidad	Tamaño motor (HP)	Total consumo ⁵⁹ [MWh/año]
Bote	4,5	5	50	162,5
	5,5	2	50	64,2
	6,5	16	50	517,7
	7,5	58	100	4.186,7
	8,5	93	100	6.714,0
	9,5	95	150	15.716,3
	10,5	5	150	829,9
Lancha	8,5	5	100	414,1
	9,5	8	100	659,4
	10,5	14	150	2.778,5
	11,5	30	150	5.950,5
	12,5	10	150	1.979,4
	13,5	25	200	10.455,3
	14,5	30	200	12.525,7
	15,5	19	250	12.978,8
	16,5	18	250	12.302,4
	17,5	51	250	34.793,3

Tabla 25: Consumos de combustible por tipo de embarcación

Consolidando los resultados, se tiene que el consumo asociado al modo marítimo es de **119.177 [MWh]**.

⁵⁹ Es importante señalar que los valores han sido calculados en base a una serie de supuestos en cuanto al tiempo de viaje y tipo de recurso extraído, en función del tamaño de cada embarcación.

Resumen sector transporte

Los resultados de consumo de los 3 modos pueden ser agregados por sector de la siguiente forma:

Sector	Uso	Modo	Total consumo [MWh/año]
Privado	Particular comercial	Caminero	40.060
	Taxis básicos	Caminero	434
	Taxis colectivos	Caminero	2.084
	Camiones	Caminero	12.931
	Buses	Caminero	8.440
	Embarcaciones	Marítimo	119.177
	Avionetas	Aéreo	150
Residencial	Particular pasajeros	Caminero	14.868
	Motos	Caminero	260
Público	Vehículos municipales	Caminero	893

Tabla 26: Agregación del consumo de transporte por sectores

Finalmente, se tiene que el consumo de combustibles asociado al transporte es de **199,3 [GWh]** para el año 2016.

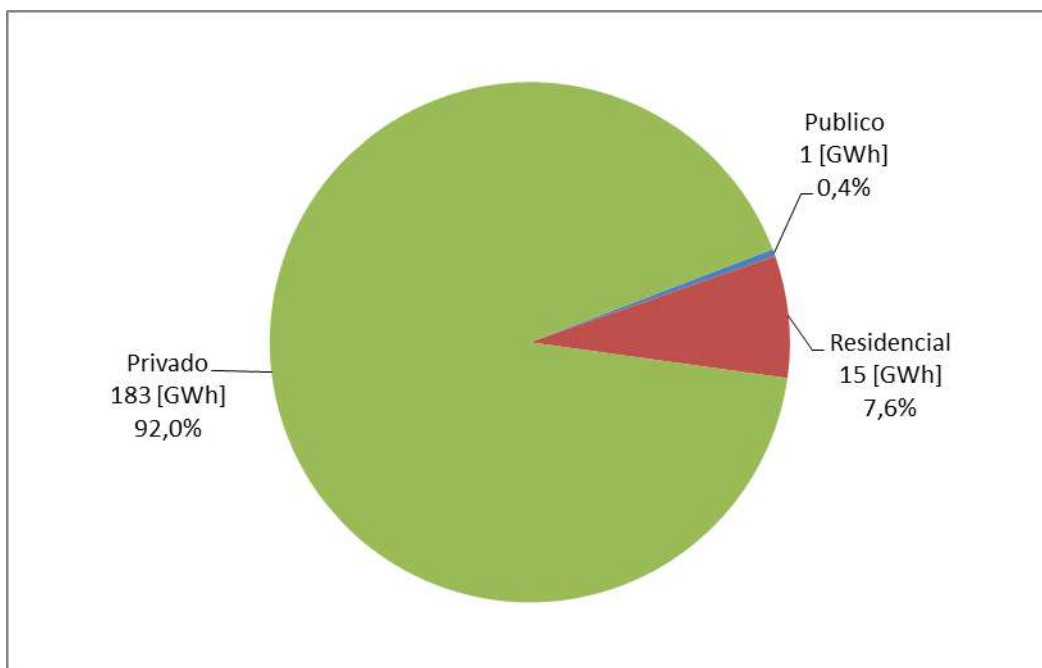


Figura 37: Distribución del consumo del transporte por sectores, año 2016

4.3.4 Oferta de energía

Combustibles líquidos

Respecto al transporte de combustibles, la comuna no cuenta con oleoductos ni gaseoductos. Por su parte, el abastecimiento es realizado a través de 2 estaciones de servicio, que ofrecen lo siguiente:

	Diésel	Kerosene	Gasolinas ⁶⁰
Copec	√	√	√
Terpel	√		√

Tabla 27: Estaciones de servicio en Lebu y su oferta

En la comuna tampoco se encuentran explotaciones petroleras ni refinerías, por lo que resulta ser un consumidor neto de combustibles líquidos.

Combustibles gaseosos

Entre la oferta de las estaciones de servicio no se encuentran combustibles gaseosos (GNC o GLP vehicular), sino que solamente combustibles líquidos.

En lo referente a la distribución de gas licuado, en la página web del Gobierno Central, <http://www.gasenlinea.gob.cl>, se da cuenta de la existencia de 2 puntos de distribución de cilindros de gas en la comuna, ambos pertenecientes a la empresa Abastible.

Por otro lado, como ya se mencionó, en la comuna hay reservorios de gas natural, cuya producción es utilizada para la generación de electricidad. En la zona se encuentran 2 pozos operativos: Mocha Norte N° 3, como principal productor, y pozo Mocha Sur N° 2 como respaldo a futuro. Según informó el Ministerio de Energía⁶¹

Los pozos fueron perforados por ENAP en la década del '70 y no fueron explotados dado que su producción no era comercialmente aprovechable. Luego, en 2012, la Empresa Nacional del Petróleo daba cuenta de la colaboración desarrollada con el Gobierno Regional del Biobío, en el desarrollo del proyecto de generación eléctrica, a través de la normalización de las instalaciones y el apoyo al operador de los generadores.⁶²

Combustibles sólidos

Lebu cuenta con una importante historia en lo que se refiere al desarrollo de la industria carbonífera. En 1989 ENACAR concurre a la formación de la filial Carbonífera Victoria de Lebu S.A. (Carvile S.A.). El 29 de octubre de 2008, Carvile S.A. decidió el cese definitivo de las actividades extractivas y productivas de su Mina La Fortuna de Lebu.⁶³

Actualmente la Empresa Nacional del Carbón fue liquidada⁶⁴ y su personalidad jurídica extinguida, por lo tanto, ya no realiza la compra de producción a pirquineros y su posterior comercialización.

⁶⁰ Incluye gasolina 97, 95 y 93.

⁶¹ Respuesta a consulta por Ley de Transparencia.

⁶² ENAP, Reporte de Sustentabilidad 2012.

⁶³ Revisado online el 23 de marzo de 2017, en <http://www.enacar.cl/historia.html>.

⁶⁴ Oficio Ord. N° 3.264, de fecha 31 de enero de 2017, de la Superintendencia de Valores y Seguros (SVS).

4.4 Caracterización detallada del consumo a nivel residencial

4.4.1 Consumo total y desagregación por energéticos

El **consumo energético total del sector residencial** en la comuna de Lebu es de **190,5 [GWh/año]**. El principal energético utilizado es la leña, que representa el 80% del total consumido por el sector. Su uso principal es para la calefacción y en menor medida la cocción de alimentos.

El **consumo por habitante** obtenido es de **7.313 [kWh/año]**, lo que conlleva a un gasto promedio mensual por familia de **67.029 [CLP]**. Considerando que el ingreso promedio por familia en Lebu es de 369.631⁶⁵ [CLP], se tiene que **el gasto energético representa un 18,1% del ingreso mensual del grupo familiar**.

Cabe destacar que no se ha incluido el carbón en este balance, a pesar de tener conocimiento de su uso en la comuna, porque no se ha podido encontrar información de su consumo.

Energético	Consumo anual total sector residencial [GWh]	Consumo por habitante [kWh]	Precio por habitante [CLP]
Electricidad	9,1	349	\$ 55.547
GLP	12,0	460	\$ 48.443
Kerosene	1,8	68	\$ 3.446
Leña	152,4	5.848	\$ 70.282 ⁶⁶
Diésel	0,4	16	\$ 735
Gasolina	14,7	565	\$ 45.194
Gas natural (Isla Mocha)	0,1	4	\$ 595
Total	190,5	7.309	\$ 224.242

Tabla 28: Consumos energéticos del sector residencial de Lebu

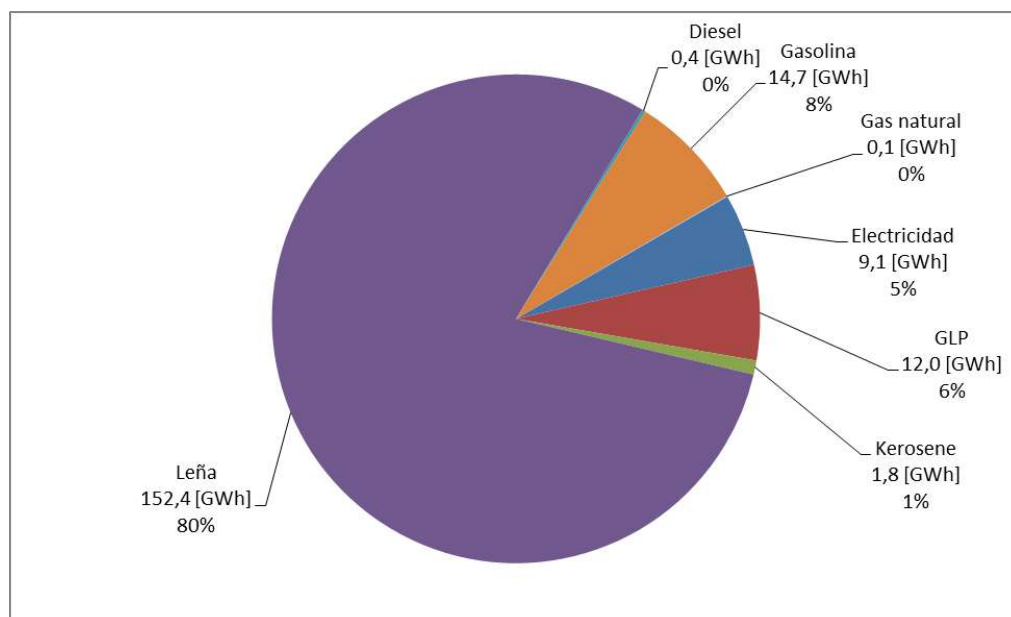


Figura 38: Consumos energéticos totales del sector residencial de Lebu

⁶⁵ En base a información provista en el PER Biobío

⁶⁶ Se considera como supuesto que el 50% de la población compra la leña y el otro 50% la obtiene de forma gratuita por recolección

4.4.2 Consumo eléctrico del sector residencial

La información facilitada por Frontel permitió identificar dos principales grupos de clientes eléctricos: los hogares con un consumo inferior a 300 [kWh/mes] (“grupo A”) y los que tienen un consumo igual o superior a 300 [kWh/mes] (“grupo B”).

Por otro lado, gracias al PER 2016 Biobío⁶⁷, se conoce el consumo en energía eléctrica del sector residencial en la Isla Mocha. Este documento también indica que Lebu cuenta con una electrificación del 99,7%, por lo que de los 7.265 hogares de la comuna⁶⁸, 22 no tendrían energía eléctrica.

Considerando lo anterior, se obtienen los grupos de consumo eléctrico descritos en la Figura 39, donde **el 94% de los hogares tiene un consumo eléctrico de 1.189 [kWh/año]** (“grupo A” de clientes Frontel). A este grupo corresponde el 88% del consumo eléctrico del sector residencial en la comuna. Los 160 hogares del “grupo B” de clientes Frontel consumen por su parte el 11% de la energía eléctrica del sector residencial de la comuna.

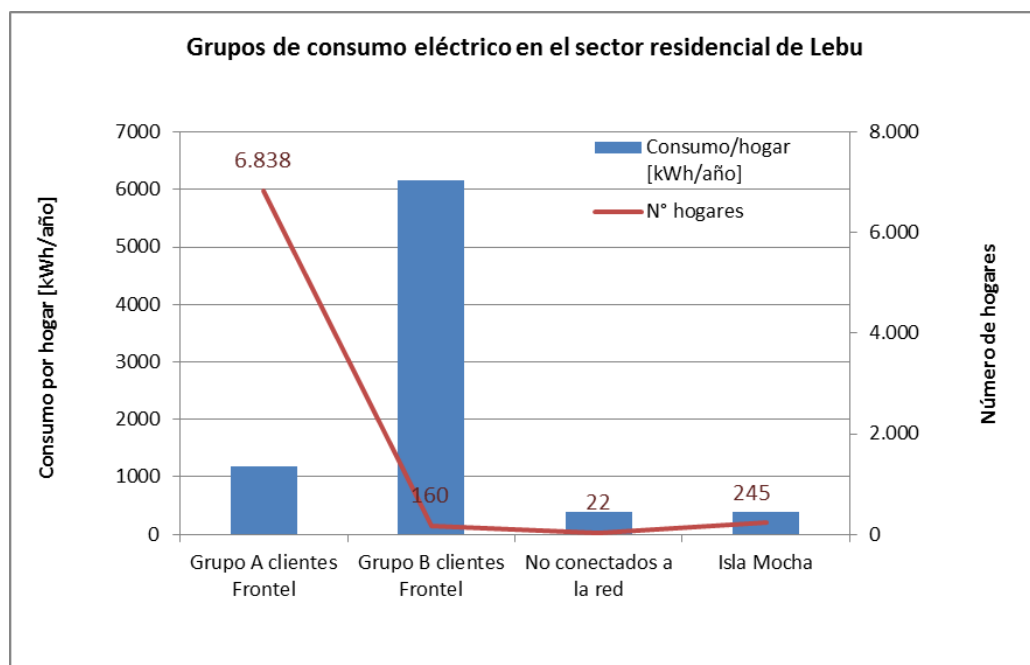


Figura 39: Tipología de consumo eléctrico del sector residencial de Lebu

En 2010, la CDT ha realizado encuestas a nivel país para determinar los consumos de energía en los hogares, en función de la zona térmica⁶⁹. Además de los resultados de la encuesta Casen 2015, se tiene el porcentaje de familias que utilizan electricidad para la ducha (47% de la población) y para la calefacción (2,4% de la población)⁷⁰. Con esta información, es posible construir una caracterización del consumo de electricidad por uso final.

⁶⁷ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016.

⁶⁸ Estimación 2016 en base a la población proyectada y al número de personas por hogar según la encuesta CASEN 2009.

⁶⁹ Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial, CDT, 2010.

⁷⁰ En el caso de la calefacción con electricidad, debido al bajo porcentaje de cobertura, no se considera como uso final.

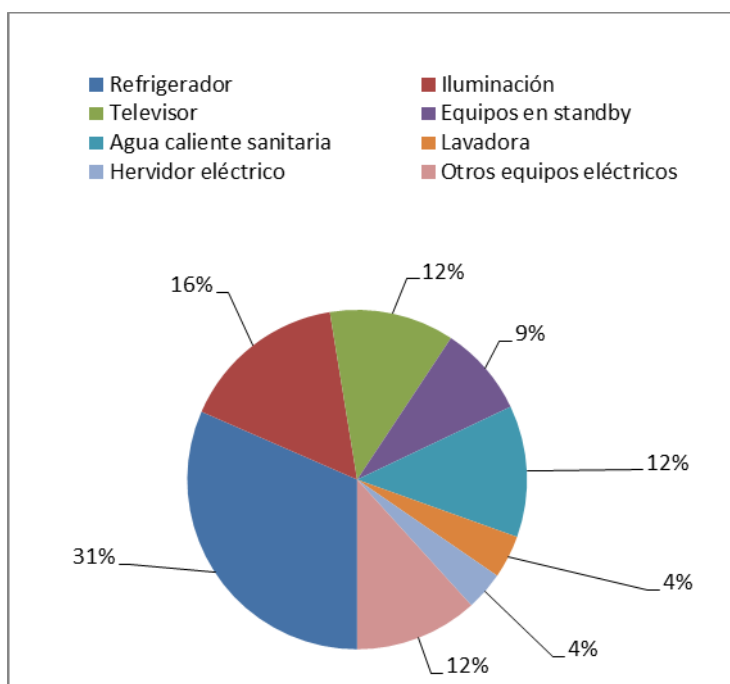


Figura 40: Consumo de energía eléctrica por uso final en Lebu⁷¹

Así como se puede observar en la mayoría de las viviendas del país, los mayores consumos en energía eléctrica de los hogares son para los refrigeradores, la iluminación y la televisión. Cabe destacar en Lebu la importancia de las duchas eléctricas, que se encuentran en un 47% de los hogares y tienen un impacto significativo en el consumo del hogar (12% del consumo eléctrico considerando el sector residencial⁷²).

4.4.3 Consumo térmico del sector residencial

Gracias a la información indicada en el 4.4.1, se conoce la energía total consumida por el sector residencial. Excluyendo la electricidad, el gas natural y el diésel y gasolina del sector transporte, se obtiene un consumo asociado a combustibles de uso térmico de 166 [GWh/año].

Para conocer el uso final de esta energía, se aplican los valores porcentuales de la encuesta Casen de 2015, donde se consulta por los energéticos principales para cocción, calentamiento de agua y calefacción.

	Cocción	Agua caliente	Calefacción
Leña	34,90%	1,90%	88,50%
GLP	63,20%	25,80%	4,80%
Kerosene	0,50%	0,50%	0,50%
Otros	1,40%	71,80%	6,20%

Tabla 29: Porcentajes de participación de energético por uso final de energía térmica

⁷¹ En base a los resultados de la zona térmica 4 del Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial, CDT, 2010.

⁷² Este porcentaje se obtuvo luego de definir la cantidad de energía eléctrica en la energía total consumida para generar agua caliente sanitaria a nivel residencial en la comuna. Es por esto que aparece ahí, aunque no todas las viviendas de la comuna tienen duchas eléctricas.

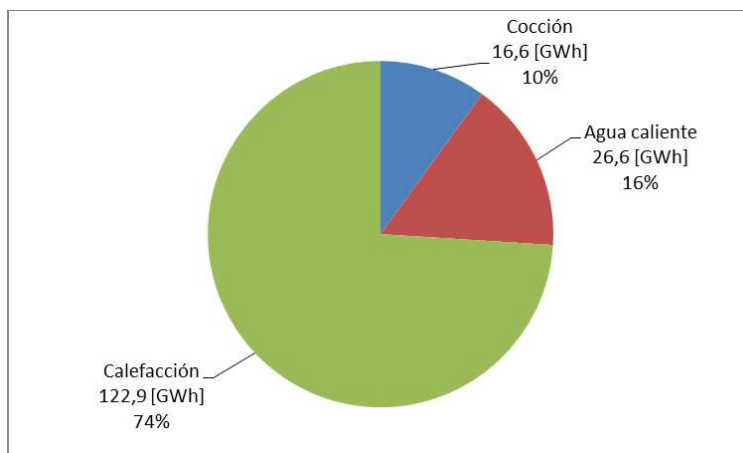


Figura 41: Uso final de energía térmica (exclusivamente en base a combustibles, es decir excluye la electricidad) en el sector residencial de la comuna de Lebu

4.5 Resumen diagnóstico energético

4.5.1 Indicadores energéticos de la comuna

Utilizando los resultados de consumo obtenidos para el diagnóstico energético, se elaboran algunos indicadores globales de consumo de energía para la comuna de Lebu.

Parámetro	Valor	Unidad
Número de habitantes en Lebu	26.061	[habitantes]
Número de viviendas en Lebu	7.265	[viviendas]
Número de vehículos en Lebu	4552	[vehículos]
Consumo energía eléctrica	22,2	[GWh/año]
Consumo energía térmica	169,7	[GWh/año]
Consumo energía transporte	199,3	[GWh/año]
Consumo total de energía	391,2	[GWh/año]

Tabla 30: Parámetros base para la construcción de indicadores de Lebu

Los indicadores son los siguientes:

- El consumo anual de energía por habitante es $7,3^{73}$ [MWh/hab]
- El consumo anual de energía por vivienda es 26,2 [MWh/vivienda]
- El consumo anual de combustible por vehículo es 1.737 [litros/vehículo]
- El costo anual de energía de la comuna es de \$ 21.215 [MM CLP], lo que equivale a un 21,2% del PIB de la comuna⁷⁴.

Los consumos de energía eléctrica y combustibles de uso térmico pueden ser comparados con otras comunas que han elaborado su Estrategia Energética Local⁷⁵. Tal como se muestra en las siguientes figuras:

⁷³ Considera solo los consumos asociados al sector residencial

⁷⁴ PIB de la comuna se obtuvo al ponderar por población el PIB de la Provincia de Arauco, fuente: Análisis Regional Territorial Etapa 2, Estrategia Desarrollo Regional y PROT Biobío

⁷⁵ En el caso de los combustibles para el transporte, no existe experiencia comparable en otras comunas

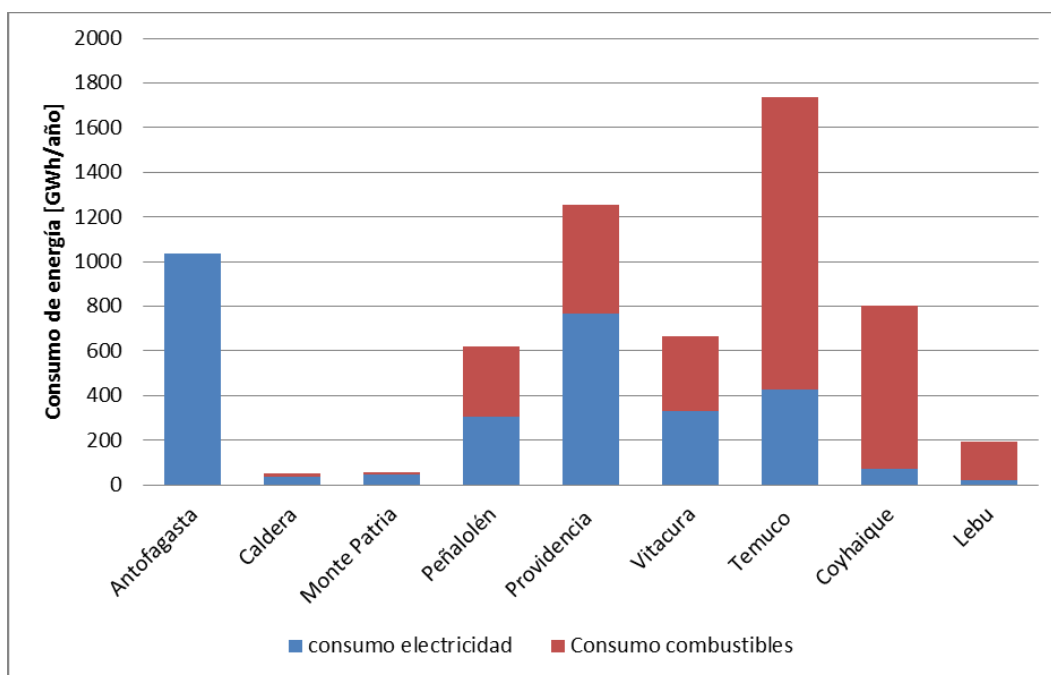


Figura 42: Comparación del consumo total de energía para algunas comunas de Chile

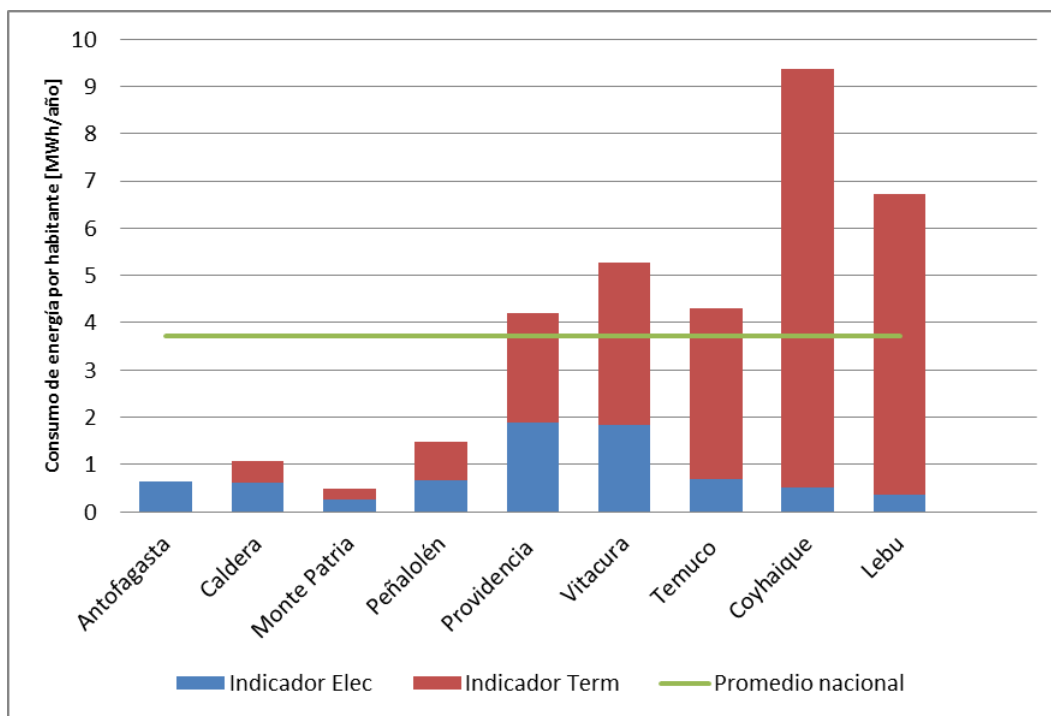


Figura 43: Comparación del consumo de energía del sector residencial por habitante para algunas comunas de Chile

Como se observa en la Figura 42, en términos absolutos la comuna de Lebu presenta un bajo consumo de energía. Sin embargo, si se compara el consumo por habitante del sector residencial (Figura 43), la comuna de Lebu presenta un alto consumo, muy por sobre el promedio nacional.

4.5.2 Consumos agregados

Por Sector

A continuación se presenta el consumo desagregado por sectores de la comuna de Lebu.

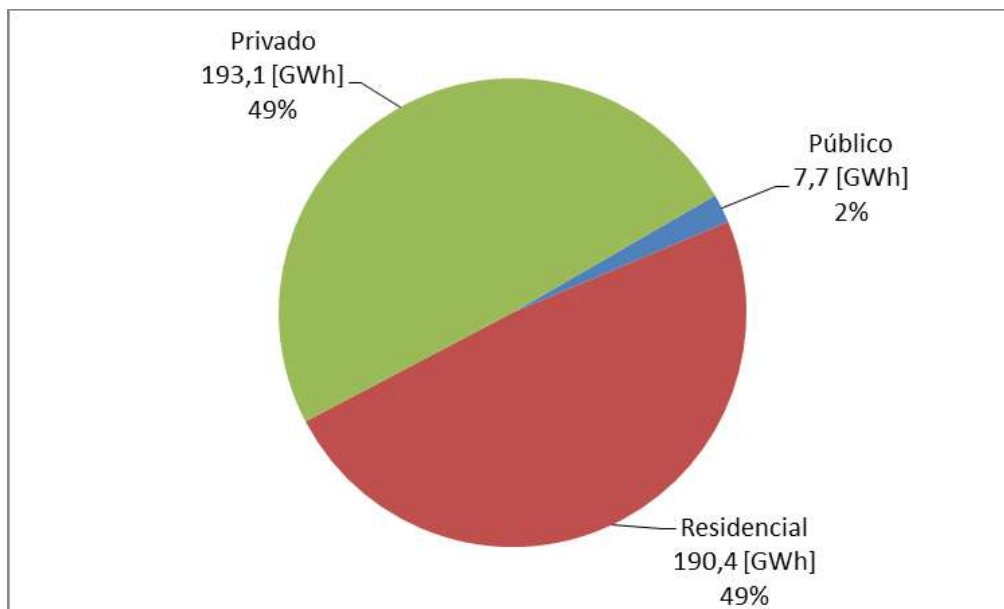


Figura 44: Consumo de energía por sector en la comuna de Lebu, año 2016

Se observa que los principales sectores consumidores son el residencial y privado, con el 49% del total cada uno, mientras que el sector público solo representa el 2% del consumo.

Por energético

A continuación se presenta el consumo desagregado por energético en la comuna de Lebu.

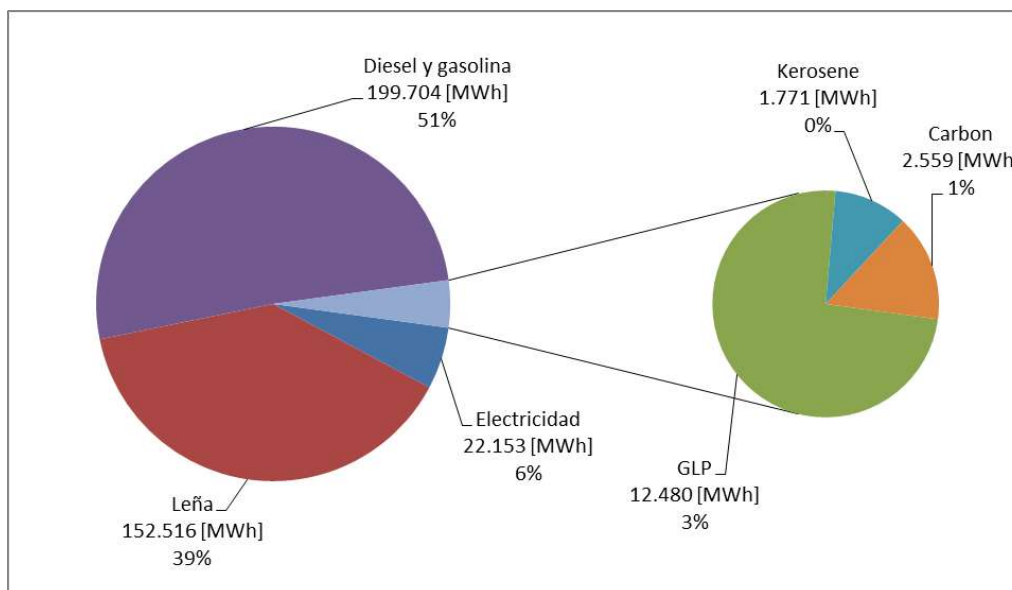


Figura 45: Consumo de energía por energético en la comuna de Lebu, año 2016

Se observa un consumo de energía predominante de combustibles (un 94% del total), donde la leña representa un 39% y el diésel y gasolina un 51%.

5. Proyección del consumo energético

A continuación se indican las proyecciones de demanda energética desagregadas para los sectores residencial, público y privado. Estas demandas consideran un escenario Business as Usual (BaU).

La principal variable que se utilizará para realizar las proyecciones de demanda energética corresponde a la población de Lebu. De acuerdo a requerimientos de la Municipalidad de Lebu, se deben considerar los antecedentes del Censo 2002 proyectados con una tasa de crecimiento fija de 0,287, que corresponde a la tasa intercensal entre el año 1992 y 2002.

De esta manera, la población esperada para el año 2030 es de 27.128 habitantes

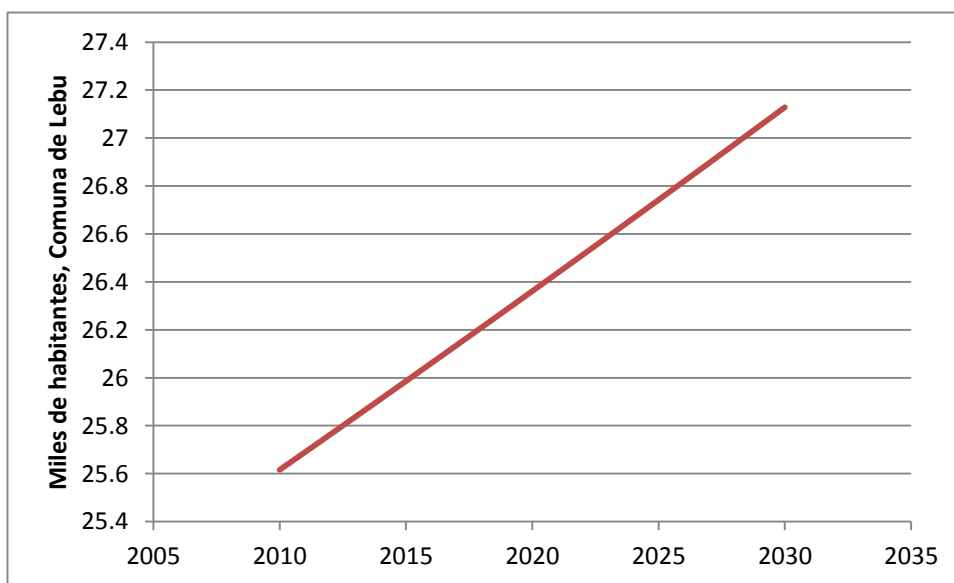


Figura 46 Proyección de la población al año 2030 para Lebu

5.1.1 Sector residencial

La proyección del consumo de energía en el sector residencial se dividirá en consumo eléctrico, consumo de otros combustibles para uso térmico y consumo de combustibles para transporte.

Se posee información sobre la evolución del consumo de electricidad en el sector residencial a partir del año 2010, la cual se aprecia en la figura a continuación:

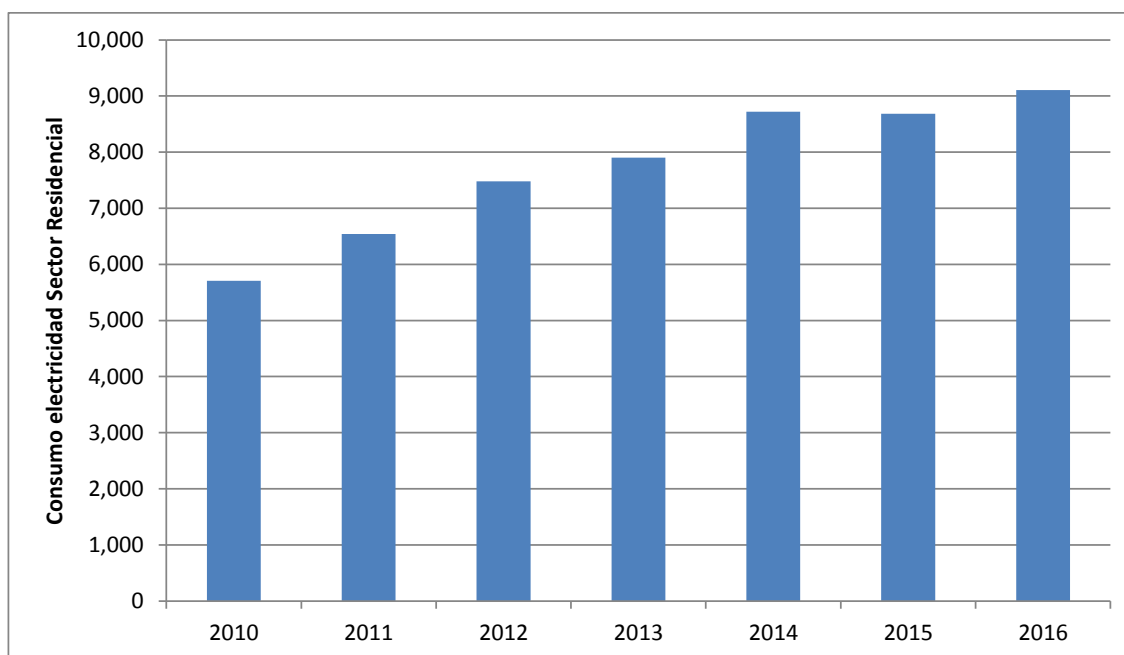


Figura 47 Evolución del consumo de electricidad en el sector residencial, Fuente: Información proporcionada por Frontel

Siguiendo la línea de tendencia de la figura anterior, se obtiene que al año 2030, el consumo de electricidad para Lebu será de 10.982 [MWh/año], mientras que el índice de consumo de electricidad por habitante habrá aumentado desde 0,34 [MWh/hab-año] el año 2015 hasta 0,4[MWh/hab-año] el año 2030.

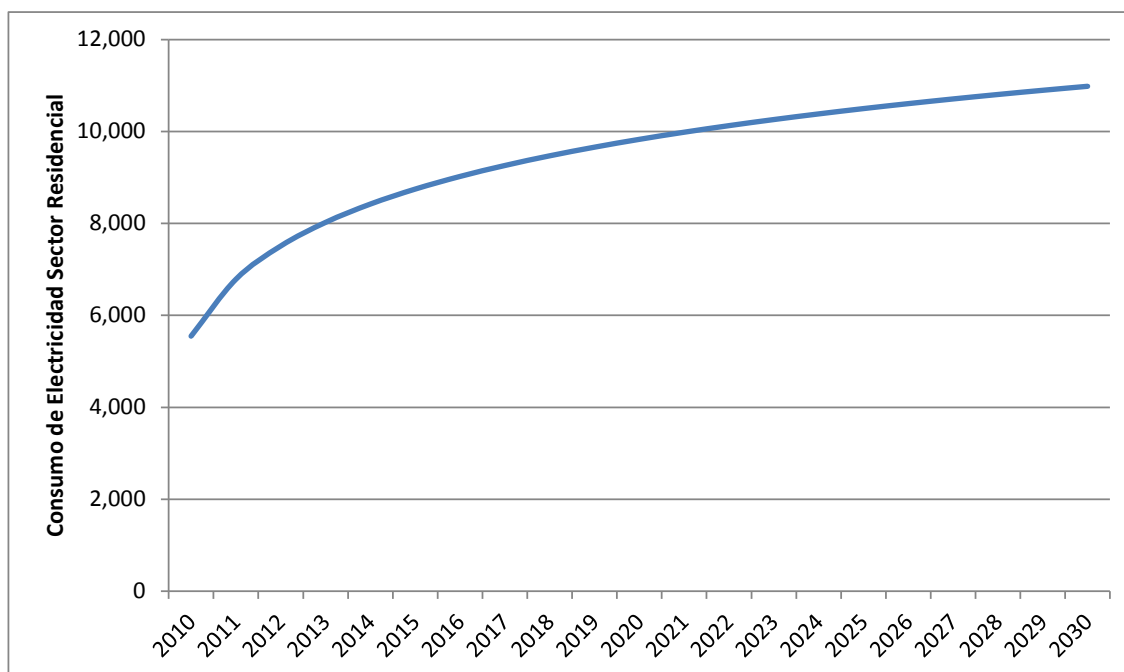


Figura 48 Proyección del consumo de electricidad hasta el año 2030 para el sector residencial.

Con respecto a la evolución del consumo de transporte para el sector, se considera la evolución del parque de transporte particular, sin considerar el transporte colectivo ni el transporte de carga. El crecimiento del parque vehicular entre el año 2001 y 2015 es el mostrado a continuación:

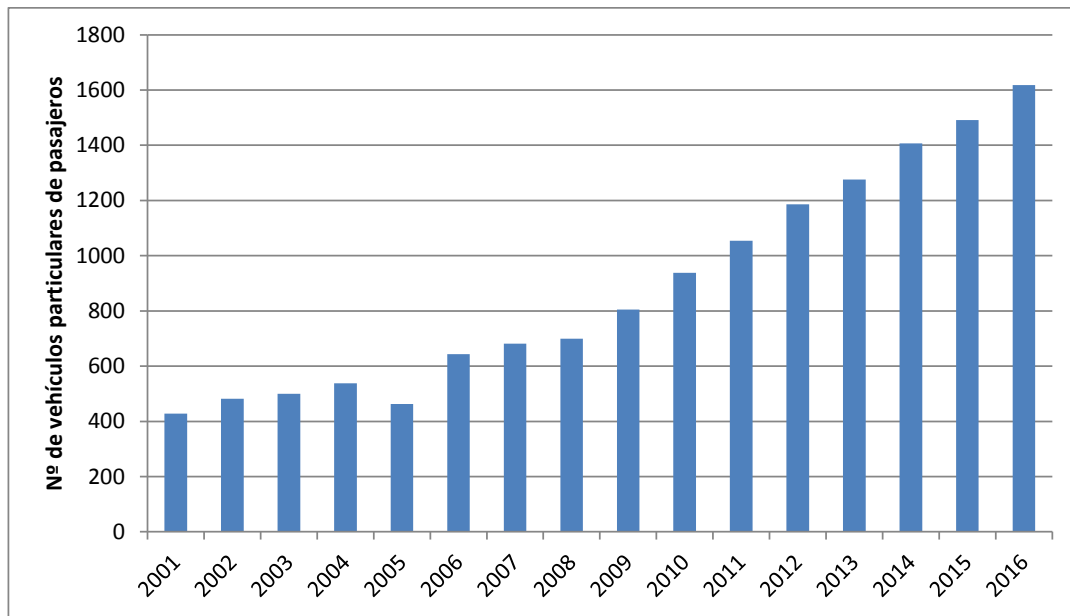


Figura 49 Evolución del parque vehicular particular de pasajeros en Lebu entre los años 2001 y 2015.

Se aprecia de la figura anterior, que existe un marcado aumento en la tasa de vehículos particulares a partir del año 2009, en donde se tiene un total de 2.083 [vehículos] particulares, correspondientes a un tasa de 0,11 [vehículos/hogar] hasta el año 2016, en donde se tiene un total de 4.188 [vehículos] una tasa de 0,22 [vehículos/hogar].

La proyección al año 2030 se realizará utilizando la tasa de crecimiento de vehículos por hogar a partir del año 2009, con lo que se al año 2030 se tendría un total de 3.271 vehículos particulares de pasajeros, equivalentes a una tasa de 0,43 [vehículos/hogar], de los cuales 2.606 serían vehículos a gasolina, 95 vehículos diésel y habría un total de 570 motos en circulación.

El consumo asociado a los vehículos durante el año 2030 se obtiene con la misma metodología detallada en la sección 4.3.3 y corresponde a un total de 29.214 [MWh/año]. La progresión de este consumo en el tiempo se muestra a continuación

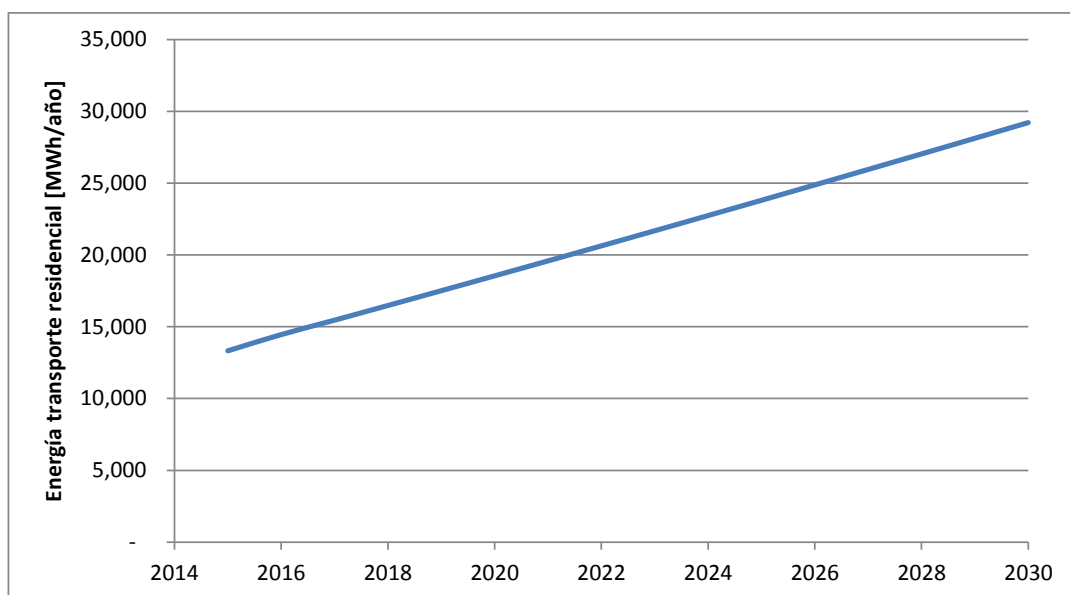


Figura 50 Proyección del consumo de transporte en el sector residencial.

Por último, la proyección de consumo de energía de los combustibles utilizados para uso térmico, se realiza en base a la proyección de población de la comuna, y considerando el gasto de energía por habitante para cada energético. De esta manera, se tiene lo mostrado en la figura a continuación

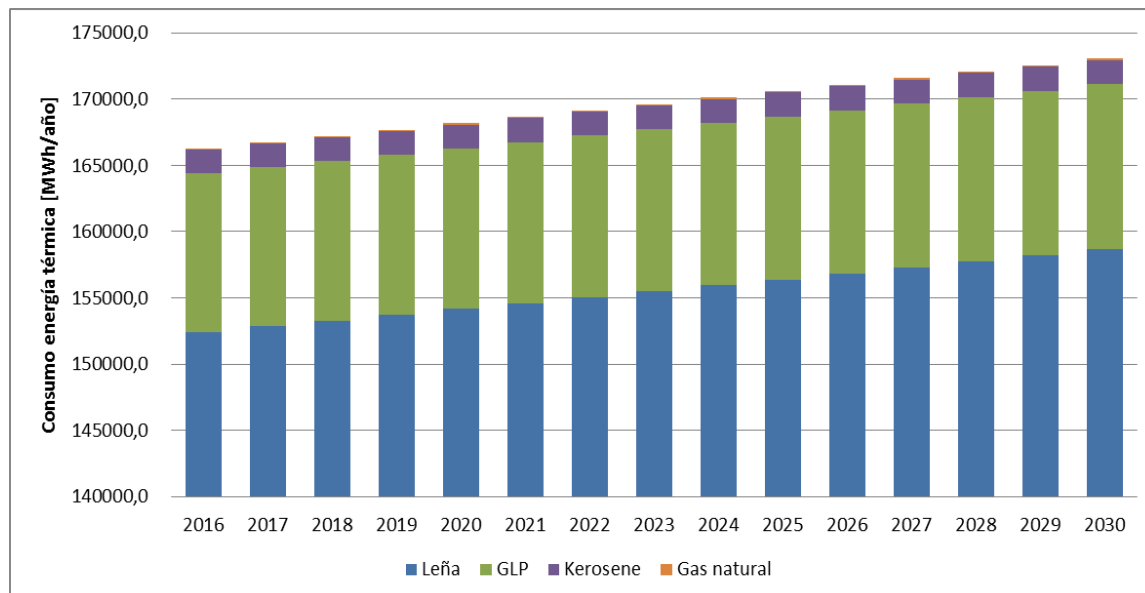


Figura 51 Proyección de consumo de energía térmica en el sector residencial.

De acuerdo a las suposiciones realizadas, en un escenario BaU, el consumo de leña seguiría siendo el preponderante en la comuna, pasando de un total de 152.400 [MWh/año] para el año 2016, hasta un total de 158.643 [MWh/año] para el año 2030. En importancia, le sigue el consumo de GLP que pasa de un total de 11.978 [MWh/año] hasta un total de 12.469 [MWh/año] durante el mismo período.

El total de consumo de combustibles para uso térmico es de 173.057 [MWh/año] proyectados al 2030.

Al realizar la suma de todos los consumos anteriores, se tiene lo mostrado a continuación:

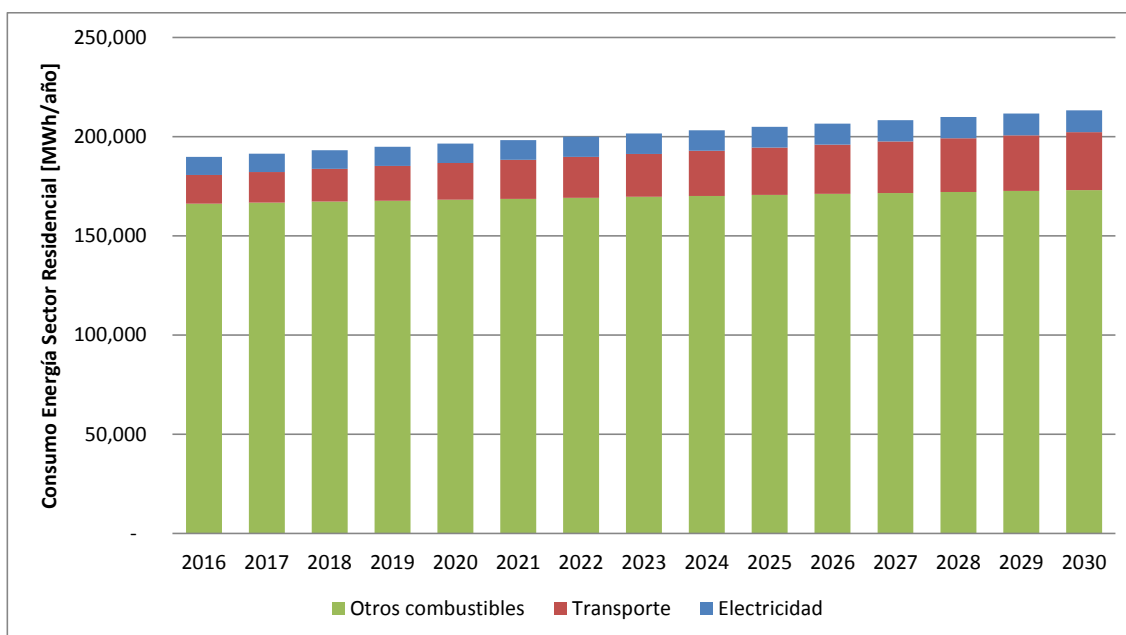


Figura 52 Proyección del consumo total de energía en el sector residencial para Lebu, en un escenario BaU.

Como se aprecia de la figura anterior, en un escenario BaU, el consumo de energía asociado a otros combustibles, que son principalmente de uso térmico, corresponden al mayor porcentaje de consumo en este sector, seguido por el transporte y finalmente la energía eléctrica. El total de consumo de energía para el sector residencial al año 2030 corresponde a **213,3 [GWh/año]**.

6. Potencial de energías renovables y fuentes locales

En este capítulo, se estima cuál es el potencial de abastecimiento en energía mediante fuentes de energías renovables no convencionales (ERNC) como también fuentes fósiles disponibles en la comuna de Lebu.

6.1 Definición del potencial disponible

La estimación del potencial de ERNC está basada en un procedimiento utilizado por el Ministerio de Energía del Gobierno suizo, donde se consideran los siguientes términos:

- **Potencial teórico:** Es la cuantificación de toda la oferta de la fuente teóricamente disponible en Lebu, sin considerar restricciones de ningún tipo.
- **Potencial ecológico y técnico:** Se toman en cuenta las restricciones ecológicas, técnicas, legales y sociales, que son descontadas del potencial teórico anteriormente estimado.
- **Potencial disponible:** Este es el potencial que es conveniente considerar para determinar cuánta electricidad y energía térmica se puede generar en Lebu a base de las fuentes energéticas disponibles.



Figura 53: Términos de potencial

6.2 Potencial teórico de Energías Renovables

A continuación, se muestra la evaluación del potencial teórico y técnicamente factible, para la producción de energía en la comuna de Lebu. Esto se realizó para cuatro fuentes de energía: hídrica, eólica, biomasa y solar⁷⁶. Cabe indicar que los potenciales calculados y mostrados en las siguientes secciones, corresponden a una primera aproximación y de todas maneras es necesario medir los recursos in-situ y durante un período de tiempo más extenso (de lo un año como mínimo).

6.2.1 Solar

En Chile, existe uno de los mayores potenciales de energía solar en el mundo, superando con creces los índices de ciudades en los que la penetración de este tipo de tecnologías es mucho mayor.

⁷⁶ A pesar de que existe potencial geotérmico y mareomotriz en Chile, no se ha considerado extracción de energía de estas fuentes debido a que a la fecha hay poco desarrollo tecnológico en el mercado. Actualmente no existen instalaciones geotérmicas ni mareomotrices generando energía eléctrica para la inyección al sistema.

En la comuna de Lebu, por medio de un modelo de estimación desarrollado por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile por encargo del Ministerio de Energía, se obtuvieron modelaciones para la comuna, a una elevación de 688 [msnm]⁷⁷.

La radiación anual equivalente promedio de toda la comuna es de alrededor de unos 1.657 [kWh/m²] por año, tal como se aprecia en la Figura 54. Si se compara con otras ciudades en donde la penetración de energía solar ya es una realidad, tal como Friburgo (Alemania), se llega a la conclusión que este valor es muy alto, incluso con un valor cercano al de ciudades como Santiago que presentan una condición más propicia para la instalación de esta tecnología. Por otra parte, si se toman puntos específicos de la comuna, como las zonas más costeras en el norte se alcanza una radiación máxima anual de hasta 1.752 [kWh/m²] por año.

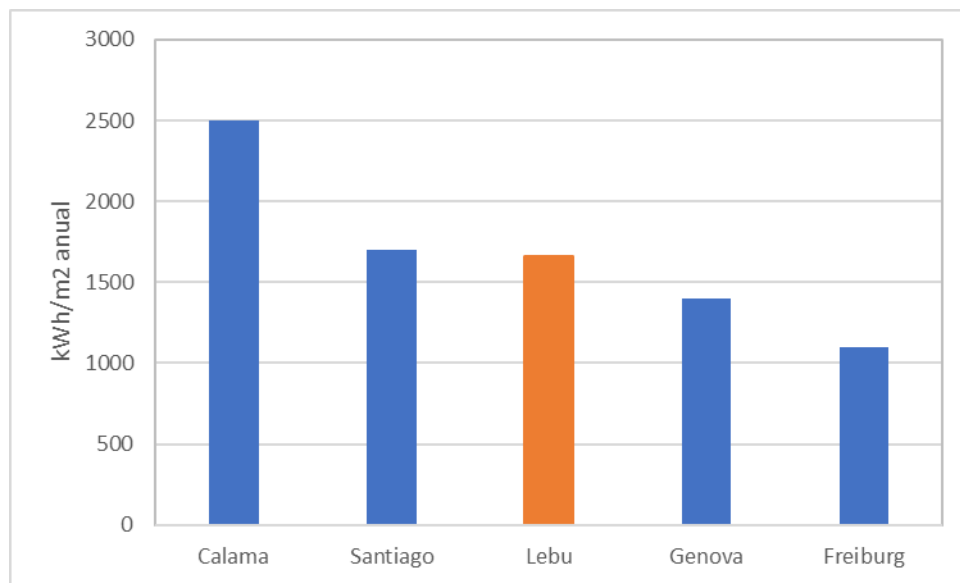


Figura 54: Comparativa de la radiación global horizontal para distintas ciudades⁷⁸.

En la Figura 55 se puede apreciar la diferencia entre la radiación global horizontal promedio estimada en las zonas costeras al norte y aquellas zonas interiores al sur de la comuna. En la zona costera norte de la comuna, entre Millonhue y Ránquil, existe una radiación entre 4,6 y 4,8 [kWh/m² día] aproximadamente, mientras en las áreas interiores, al sur de Pehuén y Morguilla, se aprecia una radiación entre 4,4 y 4,6 [kWh/m² día]. Por otra parte la isla Mocha tiene la radiación más baja de la comuna con un promedio de 4,36 [kWh/m² día]. De esta manera se podría inferir que las zonas hacia el norte de la comuna tienen las mejores condiciones teóricas de radiación solar para energía de la comuna, y que por otra parte las zonas costeras tienen mejor potencial que aquellas zonas al interior de la comuna.

⁷⁷ Explorador Solar (MINENERGÍA/FCFM)

⁷⁸ Elaboración propia

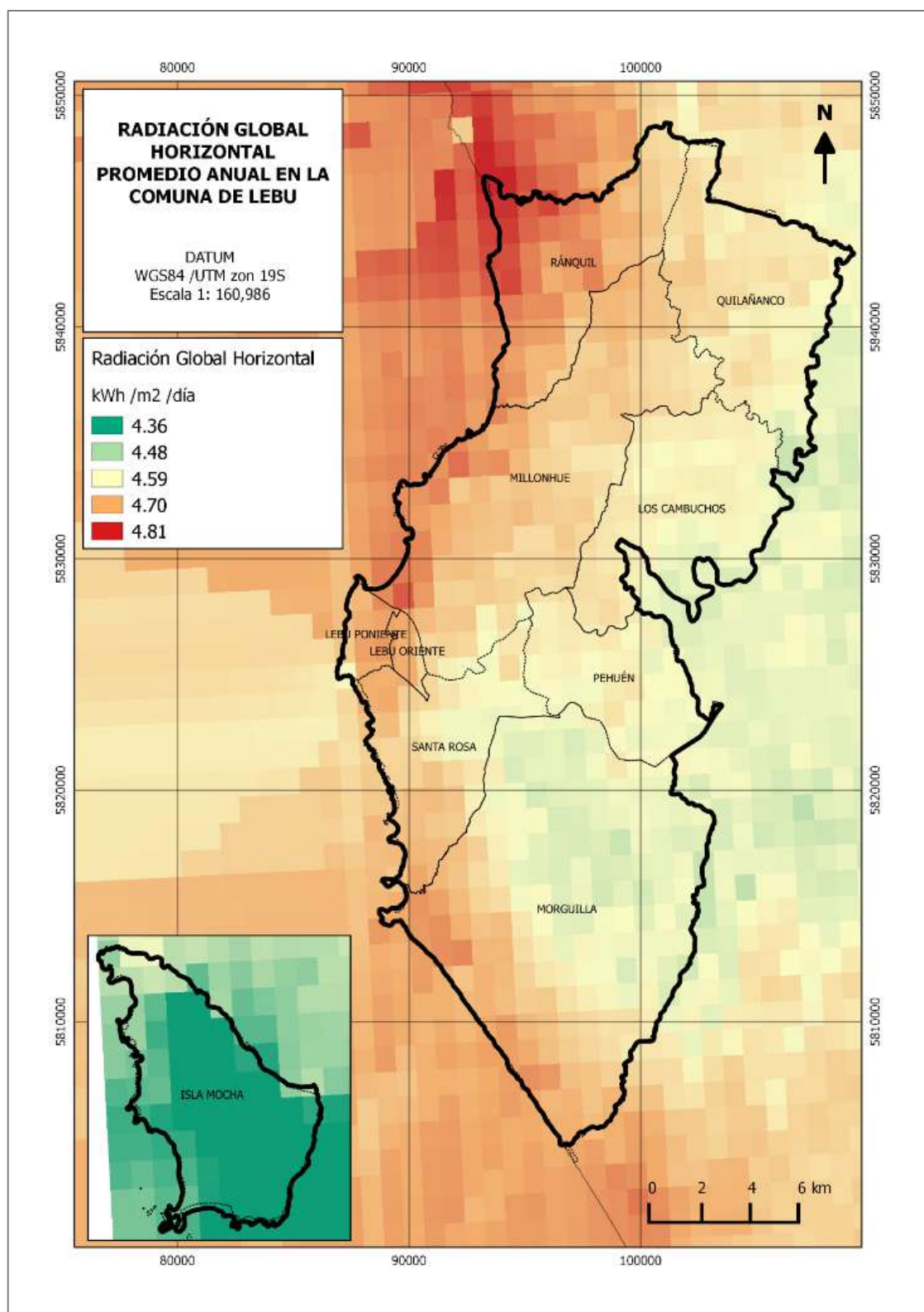


Figura 55: Radiación global horizontal promedio anual en la comuna de Lebu⁷⁹

⁷⁹ Elaboración propia en base a Explorador Solar (MINENERGÍA/FCFM)

6.2.2 Eólico

Se estima que la región del Biobío cuenta con un potencial total de energía eólica de 5.000 [MW]⁸⁰. La provincia de Arauco, tiene un potencial total de 2.086 [MW], equivalentes al 45,5% del potencial disponible en la región, como se puede apreciar en la Figura 56.

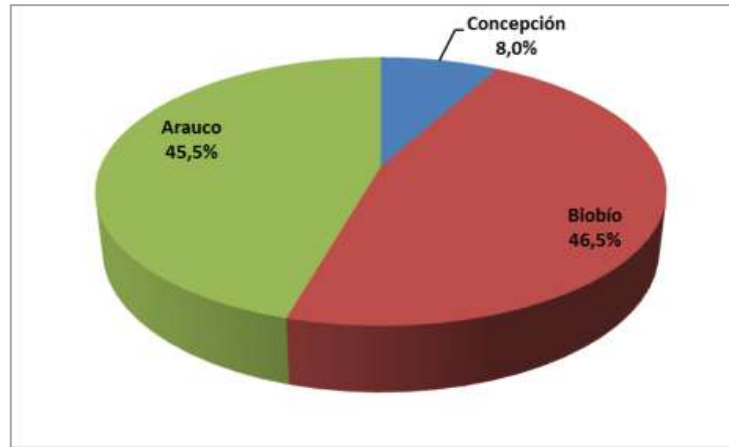


Figura 56: Distribución del Potencial Eólico disponible por Provincia de la Región del Biobío⁸⁰

Por otra parte, la comuna con mayor potencial eólico en la región es Arauco (26%). Lebu tiene el sexto potencial eólico más alto en la región (7,2%) como se puede observar en la Figura 57 el cual se traduce aproximadamente a 150 [MW].

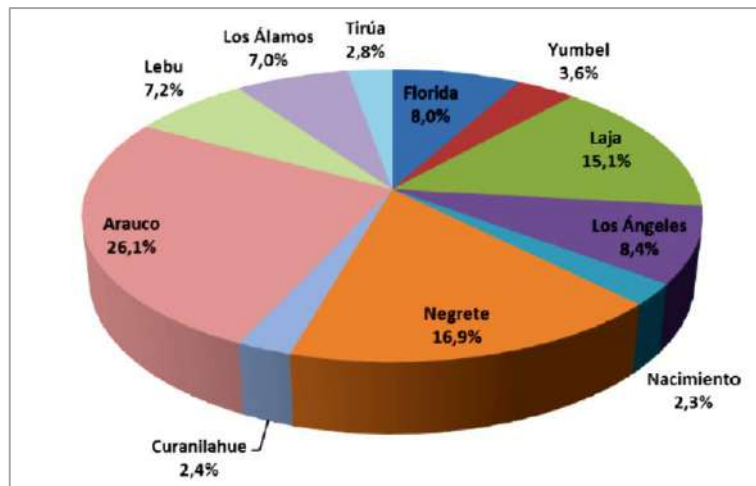


Figura 57. Distribución del Potencial Eólico disponible por Zona⁸¹

A continuación, se revisa en mayor detalle el potencial eólico teórico para la comuna de Lebu.

Para estimar el potencial de generación eléctrica mediante energía eólica, es necesario tener una estimación del recurso en la comuna de Lebu, tanto en los sectores costeros urbanos como en las zonas aledañas hacia el interior. A primera vista, y tal como lo menciona su lema “Lebu, ciudad del viento”, la comuna cumple con las condiciones geográficas

⁸⁰ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016.

⁸¹ Informe final Diagnóstico energético prospectivo y plan de acción 2016-2020 para la Región del Biobío, 2016.

necesarias para la instalación de aerogeneradores, la cual corresponde a cercanía al mar y la extensión del terreno.

Una de las condiciones de mayor relevancia para la instalación de aerogeneradores es la velocidad del viento. Esta debiera ser mayor a 6 [m/s] para generación a gran escala y sobre 4 [m/s] a pequeña escala, para que sea factible la generación de electricidad mediante esta fuente.⁸²

Para estimar el potencial eólico teórico en Lebu se evaluó la velocidad del viento en dos alturas distintas, estas fueron a una altura de 10 y 100 metros. Se tomaron ambas alturas para luego poder estimar la instalación de aerogeneradores a gran escala en parques eólicos (100 metros de altura), como también de aerogeneradores más pequeños a menor escala y residencial (10 metros de altura) (Ver siguientes figuras).

⁸² La identificación y caracterización del potencial eólico se basa fundamentalmente en el estudio "Energías Renovables en Chile. El Potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé", elaborado por la GIZ para el Ministerio de Energía en el año 2014 (GIZ - Ministerio de Energía, 2014).

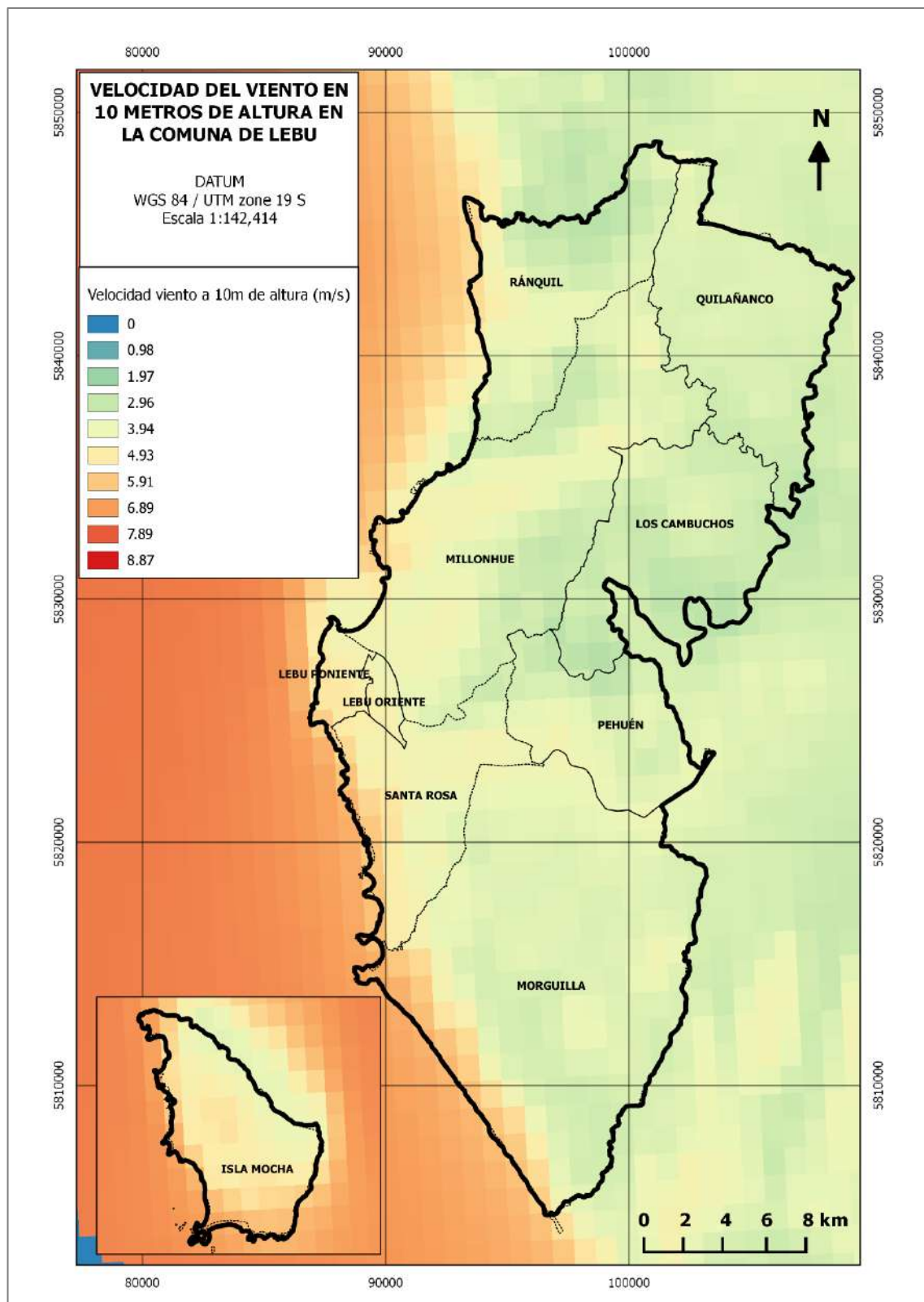


Figura 58. Velocidad del viento en 10 metros de altura en la comuna de Lebu⁸³

⁸³ Elaboración propia en base a Explorador Eólico (MINENERGÍA/GIZ/FCFM).

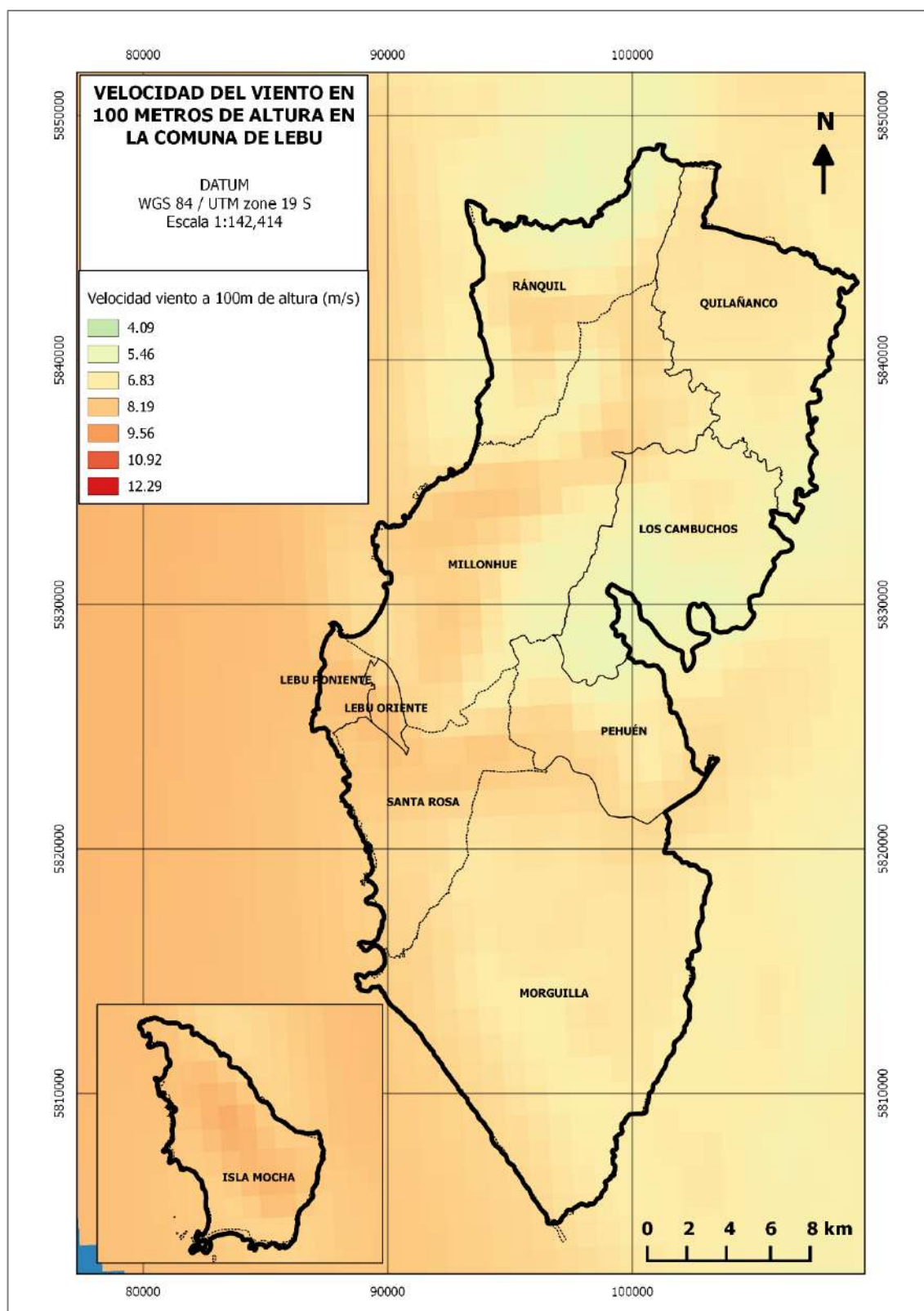


Figura 59. Velocidad del viento en 100 metros de altura en la comuna de Lebu⁸⁴

⁸⁴ Elaboración propia en base a Explorador Eólico (MINENERGÍA/GIZ/FCFM).

El recurso eólico teórico a 10 metros muestra varios puntos con vientos sobre los 4 m/s a lo largo de la costa de la comuna, con un potencial destacado en la zona costera de los distritos de Lebu, Santa Rosa, Isla Mocha y Morguilla llegando incluso a vientos sobre los 7 [m/s]. Por otra parte, el recurso eólico a 100 metros tiene vientos entre 7 y 9 [m/s], este recurso eólico también cubre una mayor superficie en la comuna que excede más allá de sólo los sectores cercanos a la línea de costa. Existen solo algunos puntos de menor potencial en las zonas centrales de la comuna en los distritos de Millonhue, Pehuén y Los Cambuchos.

6.2.3 Hidroeléctrico

En Chile los potenciales puntos geográficos para la instalación de energía hidroeléctrica se encuentran entre los ríos Aconcagua (Región de Valparaíso) y el río Puelo (Región de Los Lagos)⁸⁵. Tomando en cuenta que la comuna de Lebu está ubicada dentro de la zona descrita, hace sentido estimar el potencial hídrico para el desarrollo de la energía hidroeléctrica.

En la comuna de Lebu los registros vigentes de derecho de aprovechamiento de aguas no consuntivos constituidos (DAANC) de la Dirección General de Aguas (DGA), muestran que tanto el número de DAANC vigentes⁸⁶ como también el caudal medio constituido aprovechado en Lebu⁸⁷ son bajos en relación al resto de las comunas de la región. En efecto, los DAANC en Lebu son 6 y por otra parte el caudal medio constituido es 23,65 [m³/s] (ver Figura 60).

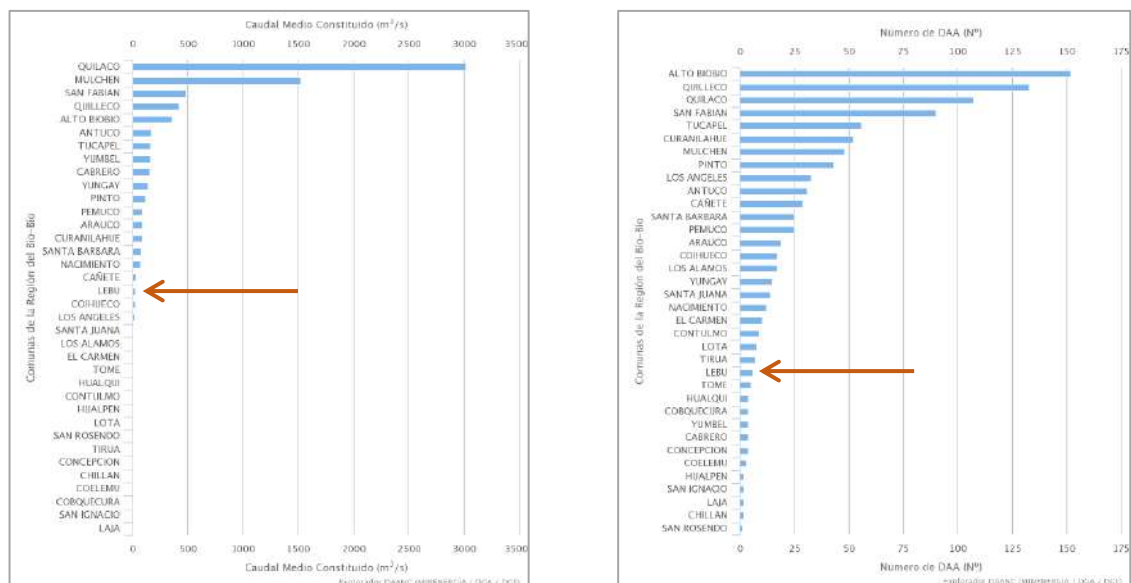


Figura 60: Caudal Medio Constituido (izquierda) y Número de DAANC (derecha) en la Región del Biobío⁸⁸

La Figura 61 muestra las principales redes de hídricas en la comuna, donde destacan los ríos Curanilahue, Curihuillin, Lebu, Pilpilco y Quiapo. Se puede observar también la capacidad potencial instalable en [MW], la cual en Lebu alcanza los 18,9 [MW]. La

⁸⁵ (Ministerio de Energía/GIZ, 2014) Energías Renovables en Chile;

Módulo Cartográfico SIG <http://sig.minenergiya.cl/sig-minen/moduloCartografico/composer/>

⁸⁶ El derecho no consuntivo permite emplear el agua sin consumirla y obliga a restituirla en la misma calidad, cantidad y oportunidad (p.ej.: generación eléctrica, pisciculturas, etc.)

⁸⁷ El caudal constituido representa la cantidad de agua a extraer, expresada en medidas métricas de volumen y de tiempo m³/s.

⁸⁸ Explorador DAANC (MINENERGÍA / DGA / DGF).

información del potencial instalable se estima al detectar y analizar los DAANC que no están en uso en la comuna de Lebu.

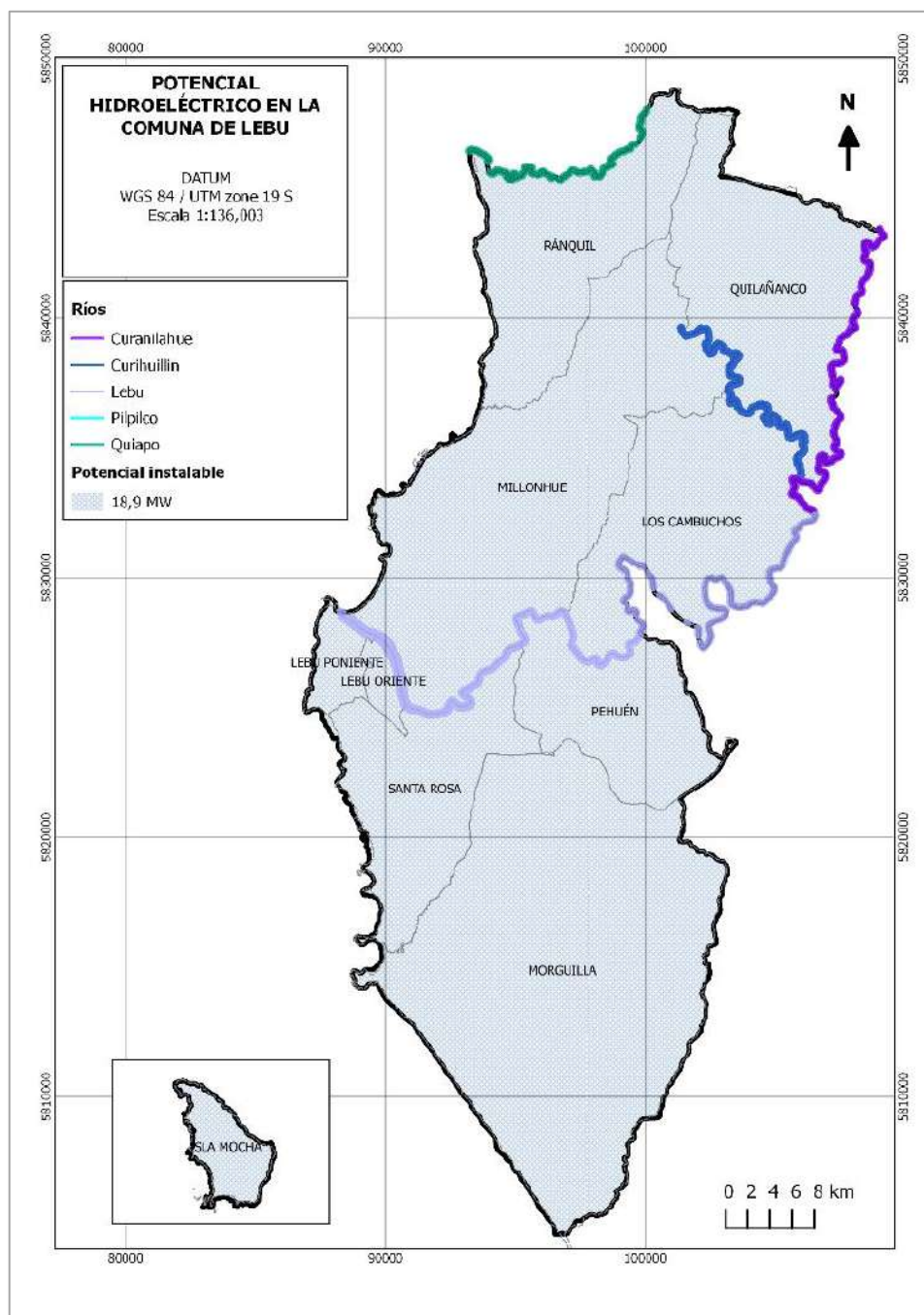


Figura 61: Potencial Hidroeléctrico teórico en la comuna de Lebu⁸⁹

⁸⁹ Elaboración propia en base a Sistema Integrado de Información Territorial - SIIT y Explorador DAANC (MINENERGÍA / DGA / DGF)

6.2.4 Biomasa

Existen diferentes tipos de biomasa que se pueden utilizar para la generación de energía. La Figura 62 muestra la clasificación de la materia orgánica en biomasa húmeda y biomasa seca.

Biomasa húmeda:

- Residuos urbanos: Materia orgánica de los residuos domésticos y las aguas residuales urbanas.
- Residuos orgánicos y biosólidos en la industria: Residuos de los procesos de las industrias, sobre todo agroalimentarias.
- Residuos agrícolas: Residuos ganaderos principalmente purines, residuos de las cosechas de la producción agrícola, cultivos energéticos (maíz, colza, girasol).

Biomasa seca:

- Residuos forestales: Residuos del manejo forestal y de las operaciones de cosecha.
- Residuos industriales: Residuos de la transformación de la madera generados del procesamiento industrial.
- Residuos de madera usados: Madera de la demolición de edificios, frecuentemente tratada.

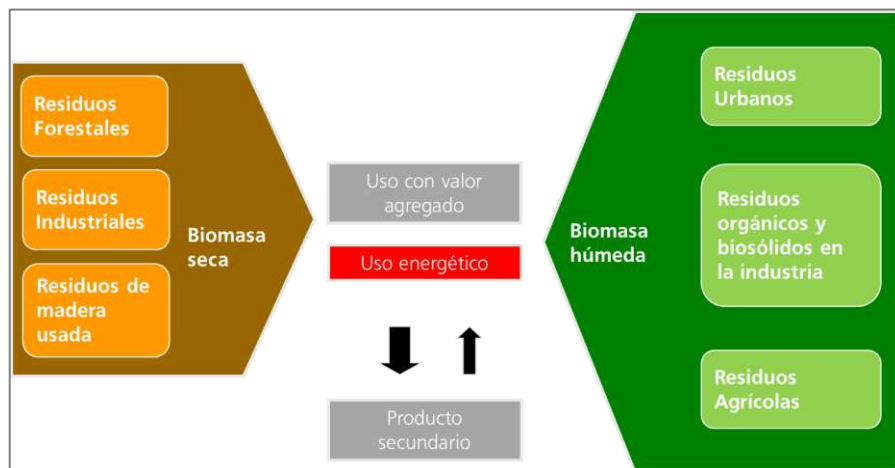


Figura 62: Biomasa y fracciones de biomasa⁹⁰

Beneficios del uso energético de biomasa

El uso energético de la biomasa presenta beneficios ambientales, sociales y económicos. Se enumeran a continuación algunos de ellos, los cuales juegan un papel importante en Chile:

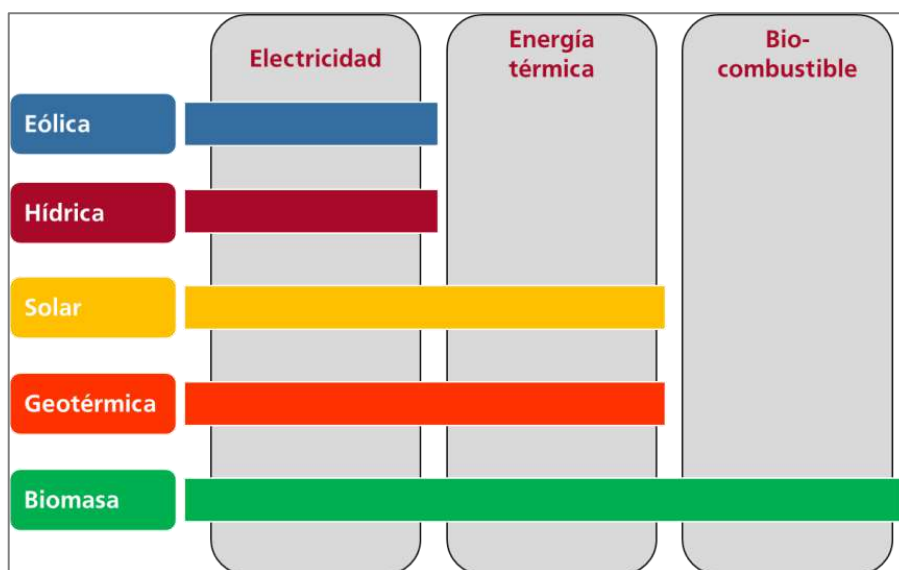
- Reducción de costos para los municipios, disminuyendo la cantidad de desechos orgánicos a disponer: De la basura diaria que un hogar genera, el 40%⁹¹ es materia orgánica, principalmente restos de comida. Con un reciclaje por separado de la materia orgánica en los Municipios se puede disminuir el alto costo de la eliminación de los residuos sólidos.

⁹⁰ Elaboración propia.

⁹¹ Al revisar la literatura existente, se observaron estudios de países como Estados Unidos y México en donde se analiza el tema de los residuos domiciliarios, y se desglosa la composición de estos. El porcentaje de residuos orgánicos en el total de los desechos domiciliarios se mueve entre 30% y 50%.

Aguilar, Baca, Cruz, Carrera (2011): La familia, factor clave para la reducción de desechos orgánicos
New York City Department of Sanitation (2015): Organics Collection and Drop-Off for Residents

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero: El uso energético de la biomasa es CO₂ neutral. Si se sustituyeran las tecnologías existentes intensivas en CO₂, opcionalmente se podrían vender certificados de emisiones reducidas.
- Recuperación valiosa de nutrientes para las plantas: Se puede utilizar la biomasa después de la fermentación también como fertilizante (alto en N, P y K), que sirve para el mejoramiento del suelo (humus de reemplazo). Por lo que los fertilizantes convencionales se pueden economizar.
- Sistema de suministro de energía independiente y descentralizada: Aumento de la seguridad del suministro de energía y una menor dependencia de los combustibles fósiles mediante la sustitución de las centrales de carbón, petróleo o calentadores a gas.
- Fortalecimiento del valor agregado regional y creación de empleo: Con el uso energético de la biomasa, el valor agregado generado en una región se queda en la región. Se crea un mercado adicional de las materias primas para la agricultura y la silvicultura. Esto crea nuevos puestos de trabajo y fortalece especialmente el sector informal.
- Uso múltiple de la biomasa: Comparando con otras fuentes de ERNC, la biomasa es la única que se puede usar para la producción de electricidad, energía térmica y combustible (véase la siguiente ilustración).

Figura 63: Uso energético de biomasa⁹²

Biomasa de residuo forestal

La estimación del potencial de energía proveniente de biomasa seca en Lebu tiene un enfoque principal en residuos forestales, de madera usada, y/o industriales provenientes de la industria forestal en esta comuna. La industria forestal y de procesamiento de madera genera como subproducto desechos derivados de la madera que pueden ser utilizados para generación de energía.

Los pisos Vegetacionales Pliscoff en la comuna de Lebu son de bosques templados costeros los cuales se dividen en tres grupos principales de bosques (ver Figura 64):

- *Bosques Cauducifolio Mediterráneo Templado Costero*, el cual se ubica en la zona norte de la comuna, en el distrito de Ránquil.

⁹² : Elaboración propia

- *Bosque Laurifolio Templado Costero*, el cual se ubica en la zona costera sur de la comuna que se extiende desde Lebu poniente, Santa Rosa, Morguilla e Isla Mocha;
- *Bosque Mixto Templado Costero*, este tipo de piso abarca la mayor superficie de la comuna incluyendo los 10 distritos censales de la comuna.

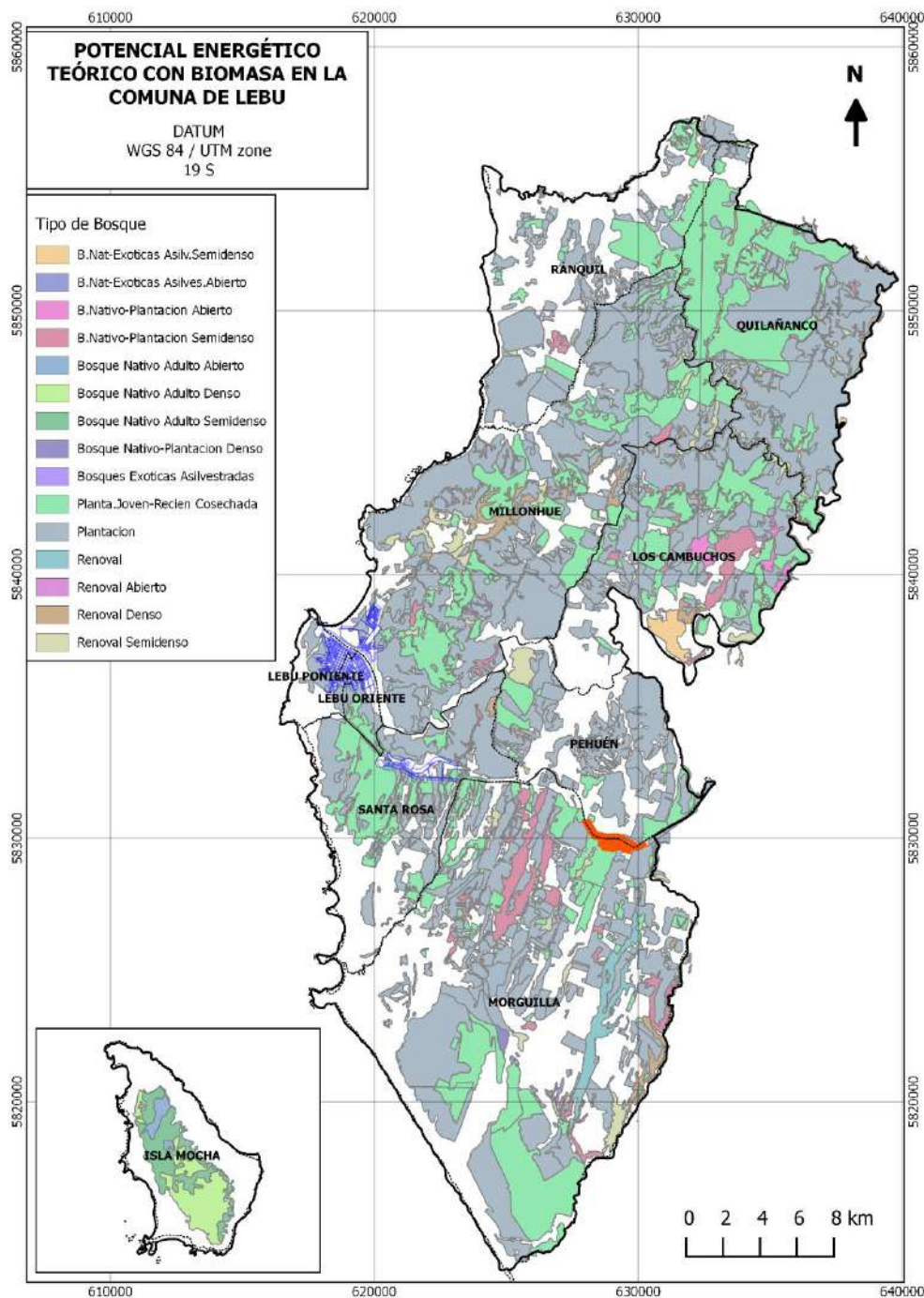


Figura 64: Potencial energético teórico con biomasa en la comuna de Lebu⁹³

En la comuna de Lebu existe una superficie disponible de recursos de biomasa aprovechable aproximadamente de 360 [km²]. Esta superficie está compuesta de bosques de plantaciones de especies exóticas y especies nativas abierta y semidensa.

⁹³ Elaboración propia en base a Pisos Vegetacionales Pliscoff 2014 (MMA)

Biomasa de Residuos domiciliarios

En la actualidad, los residuos sólidos domiciliarios (RSD) colectados por la municipalidad se disponen en el vertedero Amalia, el cual no está regularizado y se ubica a 2,4 [km] del centro de la ciudad, a metros del mar (ver Figura 65). En 2014, los RSD retirados en la comuna fueron aproximadamente 700 [ton/mes] (8.400 [ton/año]). La municipalidad tiene como prioridad solucionar este tema, ya que desea cerrar dicho vertedero que ocupa más de 6 hectáreas de una propiedad particular. Actualmente, se está buscando un terreno que cumpla con la normativa para construir un relleno sanitario que reciba los residuos de las cinco comunas del cono sur de la Provincia de Arauco. Las municipalidades junto a las autoridades sanitarias y medioambientales han revisado la factibilidad para la instalación de un relleno sanitario entre la comuna de Lebu y Los Álamos, para 5 comunas de la Provincia de Arauco (Lebu, Los Álamos, Cañete, Contulmo y Tirúa). Este proyecto se ha visto inconcluso por no contar aún con terreno disponible.



Figura 65: Ubicación del vertedero de Lebu

Además, se ha observado la existencia de micro basurales, aledaños a sectores poblacionales en las zonas cercanas al río Lebu y playa. Los 3 principales identificados son: cuesta El Guindo en la ruta P40, los caminos sector La Fortuna y sector Mina Costa de la ruta 160. Estos micro basurales han surgido a pesar de diversas acciones de la municipalidad para intentar minimizar estos, como por ejemplo programas de sensibilización para vecinos (Campaña “Lebu limpia tu barrio”), multas, y cuadrillas junto a maquinaria municipal que se encarga de limpiar dichos sectores.

En la comuna existen algunas experiencias de valorización de dichos residuos, como su conversión en compostaje gracias al Programa Vida Chile, liderado por la Seremi de Salud del Biobío y el municipio de Lebu. Por otro lado, en alianza entre CODEFF, Cristalerías Toro, la Seremi de Medio Ambiente y la Seremi de Salud del Biobío, en 2014 se instalaron 21 contenedores en la comuna de Lebu para reciclar vidrio.

6.3 Potencial teórico de Energía fósil

6.3.1 Gas Natural

De acuerdo al Plan Energético Regional para la región del Biobío la potencia instalada para gas natural es solamente el 1% del total regional, esto es equivalente a 47 MW (ver figura).

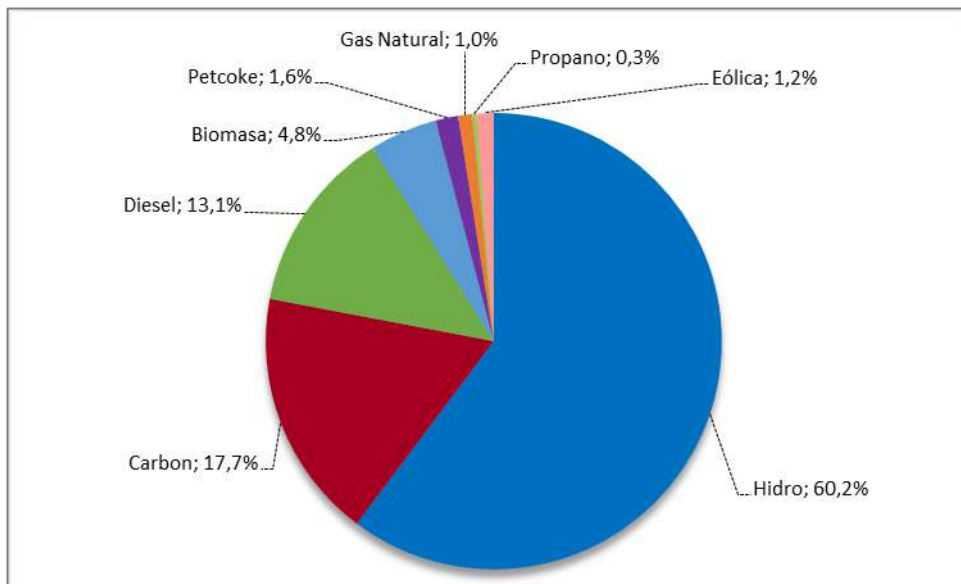


Figura 66. Fuentes de generación instalada en la región de Biobío⁹⁴

En la comuna de Lebu se ha explorado el potencial de gas natural en costa de Lebu e Isla Mocha desde la década de los sesenta, cuando la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) desarrolló las primeras actividades de exploración de hidrocarburos en las costas de la provincia de Arauco. En Isla Mocha se comenzó perforando siete pozos entre los cuales se encuentran los pozos Mocha Norte N°3 ubicado en playa norte (ver figura 25) y Mocha Sur N° 2.

⁹⁴ Fuente: PER Región del Biobío 2016

Figura 67. Pozo Mocha Norte N°3⁹⁵

El año 2005, ENAP emitió un Informe de Pruebas de Producción y Estimación de Reservas de Gas en Isla Mocha, el cual si bien confirmó el carácter no comercial del Pozo Mocha Norte N° 3, sí verificó la factibilidad de explotarlo para alimentar un proyecto de energía eléctrica para abastecer a los habitantes de la isla. Desde el año 2015 ENAP ha puesto en marcha blanca el pozo gasífero Mocha Norte 3 y la estación de proceso del gas, que alimenta al complejo de generación eléctrica, que permite electrificar más de 250 hogares, unas 800 personas en total, que viven en Isla Mocha. Este proyecto permitió que Isla Mocha sea la primera isla en Chile con un suministro de energía seguro e independiente.

El pozo Mocha Norte N°3 está actualmente bajo la administración de la Cooperativa de generación, abastecimiento y distribución de energía eléctrica Isla Mocha. Este pozo tiene una profundidad de 649 metros y se espera que el pozo opere a una presión de 600 [psi] como máximo. Se considera una explotación máxima de hidrocarburos de 150 [m³/h].

Actualmente el pozo Mocha Norte N° 3 es el principal productor donde se concentra la totalidad de la explotación del gas en la comuna, a través del Proyecto de Interconexión del Pozo de gas natural en isla Mocha. El sistema de generación tiene una potencia instalada de 590 [kVA] correspondiente a tres generadores, compuesto de dos motogeneradores a gas, de 250 [kVA] y de 90 [kVA] y un motor diésel de 250 [kVA]. El sistema de generación debe proveer una demanda total de 313 [MWh/año].

Como se mencionó previamente, en la Isla también existe un segundo pozo denominado Mocha Sur N°2, este es una fuente de potencial de gas natural y es considerado como un pozo de respaldo a futuro, aunque de momento no se ha estudiado su potencial. Sin embargo, es importante recalcar que la Isla Mocha cuenta con una reserva nacional 'Reserva Nacional Isla Mocha' en el centro de la isla (ver figura 25), área que está cubierta de bosque nativo y que forma parte de un área silvestre protegida por Conaf. Futuras exploraciones y proyectos de extracción deberán considerar estas limitantes para analizar la viabilidad de los proyectos.

⁹⁵ Elaboración propia en base a Google Earth

6.3.2 Situación actual del Carbón

A pesar de que las faenas mineras dependientes de ENACAR, empresa subsidiada por el estado, cesaron sus trabajos definitivamente el 2006, la minería artesanal se ha conservado hasta ahora sin interrupción. Según el “Diagnóstico Energético Prospectivo y Plan de Acción 2016-2020 para la Región del Biobío” actualmente se encuentran operativas pequeñas a medianas faenas mineras en actividad de extracción del carbón en las cuencas de la Región del Biobío, entre ellas en la Provincia de Arauco donde se encuentra la comuna de Lebu. Sin embargo, la mayoría de ellas se encuentran trabajando en forma artesanal y pocas pueden alcanzar a categorizarse como mediana minería.⁹⁶

Actualmente, la Universidad de Concepción y el Ministerio de Minería se encuentran ejecutando el proyecto “Caracterización de carbones provenientes de sectores de explotación situados en las cuencas carboníferas de la Región del Biobío”⁹⁷ que permitirá determinar distintos parámetros de calidad del carbón de la región y sugerir alternativas de utilización de este recurso, de manera de potenciar esta actividad de fuerte arraigo social en la región.

6.4 Análisis de restricciones ecológicas y técnicas

Como se mencionó anteriormente, el potencial ecológico y técnico toma en cuenta diferentes restricciones ecológicas, técnicas, legales y sociales, que luego se descuentan del potencial teórico estimado previamente para generar una estimación de potencial disponible.

En esta evaluación se utilizaron diferentes mapas (tipo “filtros”) que muestran diferentes características del territorio de la comuna de Lebu, cuya superposición permite obtener finalmente el potencial disponible. Los mapas utilizados fueron los siguientes:

- I. **Mapa de áreas de carácter ambiental:** Este mapa entrega información de áreas en la comuna de protección, conservación, manejo o interés medioambiental, proveniente a su vez de programas planes y estrategias como, el Programa Regional de Ordenamiento Territorial, Plan Intercomunal de comunas costeras, la Estrategia Regional de Biodiversidad, Zonificación de Borde Costero, Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), Sitios bajo convención Ramsar y Santuarios de la Naturaleza.
- II. **Mapa de urbanización y asentamiento humano:** La principal información que provee este mapa son los lugares físicos de asentamiento humano; el nivel de concentración de estos asentamientos, ya sean, pequeños poblados, zonas rurales o urbanas; y la infraestructura disponible para el apoyo a centro poblados y actividades en la comuna.
- III. **Mapa socio-económico:** Mapa para comprender el ordenamiento y las zonificaciones para diferentes actividades productivas en la comuna. Estas zonas de uso exclusivo o compartido han sido elaboradas de programas planes y estrategias como el Programa Regional de Ordenamiento Territorial, Plan Intercomunal de comunas costeras y la Zonificación de Borde Costero.
- IV. **Mapa con curva de nivel:** Mapa que provee datos sobre la topografía de la zona a través de la altura y la distancia que separa a estos diferentes niveles, mediante curvas representando de esta manera la superficie terrestre de la comuna.

⁹⁶ Fuente: Planes Energéticos Regionales Biobío: Diagnóstico Energético Prospectivo y Plan de Acción 2016-2020 para la Región del Biobío (2016)

⁹⁷ Los resultados de este proyecto no son públicos hasta el término del mismo.

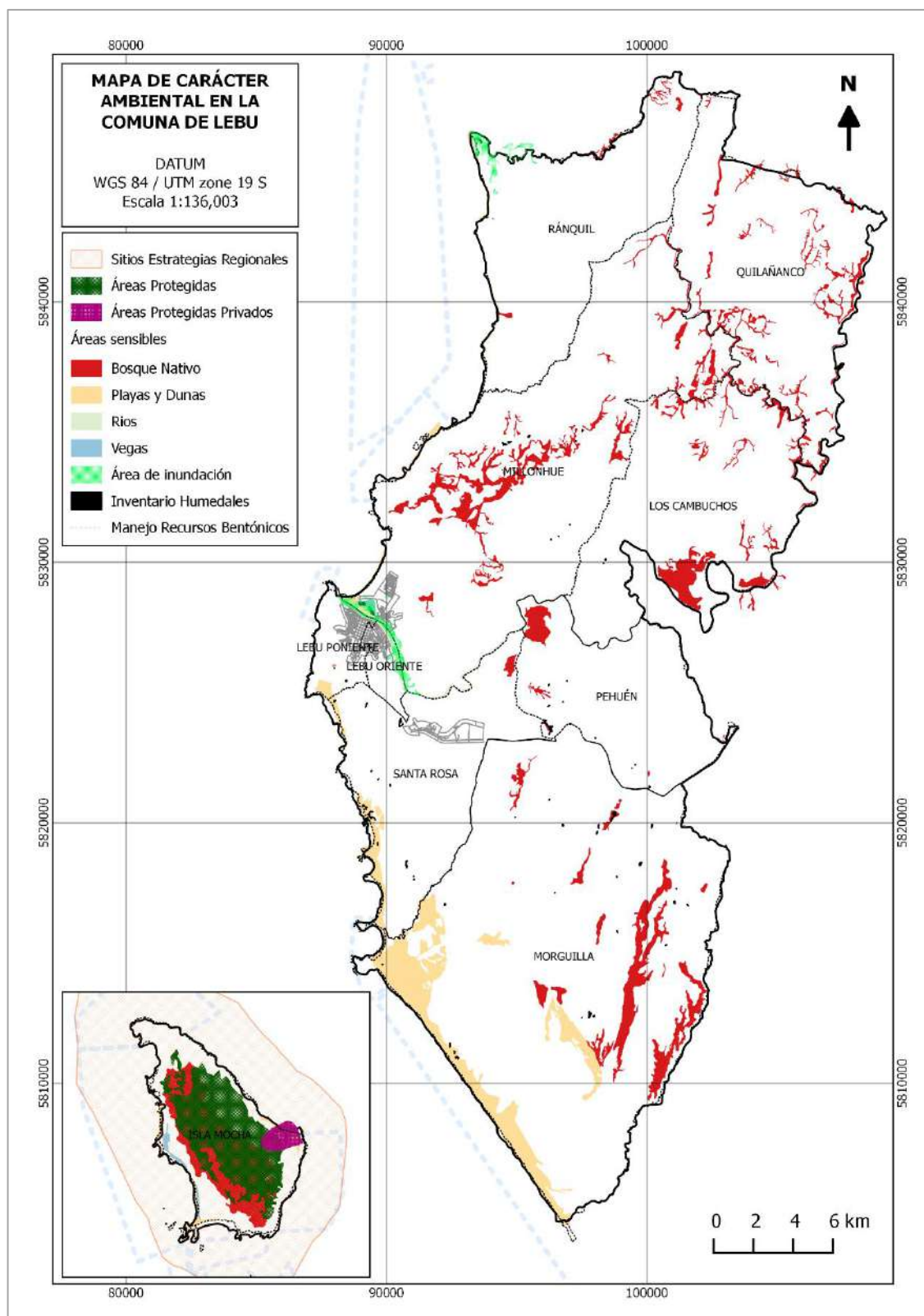
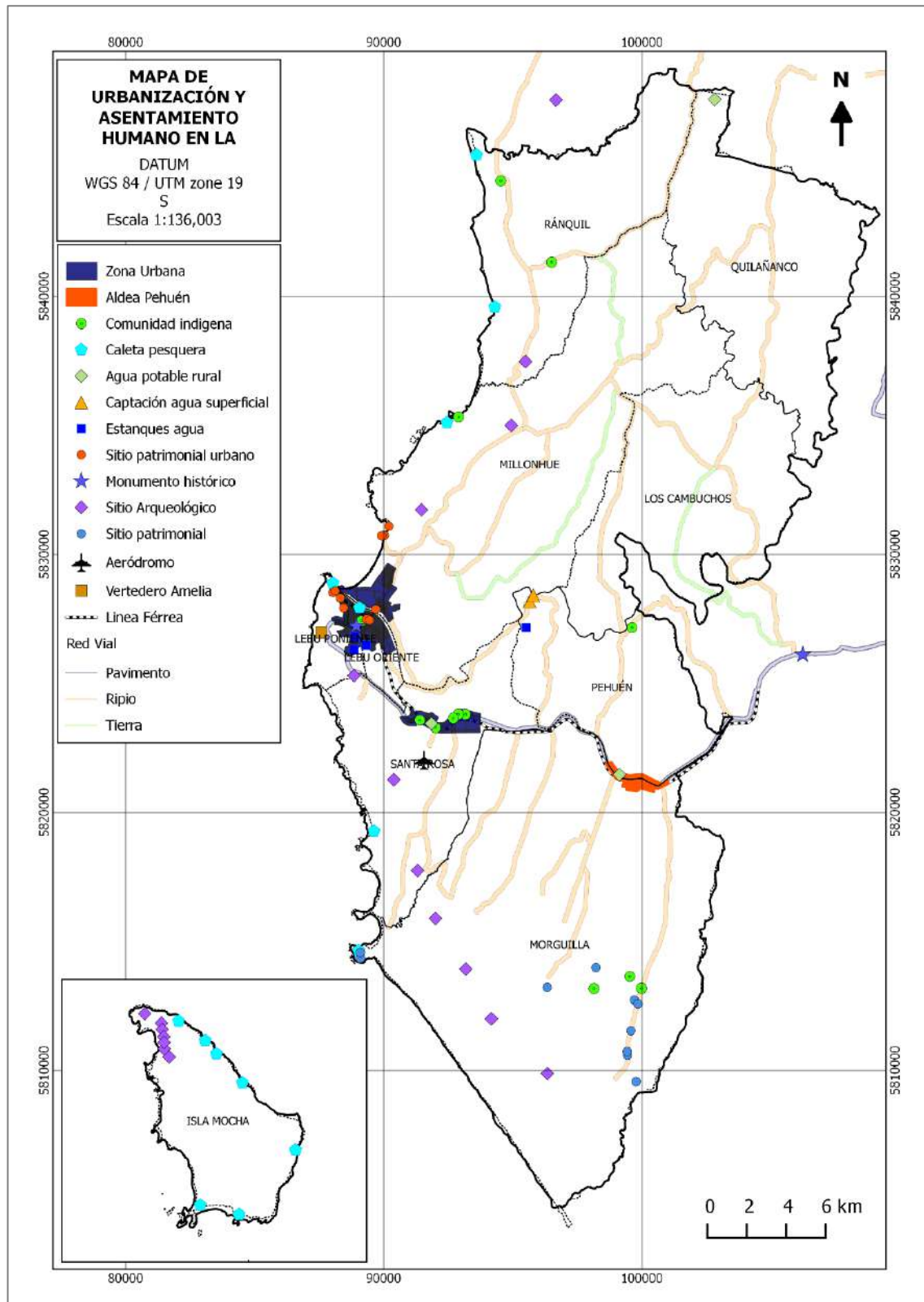
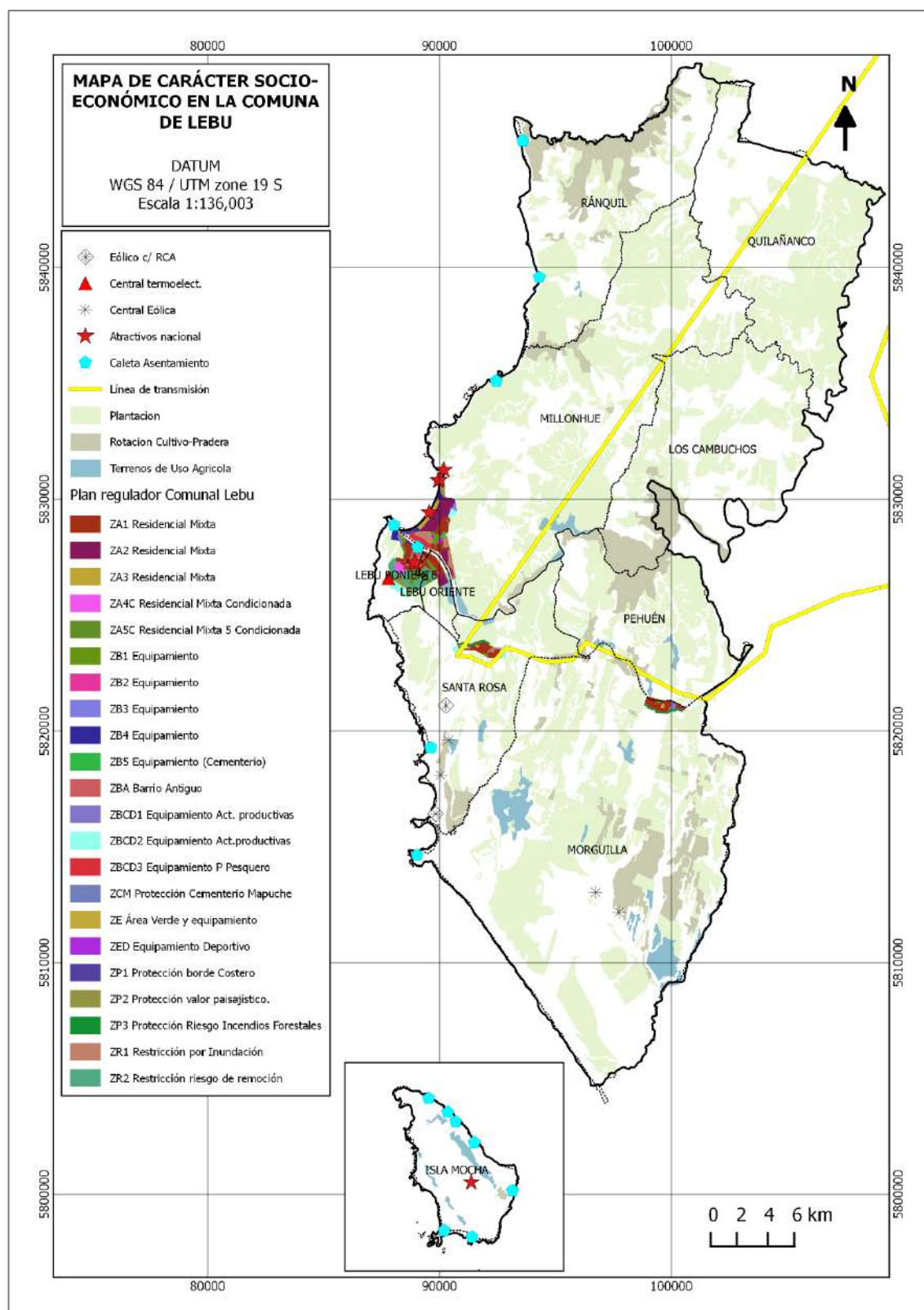
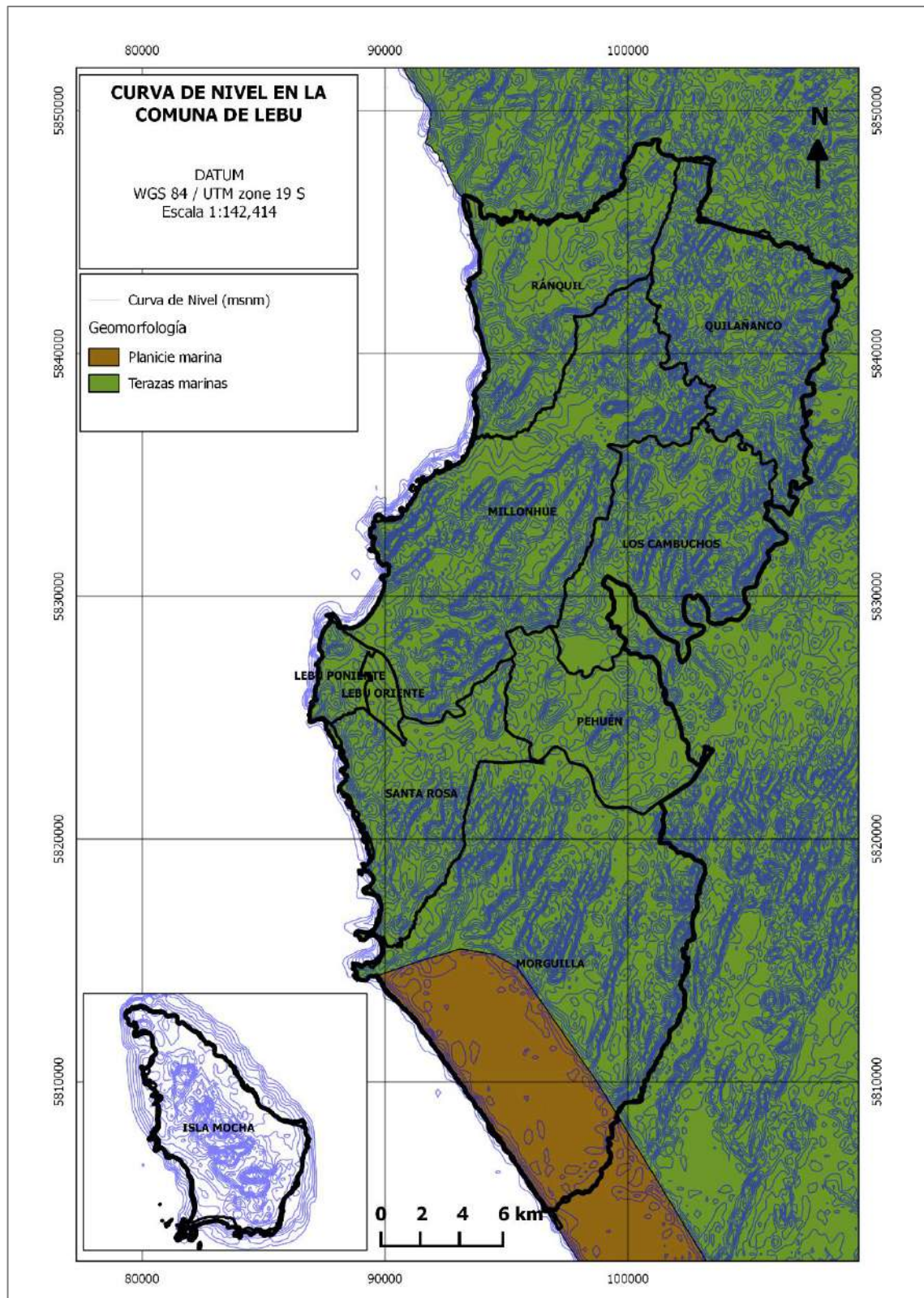


Figura 68. Mapa áreas de carácter ambiental en la Comuna de Lebu⁹⁸

⁹⁸ Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío

Figura 69. Mapa áreas de urbanización y asentamiento humano en la Comuna de Lebu⁹⁹⁹⁹ Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío

Figura 70. Mapa Socio-económico en la Comuna de Lebu¹⁰⁰¹⁰⁰ Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío

Figura 71. Mapa Curva de Nivel Comuna de Lebu¹⁰¹¹⁰¹ Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío

6.5 Potencial disponible

Como bien se mencionaba previamente el potencial disponible es aquel utilizado para determinar cuánta energía eléctrica y térmica se puede generar en Lebu a base del potencial de distintas fuentes energéticas. En esta sección se analizará energía solar, eólica, biomasa, hídrica de acuerdo a los antecedentes y/o resultados de las mediciones previas de energía teórica y las limitantes técnicas presentadas para aprovechar estas fuentes de energía.

Para los resultados de la fuente solar y eólica se consideraron dos opciones de potencial disponible, a gran escala (centrales de generación) y a escala pequeña instalado en techos o zonas urbanas de menor superficie. La estimación del potencial desarrollada en esta sección es sensible a los criterios de selección utilizados.

6.5.1 Solar

Generación eléctrica a gran escala

El potencial disponible definido para el recurso solar fotovoltaico de gran escala (utility scale) se encuentra en la zona costera principalmente en la zona noroeste de la comuna en Ránquil, como muestra la siguiente figura. Esta zona tiene el mayor potencial teórico de la comuna debido a su alta radiación global horizontal media de 4,8 [kWh/m²/día] promedio al año, o radiación global horizontal total 1.756 [kWh/m² anual].

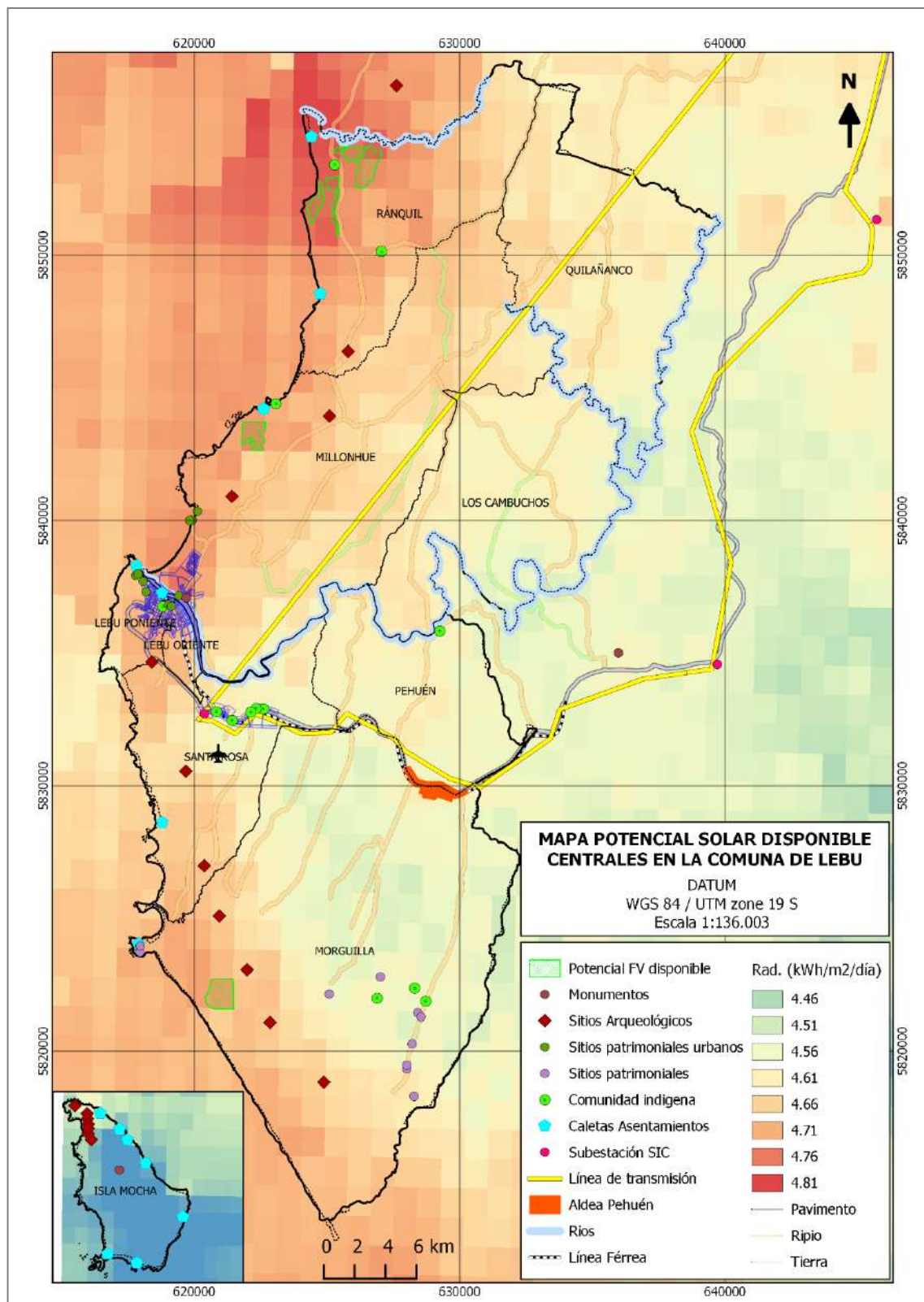
Por otra parte, esta zona no tiene áreas de urbanización o grandes asentamientos humanos, como tampoco áreas de protección o conservación ambiental, ni usos para actividad económica que impida el desarrollo de instalaciones fotovoltaicas de este tipo.

A favor también, esta zona tiene cierto nivel de acceso vial, y puntos a líneas de sub-transmisión disponibles (Línea Curanilahue-Lebu 66 [kV] y Línea Horcones-Lebu 66 [kV]) a una distancia entre 9 y 20 [km] de los puntos óptimos para instalaciones fotovoltaicas. Es necesario señalar que el potencial identificado en el límite sur de la comuna, podría ser inyectado al Sistema Interconectado Central a través de la línea de sub-transmisión Tres Pinos-Cañete 66 KV, que pasa a una distancia aproximada de 20 [km]. Una buena conectividad vial, como también una disponibilidad de líneas para transmitir la energía son factores primordiales para poder desarrollar e instalar proyectos fotovoltaicos a gran escala.

Debido a las características ambientales y meteorológicas se descartaron amplias áreas del sector noroeste de Ránquil y otras áreas costeras de la comuna, llegando finalmente a una superficie disponible total de 4 [km²]. Las características consideradas para zonas de exclusión además abordan:

- Presencia de humedales y zonas de inundación
- Zonas de influencia de camanchacas
- Proximidad a ríos o línea costera

De esta manera en base a la superficie (4 [km²]) y el potencial disponible, luego de restricciones de un criterio conservador, se determinó que la capacidad total posible de esta tecnología podría llegar a **24 [MW] y la generación anual a 15 [GWh]**.

Figura 72. Energía Fotovoltaica disponible en la Comuna de Lebu¹⁰²¹⁰² Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío y Explorador Solar (MINENERGÍA/FCFM)

La siguiente tabla resume las restricciones territoriales que se aplicaron a la comuna en la estimación del potencial solar fotovoltaico disponible para proyectos de gran escala (utility scale).

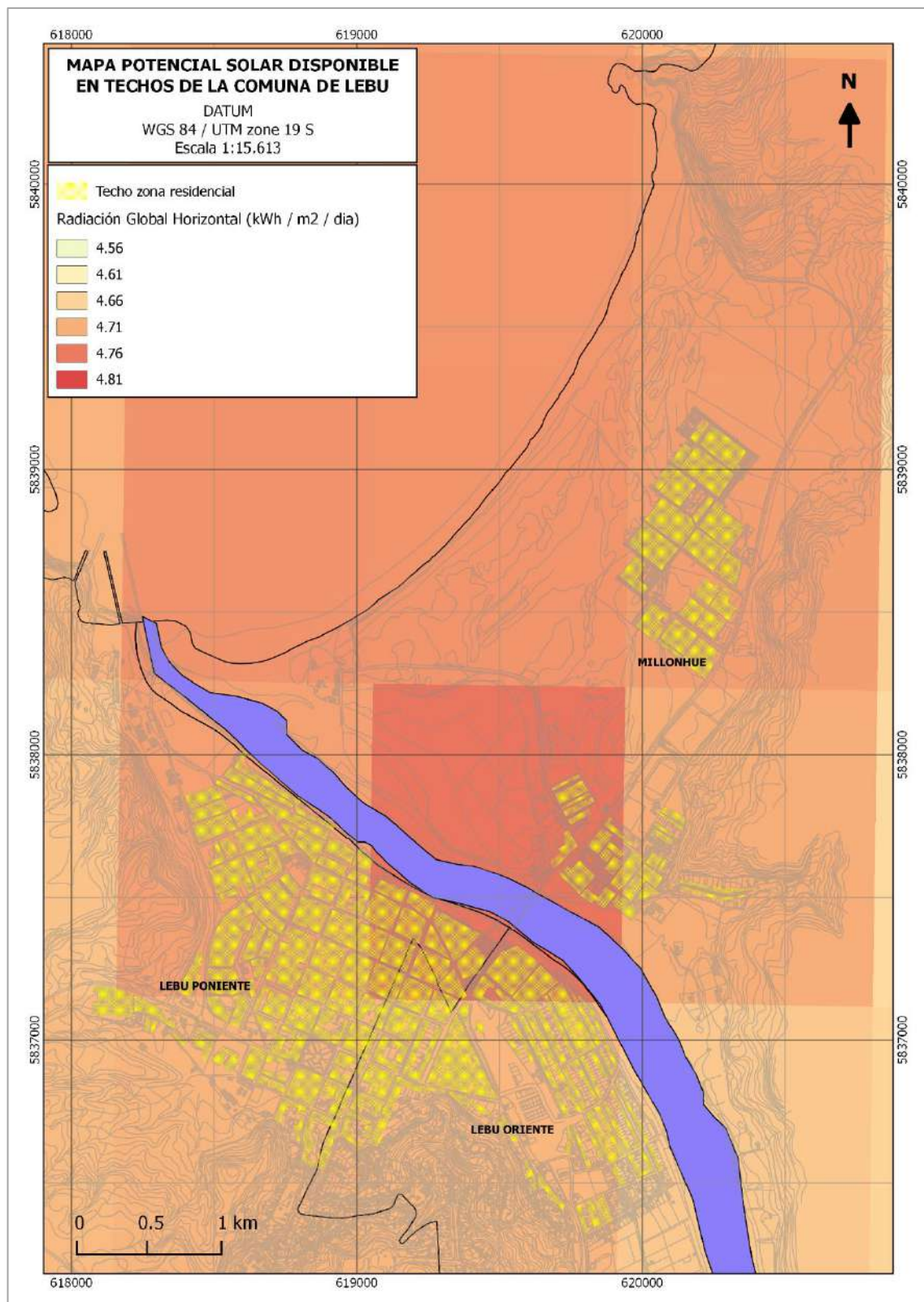
FACTORES	RESTRICCIÓN
Densidad de potencia por superficie (conservador)	5 ha/MW
Factor de planta	22%
Superficie con buena orientación	30%
Radiación global horizontal media anual	$\geq 6,5 \text{ kWh/m}^2/\text{día}$
Pendiente	Pendiente del suelo menor a un 15%
Altura	$\leq 3.000 \text{ msnm}$
Distancia a centros urbanos	$> 500 \text{ m}$
Distancia a ríos, esteros y cuerpos de agua	$> 300 \text{ m}$
Zonas protegidas	SNASPE, Sitios RAMSAR, Santuarios de la Naturaleza, Protección de dunas
Línea de costa	$> 100 \text{ m}$
Ambientales	Zona de influencia de camanchaca
Líneas férreas y red vial	$> 60 \text{ m}$

Tabla 31: Restricciones territoriales para el análisis de zonas con potencial FV¹⁰³.

Generación eléctrica a nivel urbano/residencial

El potencial disponible definido para la tecnología solar fotovoltaica para techos se encuentra en la zona urbana de Lebu, la cual se ubica en la costa como muestra la figura anterior. Esta zona tiene un potencial teórico menor que la zona noroeste de la comuna debido a condiciones de radiación menos favorables encontradas generalmente en desembocaduras, como una mayor nubosidad y la presencia de la vaguada costera. Sin embargo las áreas urbanas de Lebu aún tienen una buena radiación global horizontal media de $4,7 \text{ [kWh/m}^2/\text{día]}$ al año, o radiación global horizontal total $1.716 \text{ [kWh/m}^2]$ anual (ver figura siguiente).

¹⁰³ Fuente: Elaboración propia en base a: *Energías Renovables En Chile* (MINENERGIA/GIZ, 2014).

Figura 73. Potencial FV Techos urbanos en Comuna de Lebu¹⁰⁴¹⁰⁴ Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío y Explorador Solar (MINENERGÍA/FCFM)

La siguiente tabla resume los supuestos y restricciones que se aplicaron a las construcciones urbanas en la estimación del potencial solar fotovoltaico disponible para techos.

Supuestos		
Cantidad de casas en Lebu (zona urbana)	5.383	Unidad
Capacidad a instalar por casa	1	kW
Superficie por instalación en techos	8,75	m ² /kWp
Superficie de techos para instalación	47.100	m ²
Radiación global horizontal media	4,7	kWh/m ² /día
Factor de planta en techos	20	%
Superficie disponible %	20	%
Superficie con buena orientación %	60	%

Tabla 32: Supuestos para estimación del potencial fotovoltaico en techos.

En base a la superficie y el potencial disponible, luego de restricciones de un criterio conservador, se determinó que la capacidad total posible de instalar podría llegar a **5,4 [MW]** y la **generación anual a 3,2 [GWh] anual**.

Generación térmica a nivel pequeño o residencial

El potencial de energía solar térmica se estima únicamente para el sector residencial, y viene dado por el potencial de generación de Agua Caliente Sanitaria (ACS) en las viviendas de Lebu. De acuerdo a las estadísticas de CASEN, el 77% de las viviendas en Lebu corresponde a casas.

De acuerdo a la cantidad de viviendas y al número de habitantes en Lebu, se tiene que el número promedio de habitantes por vivienda es de 3,6 [*hab/vivienda*].

Parámetro	Valor
Cantidad de casas en Lebu (zona urbana)	5.383
Cantidad de habitantes en Lebu (zona urbana)	20.455
Número promedio de habitantes por vivienda	3,8

Tabla 33: Datos de Lebu, zona urbana

De acuerdo a lo anterior, el potencial de generación de ACS en el sector residencial se estima dimensionando un sistema solar para una vivienda unifamiliar con 4 personas, que de acuerdo a la normativa nacional¹⁰⁵ equivale a un consumo de 160 [*lts/día*] de agua caliente a 45°C por vivienda. Se evalúa la utilización de sistemas solares de tubo al vacío, ya que presentan un mejor rendimiento para climas fríos. Las características del colector solar propuesto son las siguientes:

¹⁰⁵ La normativa técnica de la ley 20.365 indica que, para viviendas unifamiliares, el consumo de ACS es de 40 [*lts/día*]

Parámetro	Valor	Unidad
Área bruta colector	2,69	[m ²]
Área de captación solar	1,86	[m ²]
Coeficiente $\tau\alpha$	0,46	
Coeficiente UL	1,58	[W / m ² °C]
Relación [V/A]	75	[l / m ²]
Volumen de acumulación	200	[lts]
Número de colectores	1	
Inclinación	45	[°]
Orientación	0 / 90	[°]

Tabla 34: Parámetros considerados para el sistema solar térmico¹⁰⁶

Se estima que la mitad de las viviendas presentan una orientación favorable (aguas norte – sur), mientras que el resto tiene una orientación menos favorable (aguas oriente-poniente). Además se incluye una restricción para aquellos techos que tengan problemas estructurales, que tengan únicamente orientación sur, o que presenten sombras durante todo el día. Se estima que un 33[%] de las viviendas podría presentar estas condiciones desfavorables para la generación de ACS a través de sistemas solares térmicos.

El potencial disponible se estimó utilizando los resultados obtenidos para una vivienda en RetScreen y extrapolando para todas las viviendas de la comuna. Los resultados se muestran en la siguiente tabla. **El potencial disponible de generación del sistema solar térmico es alrededor de [1,78] GWh/año.**

Parámetro	Valor	Unidad
Contribución SST vivienda norte	1.127	[kWh / año · vivienda]
Contribución SST vivienda poniente	888	[kWh / año · vivienda]
N° viviendas con techo orientación Norte-Sur	2.692	[Viviendas]
N° viviendas con techo orientación Oriente-Poniente	2.692	[Viviendas]
Restricciones sombras, orientación y estructura	33%	
Potencial disponible estimado Norte-Sur	1.000	[MWh/año]
Potencial disponible estimado Oriente-Poniente	788	[MWh/año]
Potencial disponible estimado total	1,78	[GWh/año]

Tabla 35: Resultados del potencial disponible de generación del Sistema Solar Térmico¹⁰⁷¹⁰⁶ Elaboración propia con fichas técnicas de colectores solares térmicos disponibles en el mercado¹⁰⁷ Elaboración propia, con resultados de simulación hecha en RetScreen

6.5.2 Eólico

El potencial disponible definido para fuente eólica a gran escala (utility scale) considera velocidades de viento entre 7 y 9 [m/s], lo cual está parcialmente sobre el potencial óptimo de 6m/s para aerogeneradores a gran escala. Este potencial cubre una superficie en la comuna más allá que los sectores cercanos a la línea de costa. Existen solo algunos puntos de menor potencial en la zona centro de la comuna donde se unen los distritos de Millonhue, Pehuén y Los Cambuchos. Los distritos de Santa Rosa, Millonhue y Ránquil son los que tienen un mayor potencial para energía eólica, ya sea por el potencial del recurso viento como disponibilidad y condiciones del territorio (Ver figura siguiente).

Por otra parte, con excepción de Santa Rosa, las zonas señaladas anteriormente no tienen áreas de urbanización o grandes asentamientos humanos, como tampoco áreas de protección o conservación ambiental. Se consideró que el uso de territorios para actividad agrícola no impide el desarrollo de instalaciones eólicas de este tipo ya que ambas actividades pueden coexistir en un mismo terreno.

Además, las zona identificadas como favorables tienen un nivel de acceso vial aceptable, y puntos a líneas de sub-transmisión disponibles (Línea Curanilahue-Lebu 66 kV y Línea Horcones-Lebu 66 kV) a una distancia entre 9 y 20 [km] de los puntos óptimos para instalaciones eólicas. Una buena conectividad vial, como también una disponibilidad de líneas para transmitir la energía son factores primordiales para poder desarrollar e instalar proyectos a gran escala.

Debido a las características ambientales y socioculturales se descartaron amplias áreas del sector sur oeste de Morquilla y otras áreas costeras más al norte de la comuna, llegando finalmente a una superficie disponible total de 36 km². Las características consideradas para zonas exclusión además abordan:

- Presencia de humedales y zonas de inundación
- Cercanía a zonas urbanas y comunidades indígenas
- Cercanía a sitios arqueológicos y patrimoniales

De esta manera, se determina el potencial eólico a nivel de centrales de generación, el cual se estimó utilizando una densidad de potencia instalable de 29 [ha/MW]¹⁰⁸. En base a la superficie (36 km²) y el potencial disponible, luego de restricciones de un criterio conservador, se determinó que la **capacidad total posible de instalar podría llegar a 124 [MW] y la generación anual a 412 [GWh]**.

Es necesario señalar que el potencial identificado en el límite sur de la comuna, podría ser inyectado al Sistema Interconectado Central a través de la línea de sub-transmisión Tres Pinos-Cañete 66 KV, que pasa a una distancia aproximada de 10 [km].

¹⁰⁸ Land-Use Requirements of Modern Wind Power Plants in the United States, National Renewable Energy Laboratory.

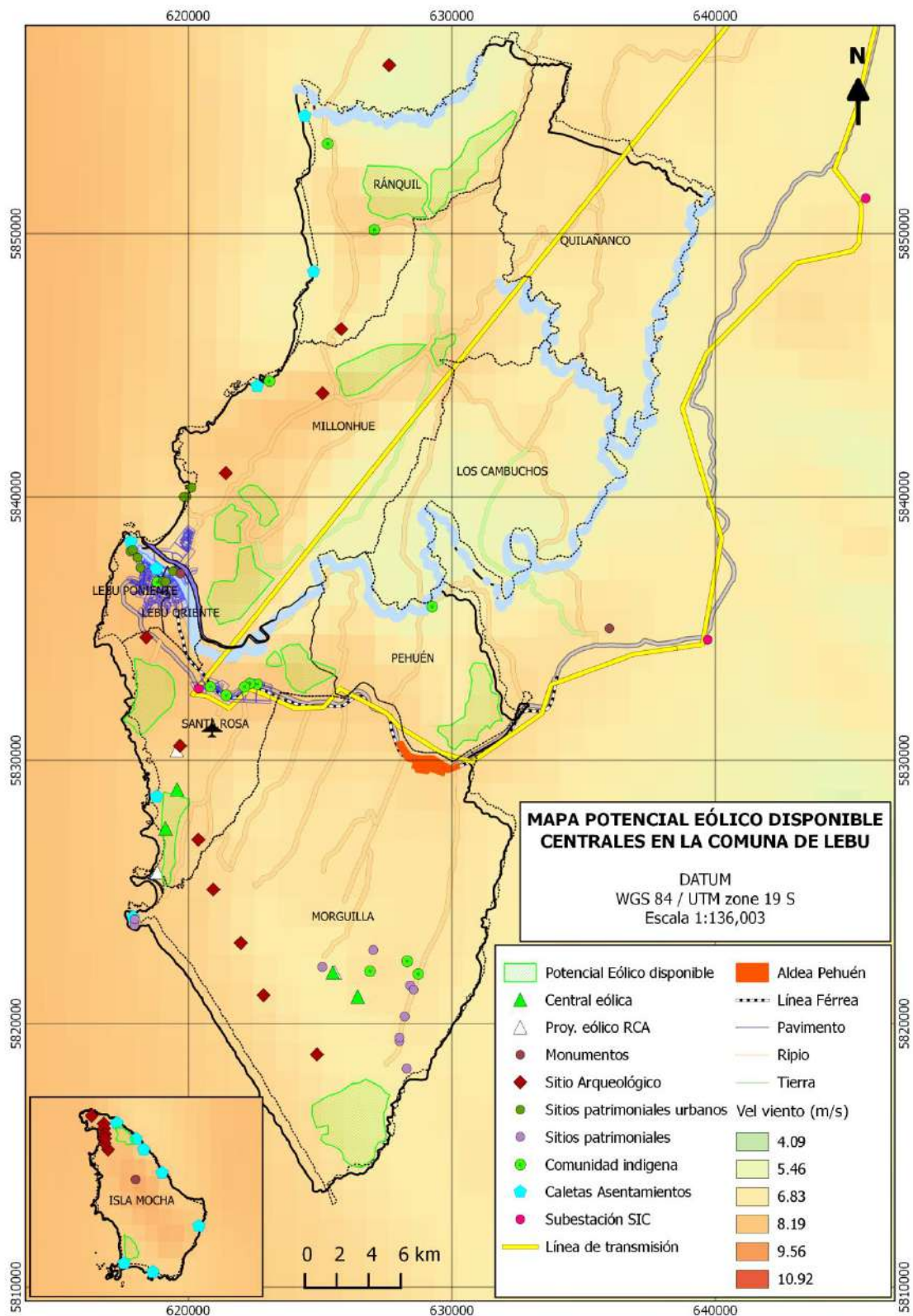


Figura 74. Energía eólica a 100 metros de altura disponible en la Comuna de Lebu¹⁰⁹

¹⁰⁹ Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío y Explorador Eólico (MINENERGÍA/GIZ/FCFM).

Parámetro	Valor	Unidad
Altura del buje	100	[m]
Diámetro del rotor	76	[m]
Potencia central	2	[MW]
Criterio Recurso eólico	> 8[m s/] a 90[mts] de altura	
Altura del terreno	< 1.000[mts]	
Pendiente del terreno	< 10°	
Distancia a centros urbanos	> 500 m	
Distancia a ríos esteros y cuerpos de agua	> 300 m	
Zonas protegidas	SNASPE, Sitios RAMSAR, Santuarios de la Naturaleza, Protección de dunas	
Línea de costa	> 100	[m]
Distancia a la red vial y a las líneas de transmisión	9-20 [km] a la línea de distribución eléctrica	
Área necesitada por central	29	[ha]
Factor de planta	0,38	

Tabla 36. Supuestos y restricciones territoriales para el análisis de zonas con potencial Eólico

Generación eléctrica a nivel urbano

El potencial disponible definido para fuentes eólico residenciales se encuentra a una altura de 10 metros y en la zona urbana de Lebu, la cual se ubica en la costa como muestra la siguiente figura. Esta altura de 10 metros utilizada para estimar el potencial residencial urbano es menor que el potencial para grandes plantas de la comuna, debido a condiciones eólicas menos favorables encontradas a menor altura. Sin embargo las áreas urbanas de Lebu aún tienen una velocidad de viento media de 4,5 m/s al año (ver figura siguiente).

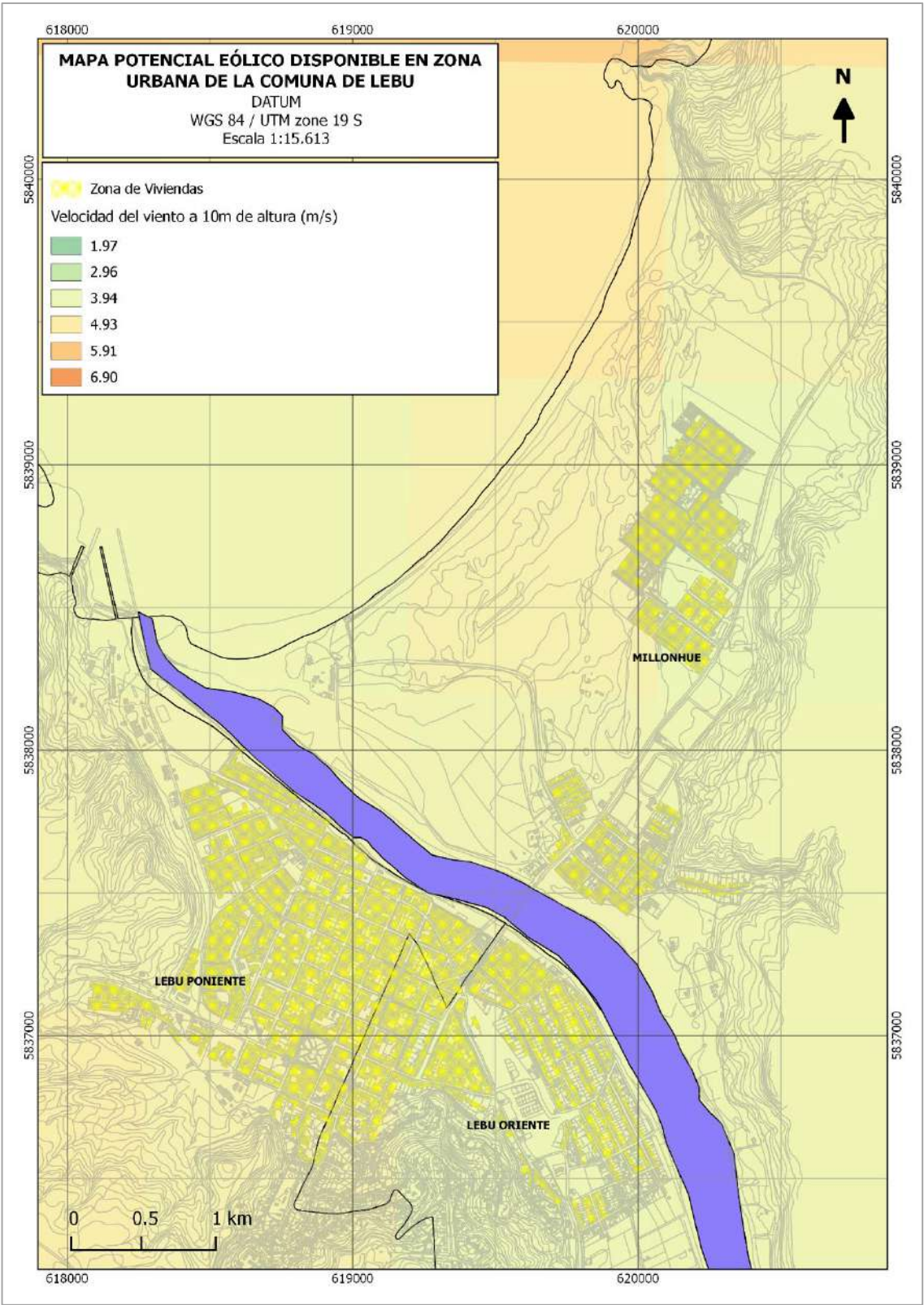


Figura 75. Energía eólica a 10 metros de altura disponible en la Comuna de Lebu¹¹⁰

Parámetro	Valor	Unidad
-----------	-------	--------

¹¹⁰ Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío y Explorador Eólico (MINENERGÍA/GIZ/FCFM).

Cantidad de casas en Lebu (zona urbana)	5.383	<i>Unidad</i>
Altura del buje	10	[m]
Diámetro del rotor	5,5	[m]
Potencia central	5	[kW]
Criterio Recurso eólico	> 4[m/s] a 10[mts] de altura	
Factor de planta	0,20	

De esta manera, se determina el potencial eólico a nivel urbano, el cual se estimó utilizando una densidad de potencia instalable del 50% del total de las casas en la comuna (2.691 casas). En base al número de casas y el potencial disponible, luego de restricciones de un criterio conservador, se determinó que la **capacidad total posible de instalar podría llegar a 13,5 [MW] y la generación anual a 23,5 [GWh]**.

6.5.3 Hidroeléctrico

El potencial hidroeléctrico se estima utilizando los datos de la Dirección General de Aguas (DGA) y del Ministerio de Energía.

De acuerdo al Explorador de Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivos (DAANC), la metodología para estimar el potencial de cada cauce natural corresponde a una combinación entre simulaciones numéricas de sus caudales y bases de datos de DAANC vigentes en Chile a diciembre del 2012. Las restricciones incluidas en la estimación de este potencial son las siguientes.

Factor	Restricción ¹¹¹
Zonas protegidas	SNASPE, Sitios RAMSAR, Santuarios de la Naturaleza, Protección de dunas
Líneas férreas red vial y senderos de Chile	> 60m
Distancia a centros urbanos	> 500 m
Distancia a sitios arqueológicos, patrimoniales y monumentos	> 500 m

Tabla 37: Supuestos y restricciones territoriales para el análisis de zonas con potencial Hidroeléctrico

Cuenca	Capacidad (MW)						Factor de planta
	0,1-1		1-9		Total		
	N°	MW	N°	MW	N°	MW	
Rio Lebu	1	0,1	9	42,8	10	42,9	62 %

Tabla 38: Potencia Rio Lebu¹¹²

El potencial total del río Lebu es de 43 MW, mediante la instalación de 10 centrales (Ver tabla anterior). Sin embargo el tramo disponible dentro de la comuna corresponde al río Curanilahue entre río Descabezado y río Lebu. Este tramo tiene tres puntos con potencial hidroeléctrico disponible, el *punto A, B y C*, que entre los tres tienen una **potencia media total disponible de 11, 7 MW y un factor de planta promedio de 63%** (Ver figura siguiente) mientras que el potencial de generación alcanzaría los 64,6 [GWh/año].

¹¹¹ Fuente: Energías Renovables en Chile (Ministerio de Energía/GIZ)

¹¹² Fuente: Ministerio de Energía/GIZ y Dirección General de Aguas (DGA), 2014. Explorador DAANC: El Potencial Hidroeléctrico de Chile: Actualización 2014

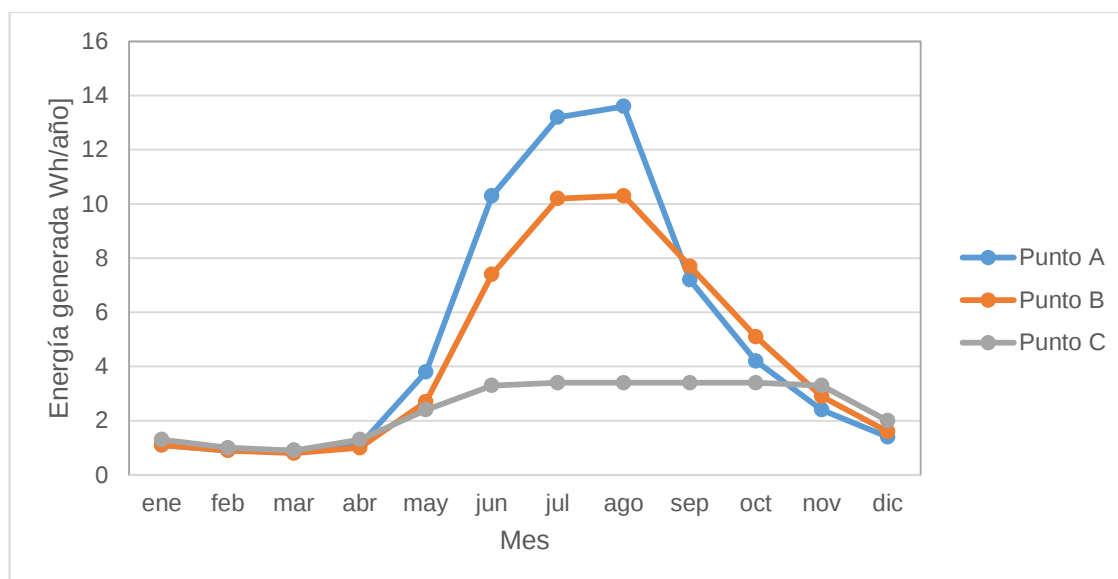
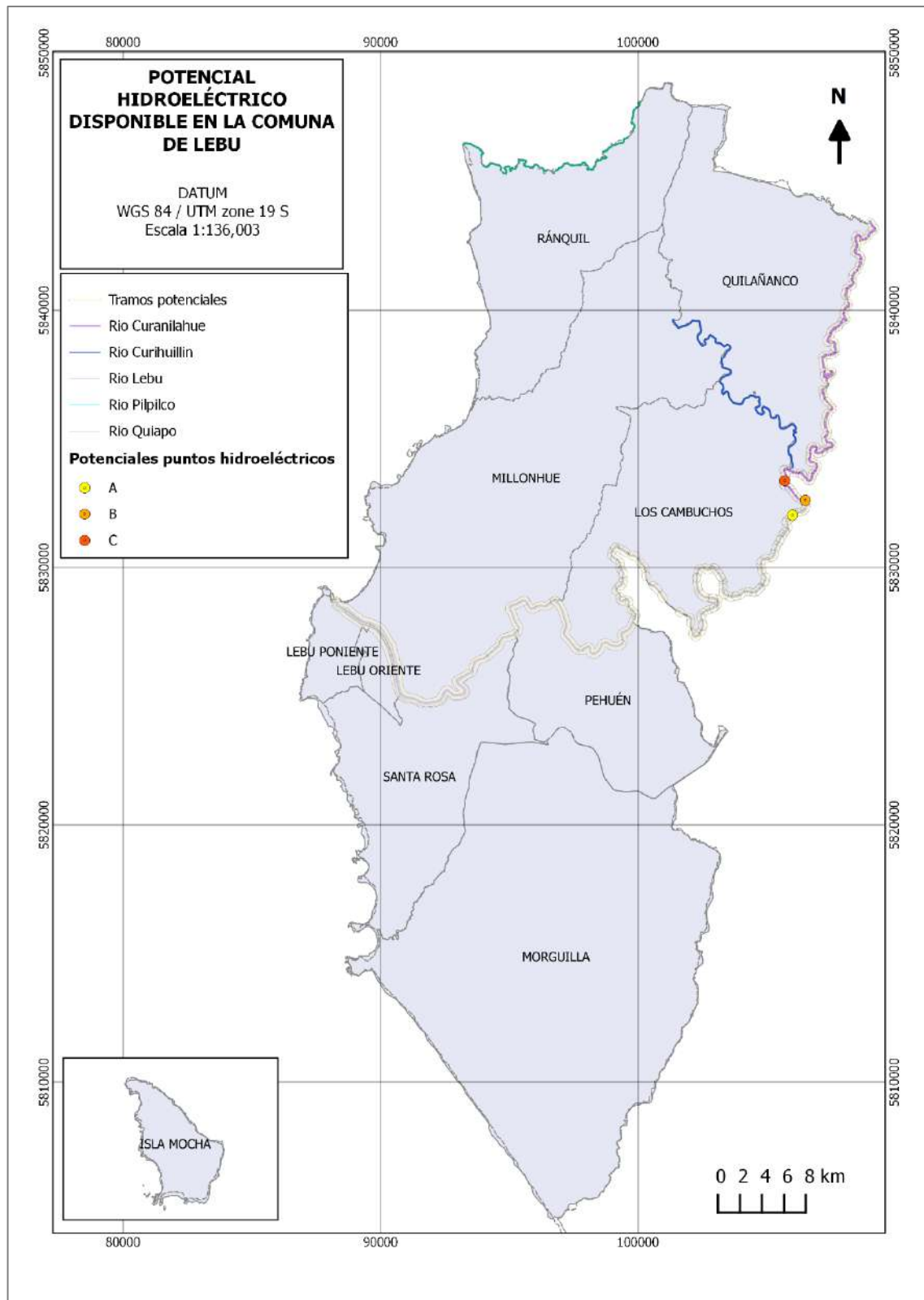


Figura 76. Potencial Hidroeléctrico mensual disponible en la Comuna de Lebu

A continuación se muestra un mapa con el potencial hidroeléctrico de la comuna en los puntos disponibles para energía hidroeléctrica.

Figura 77. Potencial hidroeléctrico disponible en la Comuna de Lebu¹¹³

¹¹³ Elaboración propia en base a Sistema Integrado de Información Territorial - SIIT y Explorador DAANC (MINENERGÍA / DGA / DGF)

6.5.4 Biomasa

Biomasa Forestal

La superficie total de bosque disponible en la comuna es de 30.595 [ha], y existe una superficie de áreas sensibles o limitantes de 6.741 [ha] compuesta por áreas protegidas, sitios arqueológicos, bosques nativos, playas y dunas, cuerpos de agua y vegas. De esta manera la superficie aprovechable para uso energético estimada sería de 23.854 [ha] (Ver mapa siguiente).

Aplicando una tasa de crecimiento de 6 [m³/ha/año] y a un factor de utilización acorde a las condiciones del tipo forestal, la siguiente tabla resume el volumen potencial para proyectos dendroenergéticos en Lebu. Se estima un potencial disponible de 28.625 [m³] de biomasa seca.

	Superficie potencial	Tasa de crecimiento	Utilización para leña	Potencial disponible
Fuente	ha	m ³ /ha/año	%	m ³
Bosque	23.854	6	20	28.625

Tabla 39: Volumen disponible para proyectos dendroenergéticos¹¹⁴

De acuerdo al potencial disponible estimado y a los supuestos de tasa de crecimiento **se puede producir 75 [GWh/año], de los cuales 7 [GWh] son para producir energía eléctrica y 68 [GWh] son de energía térmica**¹¹⁵.

¹¹⁴ Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío

¹¹⁵ Se ha considerado un poder calorífico de leña nativa seca de 2.6 MWh/m³

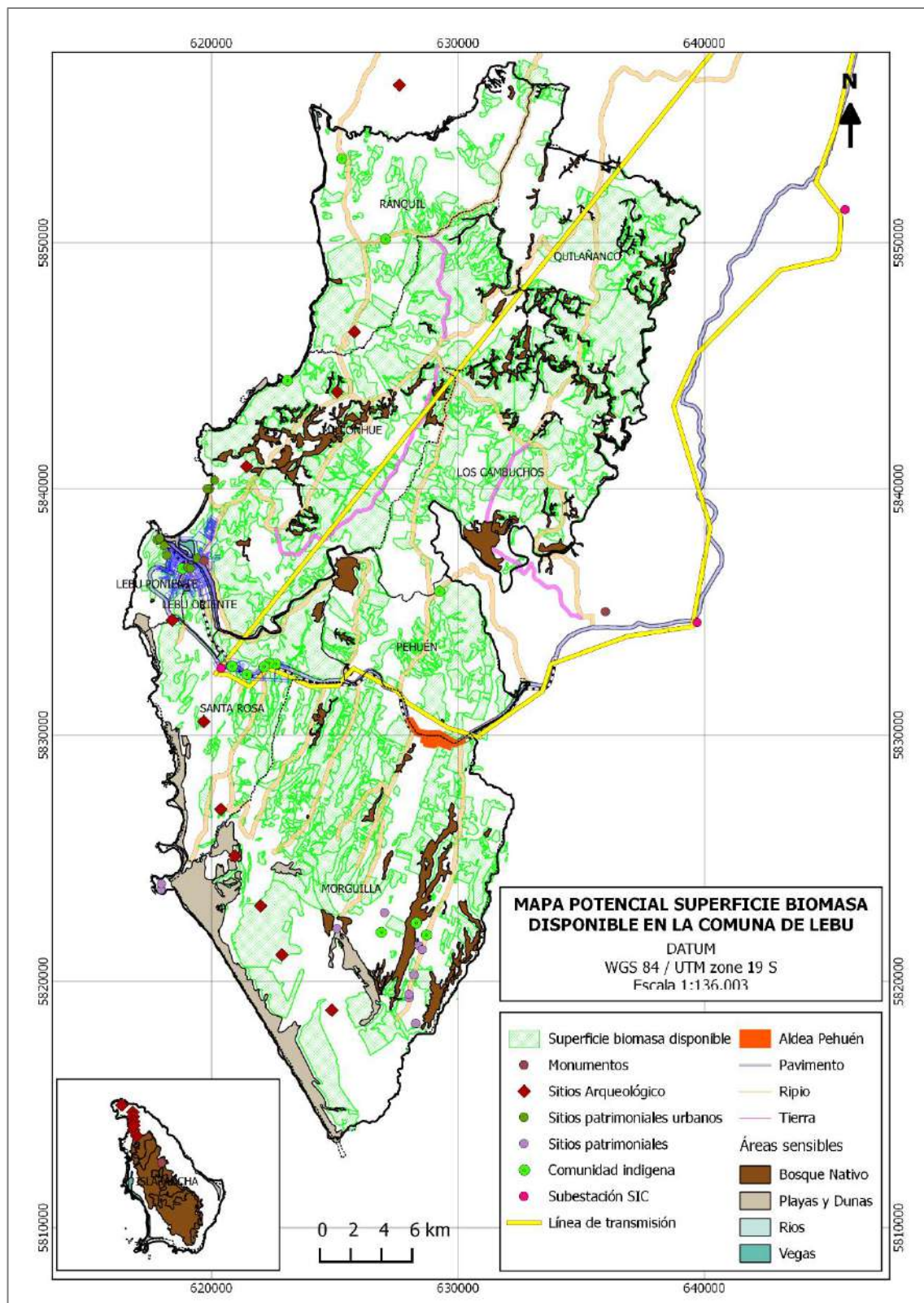


Figura 78. Mapa potencial superficie biomasa disponible en la comuna de Lebu¹¹⁶

¹¹⁶ Elaboración propia en base a Gobierno Regional de Biobío

Biomasa Residuos domiciliarios

Para el cálculo del potencial de producción de energía eléctrica y térmica a partir del biogás generado con residuos sólidos domésticos (RSD), se ha considerado la producción de 8.400 [ton/año] de residuos en la comuna, con un 35% de materia orgánica para una población aproximada de 26.061 habitantes. Para Lebu se traduce en un potencial aproximado de 2.940 toneladas de materia orgánica y 220 toneladas de materia seca que se puede utilizar para la producción de energía.

Materia orgánica en la basura: Sector residencial	
Número de habitantes Comuna de Lebu	26.061
Generación de basura [ton/año]	8.400
Proporción materia orgánica	0,35
Materia orgánica [t de biomasa húmeda]	2.940
Materia orgánica [t de biomasa seca]	735
Uso para la producción energética	0,3
Uso para la producción energética [t biomasa seca]	220,5

Tabla 40. Materia orgánica en la basura, sector residencial¹¹⁷.

Producción energética de la materia orgánica: Sector residencial		
Tonelada biomasa seca	220,5	
Producción de biogás materia orgánica [m3 / t biomasa seca]	525	
Energía biogás [kWh/m3]	6	
Total producción biogás [m3]		115.763
Total biogás [kWh]		694.575
Rendimiento electricidad	36%	
Rendimiento Energía térmica	45%	
Subtotal electricidad [MWh]		250
Subtotal Energía térmica [MWh]		313

Tabla 41. Producción energética de la materia orgánica, sector residencial.¹¹⁸

Considerando una producción total de biogás de 694.575 kWh y un factor de 36% para la energía eléctrica **se puede producir un total de 250 [MWh] al año**, lo que permitiría abastecer las necesidades de aproximadamente 95 viviendas de la comuna.

¹¹⁷ Elaboración propia en base a Ministerio del Medio Ambiente.

¹¹⁸ Elaboración propia en base a Ministerio del Medio Ambiente.

6.6 Resumen potencial

A continuación, se muestran los resúmenes para los potenciales de generación de energía eléctrica y energía térmica en la comuna de Lebu

6.6.1 Electricidad

Se evaluaron los potenciales de generación eléctrica a través de los recursos solares, eólicos (ambas a nivel generación a gran escala y generación a nivel urbano/residencial), hídricos y de biomasa. La figura a continuación resume los potenciales de generación estimada por recurso.

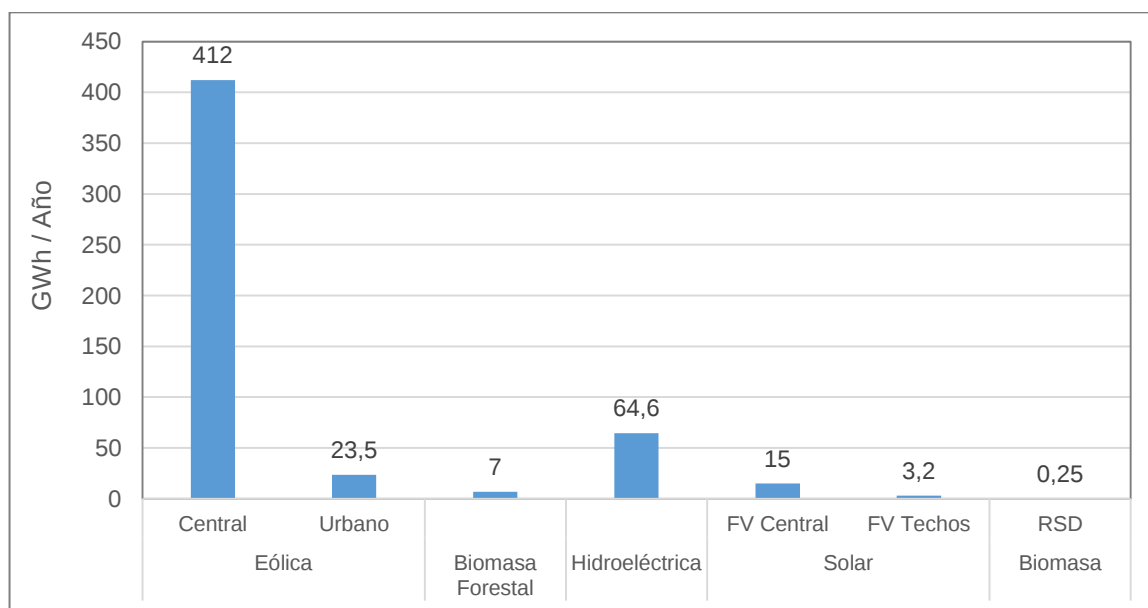


Figura 79. Potencial disponible ERNC Generación eléctrica (GWh)

El potencial total de generación eléctrica dentro de la comuna, es de **526 [GWh/año]**, siendo el potencial eólico (412 GWh) el recurso principal a escala gran generación para centrales, seguido por el potencial de generación hidroeléctrica (65 GWh).

6.6.2 Energía térmica

Se evaluó el potencial de generación de energía térmica utilizando dos fuentes energéticas, biomasa seca y sistemas solares térmicos (SST) y se obtuvo un resultado total de **69,8 [GWh/año]**, donde la principal fuente energética fue biomasa seca a continuación el resultado en la figura.

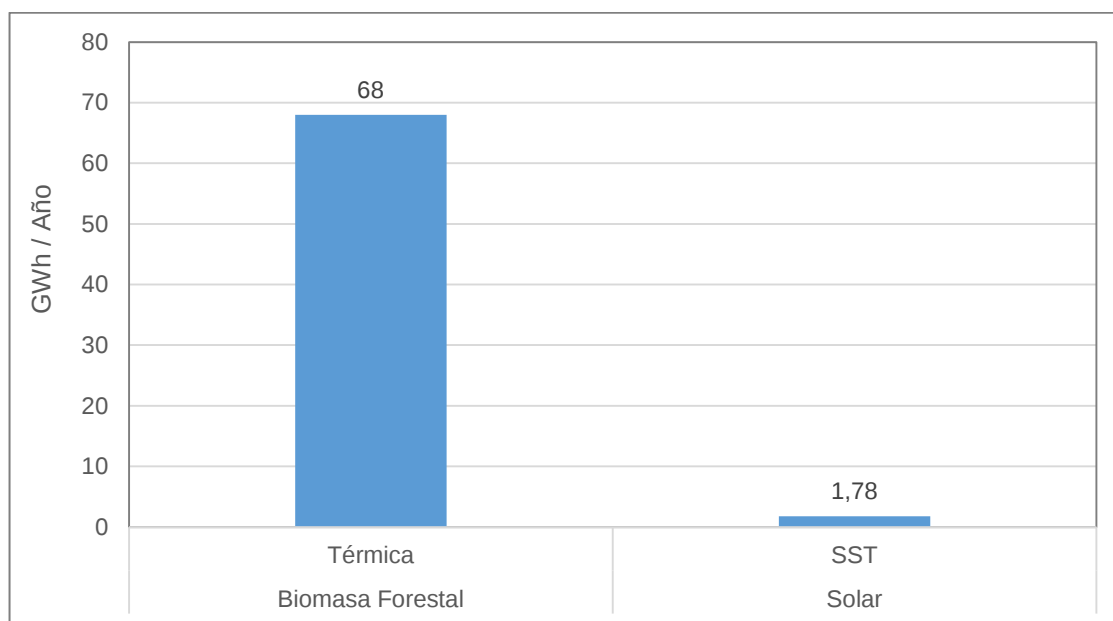


Figura 80. Potencial disponible ERNC Generación energía térmica (GWh)

7. Potencial de eficiencia energética

7.1 Definición

Otra de las formas de explotar el potencial energético de Lebu es a través de medidas de eficiencia energética, lo que se entiende como “la capacidad de reducir la cantidad de energía eléctrica y/o térmica que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios¹¹⁹”.

Dicha reducción de consumo de energía puede ser asociada a un recambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que irrumpen en el mercado y que incrementan el rendimiento de los artefactos, o por nuevos diseños de máquinas y espacios habitables, los que pueden disminuir las pérdidas de energía. No obstante, la reducción de consumo de energía también puede estar vinculada a una mejor gestión, o cambios en los hábitos y actitudes de los usuarios.

Es importante destacar que la eficiencia energética no apunta a dejar de utilizar los artefactos y sistemas para evitar el consumo de energía, lo que se busca es reducir el consumo de energía manteniendo o aumentando el confort.

El potencial de eficiencia energética se puede analizar desde tres aristas principales:

- Medidas de eficiencia para equipos y/o componentes nuevos.
- Medidas de eficiencia para remplazo temprano de equipos, componentes o sistemas.
- Medidas relativas a usos o hábitos más eficientes en términos energéticos.

7.2 Sector residencial

7.2.1 Potencial de eficiencia energética térmica

Una de las características más importantes para la estimación del potencial energético en las viviendas son las condiciones térmicas definidas por los materiales que la forman. En ese sentido y en base a la información otorgada por encuesta CASEN 2015, es posible cuantificar las condiciones materiales dentro de la comuna, destacándose por un mayor porcentaje de casas pareadas y casas aisladas, en las cuales la mayoría se concentra entre los 41-150 metros cuadrados. La composición de las viviendas está fundada en un alto porcentaje de viviendas con albañilería (más del 70%), y con techos de planchas metálicas o de fibrocemento.

Además de una caracterización material, es necesario clasificar las viviendas según su año de construcción, esto acorde con la cronología de las normativas publicadas respecto a la eficiencia térmica de las edificaciones. El primer periodo considera todas las edificaciones anteriores al 2001, las que no consideran ningún tipo de normativa térmica, un segundo periodo desde el 2001 hasta el 2007 que consideran componentes que mejoran la eficiencia energética de los techos, y un tercer periodo desde el 2008 en adelante (actual normativa¹²⁰) que considera factores de eficiencia energética en toda la edificación. A nivel nacional, la clasificación por periodo de construcción muestra un 85,6% de viviendas construidas antes del 2001, 12,8% construidas entre el 2001 y 2007, dejando un 1,6% de viviendas para el tercer periodo. Debido a lo anterior el potencial de eficiencia térmica podría cumplir un rol importante dentro de la reducción de energía que se consume en la comuna.

¹¹⁹ Definición de Eficiencia Energética de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE)

¹²⁰ NORMA CHILENA NCh853, Cuarta edición 2014.04.28.

Se considerarán medidas de reacondicionamiento térmico en viviendas a partir del informe de la CDT las cuales abarcan techos, muros, ventanas y pisos. De las anteriores se descartan todas las medidas que tengan relación con el tratamiento de pisos ya que estos no son una reducción significativa (son del orden del 1-2%) del consumo energético¹²¹.

Así, en base a las medidas propuestas por el estudio, se llega a que el sector residencial tiene un potencial de ahorro térmico anual equivalente a un 19% de la demanda de energía térmica del sector residencial, lo que se traduce en aproximadamente **31,3 [GWh/año]**.

El diagnóstico de la comuna da cuenta la relevancia que tiene el consumo de leña en los hogares de Lebu, siendo este un factor importante para tener avances en relación a la eficiencia energética.

En el estudio “Diagnóstico del mercado de Leña en Chile”, se da cuenta que existen importantes diferencias en el consumo de energía de la región, destacándose un promedio de 4,7 [m³/vivienda] en el consumo de leña anual, lo que es muy distante del actual consumo que tiene Lebu, el cual alcanza cerca de los 9,4 [m³/vivienda]. En este sentido, existe un potencial de eficiencia en el uso de la leña, planteando dos escenarios principales:

1. Alcanzar el promedio por vivienda de la región: Esto significa pasar de un consumo por vivienda de 9,4 [m³] a un consumo de 4,7 [m³] por vivienda al año. En esa línea, alcanzar esos niveles de consumo en la comuna, permitiría un ahorro de **71 [GWh/año]** en el sector residencial, disminuyendo su demanda de leña en un **46,7%**.
2. Alcanzar el mínimo promedio por vivienda en la región: Si se alcanza el promedio de las ciudades menos intensivas de la región como Chillán, la que consume en promedio 2,5 [m³] de leña por vivienda al año, es posible obtener un ahorro energético cercano a los **104,6 [GWh/año]**, disminuyendo la demanda energética de leña en un **68,7%**.

Otro punto relevante de analizar en torno al uso de leña en la comuna, es el potencial de ahorro de energía asociado al recambio y uso de calefacción a leña con equipos más eficientes, lo que permitiría obtener iguales resultados energéticos, pero con una mayor eficiencia. De los datos obtenidos desde el “Plan Energético Regional” para la región de Biobío, se obtiene que un 25,9% de los artefactos de consumo de leña cuentan con una eficiencia de un 40% o menos. Si esos artefactos se recambian por equipos más eficientes, de doble cámara, que tienen eficiencia cercana a un 71%, es posible obtener los resultados expuestos en la Tabla 42, donde se aprecia que es posible alcanzar un ahorro de **28,2 [GWh/año]**, lo que significa una disminución del consumo de leña en un **18,5%**

¹²¹ Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial, año 2010.

Recambio de sistema de calefacción a más eficientes	
Cantidad de salamandras	16,60%
Cantidad de chimeneas	3,10%
Cantidad de sistemas hechizos	6,20%
Eficiencia salamandra	40%
Eficiencia chimeneas	15%
Eficiencia hechizos	40%
Eficiencia equipo eficiente cámara doble	71%
Ahorro salamandras [GWh/año]	7,3
Ahorro chimeneas [GWh/año]	2,5
Ahorro sistemas hechizos [GWh/año]	18,4
Ahorro total [GWh/año]	28,2
% Ahorro	18,5%

Tabla 42: Ahorro energético por recambio de calefactores

Finalmente, y considerando la interacción de las medidas anteriormente expuestas, considerando un mejoramiento en la aislación térmica de las viviendas, el uso de leña de mejor calidad y el recambio de calefactores, se puede generar una reducción de **56,5 [GWh/año]**.

7.2.2 Potencial de eficiencia energética eléctrica

El potencial de ahorro a través de medidas de eficiencia energética en el sector residencial está fundado en las medidas propuestas por el estudio de la CDT citado anteriormente, este incluye recambios de equipos y mejoras por equipos más eficientes.

La posesión de equipos tecnológicos, está basada en la siguiente figura, donde se expone el porcentaje de tenencia de equipos a nivel nacional.

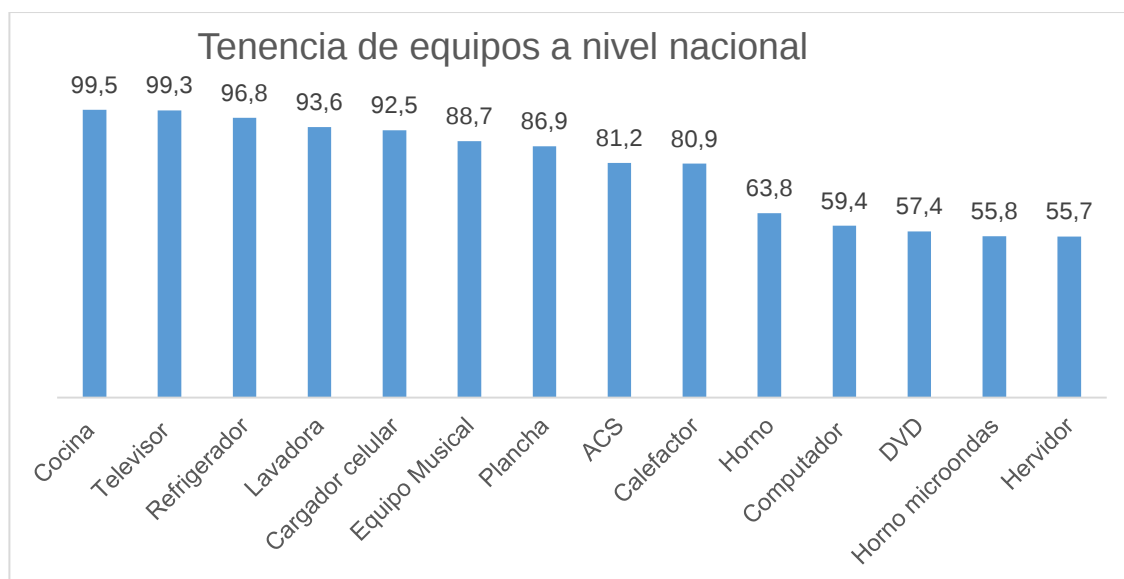


Figura 81: Tenencia de equipos a nivel nacional, Estudio CDT 2010

Así, para las medidas de eficiencia energética eléctrica a nivel nacional, se tienen las siguientes propuestas, las cuales dan cuenta de un escenario de recambio de equipos por algunos más nuevos y otro escenario por recambio de equipos hacia unos más eficientes.

Medida	Caso Base	Renovación eficiente	Reducción	Factor de Penetración	Ahorro
	KWh/año	KWh/año	%	%	kWh/año
Cambio de ampolletas dicroicas por ampolletas eficientes	22,8	8	65%	20%	3,0
Cambio de ampolletas incandescentes por ampolletas eficientes FLC	33,1	9,4	72%	77%	18,2
Cambio de Refrigerador sin etiquetado energético (antes 2006) por Refrigerador A+ o A++	519	263	49%	12%	29,7
Reemplazar computador fijo con pantalla catódica por notebook	155,93	26,18	83%	23%	17,7
Uso de aireadores	2110	1371	35%	13%	92,4
Cocina olla a presión	761	494	35%	25%	66,4
Microondas en lugar de horno eléctrico/gas	157	34	78%	38%	26,1
Uso hervidor en lugar de tetera	273	95	65%	35%	34,7
Carga completa lavadora	79,5	60,4	24%	25%	4,5
Lavado agua fría	201,4	80,3	60%	25%	28,3
Acumular ropa para plancha	44,5	41,4	7%	25%	0,7
Mantenimiento periódica del calefón	2131	2025	5%	25%	21,5
Apagado del piloto del calefón cuando no se usa	2110	1639	22%	38%	145,3

Figura 82: Medidas de reducción del consumo de electricidad a nivel residencial, Estudio CDT 2010

La aplicación de estas medidas propuestas para el sector residencial, puede conllevar a ahorros en un caso esperado, es decir, un caso en que algunas modificaciones son hacia un recambio eficiente y otras hacia un uso eficiente) de **2,9 [GWh/año]**, lo que se traduce en una reducción de un 31%. Si bien es un número significativo, se debe tener en cuenta que esto involucra una serie de esfuerzos nacionales y privados, puesto que los factores de penetración de las medidas propuestas deben estar en directa relación con la realidad del territorio de la comuna de Lebu.

Además, los altos índices de pobreza de la comuna, tienden a prever que el consumo de electricidad del sector residencial se mantendrá al alza en los próximos años.

7.3 Sector privado (industrial y comercial)

El sector privado presenta una diversidad importante en los consumos de energía, lo que se traduce en que las medidas que pueda tomar este sector son muy diferentes en cada caso, pues sus requerimientos, envergadura, operaciones y estructura difieren según el rubro de estas. Es relevante destacar que muchas iniciativas que se han gestionado a nivel privado han comenzado a ser vistas como casos de éxito en el sector público, traducéndose así en políticas públicas y/o estándares. En ese sentido las acciones que tome el sector privado deben observarse bajo una mirada de demostración y exploración.

La diversidad de realidades energéticas de la comuna en este sector apunta a no sólo generar iniciativas en pro del consumo eficiente de la energía, sino que también traducirse en una reducción de costos relacionados a la energía, puesto que esto repercute en la competitividad de las empresas en el mercado respectivo.

Dentro de los principales estudios que se han realizado en esta materia se destaca el informe del PRIEN¹²², el cual da luces y prospecciones de los impactos en los consumos de energía nivel de industrias. Dentro de las estimaciones del PRIEN y que son replicables al contexto de la comuna de Lebu, es posible hacer una reducción del consumo de energía en un 16,2 % en comparación con un escenario sin eficiencia energética, esto en base a una proyección al año 2020. Dada las condiciones del mercado y las diferentes limitaciones que tienen estas medidas para penetrar realmente en la industria, es posible estimar que el sector privado en la comuna de Lebu puede ahorrar **2,71 [GWh/año]**.

7.4 Sector público

El sector público enfrenta una serie de desafíos particulares a la hora de hablar de eficiencia energética, pues por un lado surge la necesidad de aumentar los niveles de infraestructura y confort energético en las existentes y futuras edificaciones, y por otro lado la toma de decisiones de largo plazo hacia un consumo de energía más responsable. En esa línea, tanto el estado como los organismos autónomos han dispuesto de una serie de medidas en pro de la eficiencia energética, dentro de las cuales a nivel municipal está el recambio de luminaria pública por una más eficiente, lo que en algunos casos se ha traducido en ahorros económicos por más del 50% del consumo de electricidad municipal. En ese sentido Lebu ha licitado la implementación de un recambio aproximado de 2.300 luminarias de su parque lumínico, por lo que puede obtener resultados económicos y energéticos importantes, más aún cuando el 47% del consumo de electricidad del municipio proviene del alumbrado público. El recambio total del parque lumínico de Lebu se puede traducir en un ahorro de un 15% del consumo de energía eléctrica Municipal, llegando a la cifra de 550 [MWh/año].

Sumando las medidas propuestas en la iniciativa nacional Gestiona Energía, es posible que el sector público en su totalidad alcance un total de ahorro de 5-15% en el corto plazo¹²³, por lo que el potencial de ahorro con medidas de eficiencia energética alcance cifras cercanas a 103 [MWh/año], lo que sumado al recambio de luminarias desencadena en que el sector público tiene un potencial de ahorro con medidas de eficiencia energética de **653 [MWh/año]**.

¹²² Estudio de bases para elaboración de un plan nacional de Acción de Eficiencia Energética 2010-2020

¹²³ <http://www.gob.cl/gobierno-impulsa-eficiencia-energetica-sector-publico>

7.5 Transporte

El consumo de energía en la conducción está ligado fuertemente a las prácticas de manejo, en ese sentido hacer una conducción eficiente es fundamental para mejorar el desempeño energético de los vehículos. En esa línea acciones como el frenado y aceleración correctamente ejecutadas se traducen en ahorros en el consumo de combustible, menos emisiones de gases con efecto invernadero y una mejor vida útil de los vehículos. En esa línea la AChEE cuenta con una serie de recursos de acceso digital en los que se informan y enseñan prácticas eficientes de manejo¹²⁴, las que, según cifras publicadas por este organismo y otras instituciones a nivel mundial, señalan que el ahorro por una conducción eficiente puede oscilar entre un 5% y un 15% del combustible. Para efectos de este estudio se asumirá el caso conservador (5% de ahorro), en el que la aplicación de esta medida en el parque automotriz puede generar un ahorro de **4,0 GWh/año**.

7.6 Resumen potencial

Agrupando la información anteriormente expuesta, se tiene que el potencial de eficiencia energética de Lebu es de **63,9 [GWh]**, lo que representa un 16,3% del consumo total de la comuna.

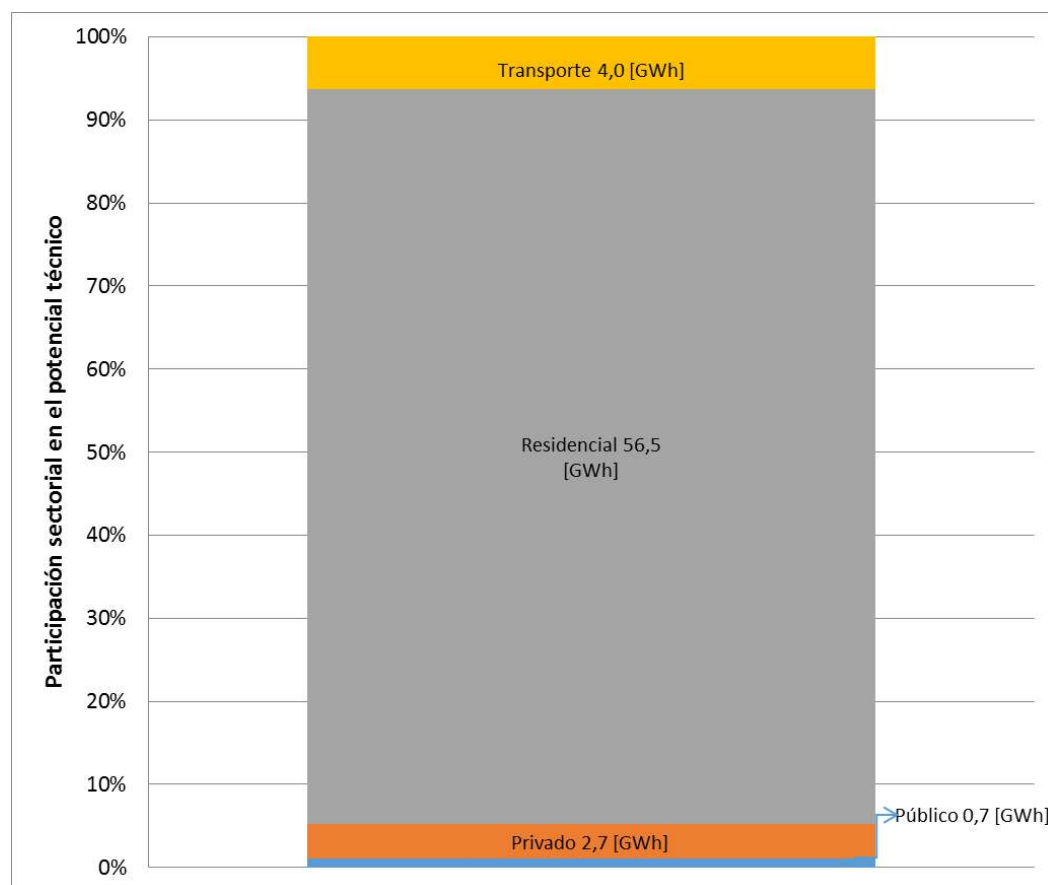


Figura 83: Potencial de eficiencia energética de la comuna de Lebu

¹²⁴ Información disponible en www.conduccioneficiente.cl

Visión, Ejes y Metas

Los resultados del diagnóstico energético y del potencial de utilización de energías renovables desarrollados en las secciones anteriores, fueron utilizados como la base técnica para la elaboración de la visión de la comuna.

La visión define el estado al cual desea llegar la comuna. Para lograr este estado, se estructuran diversos ejes temáticos, los que a su vez plantean metas, donde se define concretamente lo que se quiere lograr hasta el año 2030 para alcanzar la visión. Por último, se definen proyectos por cada eje, que posibiliten lograr las metas y un plan de acción donde se priorizan y organizan los proyectos en el tiempo.

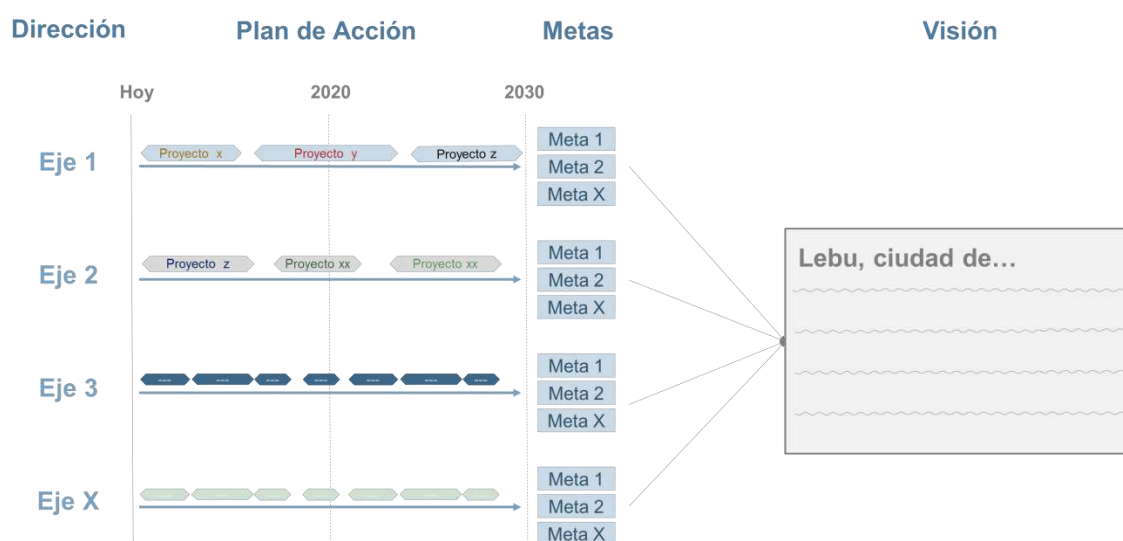


Figura 84: Estructura de visión, ejes y metas.

Visión

La visión se define como un mensaje que debe ser inspirador y motivador, que permita responder de manera simple la pregunta ¿Dónde se quiere llegar o cómo quiere ser la comuna en el futuro en términos energéticos?

Para esta finalidad, se realizó un taller participativo el 11 de mayo de 2017 con distintos actores relevantes de la comuna, que pudieran desarrollar una visión consensuada para Lebu. La metodología utilizada para obtener la visión se detalla en el anexo A4.

Los conceptos establecidos como esenciales para el futuro energético de Lebu, recogidos en el desarrollo del taller, se muestran en la tabla siguiente.

Conceptos para la visión energética	
- Cultura energética	- Nueva mirada al uso de leña
- Educación y Capacitación	- Eficiencia energética en el hogar
- Uso de Energía renovable: energía solar, eólica, mareomotriz	- Desarrollo local
- Reciclaje y energía con residuos	- Movilidad sustentable

Tabla 43: Conceptos identificados para la visión energética

En lo que refiere a las visiones energéticas, se identificaron las siguientes propuestas:

- **Visión 1: Lebu**, ciudad del viento. Avanzando hacia un desarrollo energético inclusivo y eficiente.
- **Visión 2: Lebu**, líder en la cultura energéticamente sustentable.

Cabe destacar, que los dos grupos abordaron los temas expresados en la Tabla 43. En el grupo 1 se discutieron ampliamente los temas que afectan el desarrollo energético, con un enfoque en las tecnologías de eficiencia energética, energías renovables y movilidad sustentable. Además el grupo consideró relevante mantener dentro de la visión el actual slogan “Lebu, Ciudad del viento”, el cual cuenta con una identidad definida y ya forma parte de la cultura local. En el grupo 2, si bien se abordó el tema de energía, se enfatizó en los aspectos de la cultura, destacando la falta de concientización de la gente de Lebu en temas de energía y sustentabilidad. También se discutió enérgicamente que es necesario como primer paso desarrollar una cultura de sustentabilidad y generar las capacidades necesarias para implementar proyectos energéticos en la comuna. Cuando se presentaron las visiones de cada grupo al resto de los participantes del taller, cada uno reconoció el valor de la visión de la contraparte.

Finalmente, el equipo consultor desarrolló la propuesta integrada de visión, la que se presenta a continuación:

Lebu, ciudad del viento.
Vivir una cultura sustentable para avanzar hacia un desarrollo energético inclusivo y eficiente.

Ejes de la estrategia

Para la estrategia energética local de Lebu se destacan cuatro ejes de acción centrales.



Cultura sustentable

Este eje incluye acciones para sensibilizar y concientizar al ciudadano en los temas de energía, incorporando por ejemplo, la cosmovisión del pueblo Lafkenche.



Energía en el hogar

Eje que fomenta acciones que permitan reducir el consumo energético, aumentando a la vez el confort en los hogares de Lebu.



Capacitación y desarrollo local

Acciones en temas energéticos que fomenten el desarrollo económico local en la comuna, formando capacidades para sustentar el crecimiento.



Energía limpia e inclusiva

Medidas que formen un marco favorable para la generación en base a fuentes renovables, agregando valor a la comuna.

Metas al 2030

Con los aspectos anteriormente descritos en consideración y teniendo a la vista los resultados del diagnóstico energético, se definieron las metas para la comuna de Lebu.

Eje 1: Cultura sustentable

1. Todos Lebulenses están concientizados del impacto
 - a. del uso de energía en el ambiente
 - b. de sus acciones propias en la vida diaria
2. Todos los Lebulenses conocen los potenciales:
 - a. de eficiencia energética
 - b. de energías renovables
 - c. de medidas simples en la vida diaria para reducir su impacto
3. Proyectos y actividades siempre incorporan los intereses de las diferentes agrupaciones y comunidades mapuches
4. El municipio es un promotor en eficiencia energética y energías renovables en su infraestructura

Eje 2: Energía en el hogar

1. 20% reducción de la demanda de calefacción [kWh/m²], aumentando a la vez el confort térmico
2. 30% reducción del consumo de Leña, mediante un uso eficiente de la leña
3. Mantener el consumo de electricidad a pesar de crecimiento económico, mediante iluminación y equipos eficientes

Eje 3: Capacitación y desarrollo local

1. Proyectos a gran escala y proyectos financiados por el sector público, siempre aprovechan capacidades y recursos locales
2. Para lograr los objetivos, se capacita suficientes técnicos y profesionales que sepan planificar e implementar
 - a. paneles solares
 - b. instalaciones eólicas
 - c. construcciones y renovaciones sustentables
3. 10 empresas nuevas en los sectores mencionados (con apoyo de UDEL)
4. Sector comercio y turismo incorpora tecnología sustentable para aumentar su competitividad

Eje 4: Energía limpia e inclusiva

1. Lebu es el referente nacional en desarrollo de proyectos energéticos a gran escala con criterios de asociatividad y participación
2. Al menos un proyecto de generación es propiedad de una agrupación de actores locales de la comuna
3. 10% del consumo eléctrico se produce localmente con generación distribuida (solar, eólico, geotérmica, etc.)

Plan de acción

Talleres para la identificación de ideas de proyecto

El día 14 de mayo de 2017, se realizaron dos instancias de trabajo para la definición de ideas de proyectos que constituyan el plan de acción de la EEL de Lebu. En la mañana, se realizó un taller ciudadano con cerca de 25 representantes de la sociedad civil (estudiantes, juntas de vecinos, académicos, representantes del consejo municipal, comunidades mapuches, pescadores, entre otros). En la tarde se sostuvo una reunión con el consejo consultivo de Lebu. En ambas instancias, se discutieron posibles ideas de proyecto.

En total, fueron identificados 38 posibles proyectos, los cuales se muestran a continuación:

Eje	Nombre Proyecto
1	Compras Verdes – sector público
	Talleres de sustentabilidad para la comunidad
	Sensibilización mediante publicidad
	Competición sustentable a nivel escolar
	Caravana Sustentable
	Programa de Sensibilización "cambia el switch y ahorra energía"
	Línea verde de consultoría energética
	Link página web Municipalidad de Lebu
	Programa de vecinos eficientes
	Poner en valor la mirada energética desde la perspectiva Mapuche
	Programa niños, jóvenes y ancianos hablan de sustentabilidad
	Rol ejemplar del municipio en infraestructura pública
	Mesa comunal de Eficiencia Energética
	Ordenanza Municipal para promover eficiencia energética
2	Mejoramiento infiltración y ventilación en viviendas
	Programa de mejoramiento aislamiento térmico
	Mejor aprovechamiento leña - centro de biomasa
	TopTen - productos eficientes
	Construcción Sustentable - proyecto de 400 casas
	Vivienda piloto (Hogar de ancianos) con criterios EE / ER
	Desarrollo de mecanismo/incentivo para promover la leña eficiente
3	Oficina / Encargado para apoyo de proyectos energéticos
	Fondo/Concurso emprendedores "soy verde"
	Programa de prácticas profesionales / tesis con alumnos del CEDUC
	Generación de valor para productores/comercializadores de leña
	Curso EE pescadores ("pesca el ahorro")
	Kit solares para pescadores
	Programa de recambio de motores
	Hoteles y comercios eficientes
	Proyecto EE/ER en complejo gastronómico Leufu sur
	Proyecto de paneles solares para bombeo de agua zonas rurales
4	Subsidio 3PF paneles solares térmicos
	Piloto de la primer planta energética con asociatividad
	Techo 30+, eólica 30+
	Intercambio internacional con comuna líder en energía eólica
	Guía para el desarrollo de proyectos energéticos en Lebu.
	Ilumínate 100+
	Ruta de identificación de lugares indígenas

Selección y priorización de proyectos

Mediante un proceso deliberativo, basado en votación tanto por parte de los asistentes al taller ciudadano como por parte de los miembros del consejo consultivo (todos los votos tuvieron idéntico valor), se generó una selección de los proyectos para la conformación del plan de acción. Además, los proyectos fueron categorizados en corto, mediano o largo plazo según el siguiente criterio:

- Corto plazo: Proyectos que deben estar implementados y/o en operación entre el 2018-2020
- Mediano plazo: Proyectos que deben estar implementados y/o en operación entre el 2020-2025
- Largo plazo: Proyectos que deben estar implementados y/o en operación entre el 2025-2030

A continuación se presenta una descripción y la categorización temporal de los proyectos priorizados para el plan de acción de Lebu. Las fichas detalladas de cada proyecto se encuentran en el anexo A6:

Eje 1: Cultura sustentable		
Nombre Proyecto	Descripción breve	Plazo
Talleres de sustentabilidad para la comunidad	Ejecutar instancias de participación ciudadana para diferentes audiencias objetivos, con el fin de explicar y discutir temáticas de cambio climático y energía, integrando el rol del ciudadano a través de acciones simples que se pueden realizar en el hogar. El taller busca sensibilizar sobre la relevancia y urgencia de la temática energética, dotando de consejos para reducir el gasto y consumo energético de las familias de Lebu. Se complementa con viralización de información a través de canales municipales como web, redes sociales, radios, etc.	Corto
Competición sustentable a nivel escolar	Competencia escolar donde estudiantes de distintos establecimientos educacionales de Lebu presentan proyectos de energía para la comuna, premiando a los concursantes y ganadores	Mediano
Programa de vecinos eficientes	Generar una plataforma o sistema, con el objetivo de incorporar en la cuenta de electricidad un anexo que integre un indicador de consumo de la familia, comparación con el consumo promedio del barrio y el vecino más eficiente. Se puede añadir un premio simbólico para el vecino más eficiente del programa.	Mediano
Mesa comunal de Eficiencia Energética	Crear una mesa comunal, con una persona encargada por parte del municipio, para desarrollar actividades de sensibilización en materia de energía. La mesa debe estar compuesta por actores variados de la sociedad civil.	Corto
Rol ejemplar del municipio en infraestructura pública	El municipio y otras instituciones gubernamentales del territorio deben promover la eficiencia energética y las energías renovables en sus instalaciones, particularmente en los nuevos proyectos de infraestructura.	Mediano -Largo
Ordenanza Municipal para promover eficiencia energética	Generar una ordenanza local que permita integrar medidas de eficiencia energética en las decisiones municipales, ya sea a través de incentivos, regulaciones o limitaciones.	Largo

Tabla 44: Proyectos plan de acción, eje 1

Eje 2: Energía en el hogar		
Nombre proyecto	Descripción breve	Plazo
Mejoramiento infiltración y ventilación en viviendas (utilizando taller de simulación del CEDUC)	Programa para minimizar infiltraciones en hogares y reducir las pérdidas de calor. Para evitar la falta de aire se instalan ventilaciones básicas. Cabe destacar que el control de infiltraciones es la medida más costo-efectiva para reducir las pérdidas de calor y aumentar el confort térmico.	Mediano
Programa de mejoramiento aislamiento térmico	Programa para fomentar o incentivar el aislamiento térmico de las viviendas. Se puede alinear con el subsidio 3PF en el caso de viviendas sociales. En el caso de viviendas de sector medio, se debe buscar un vehículo financiero (ejemplo: crédito verde)	Corto-Mediano
Mejor aprovechamiento leña - centro de biomasa	Proyecto para aumentar la oferta de leña seca en la comuna. Se construye un centro de acopio y secado de leña, donde los comercializadores pueden vender su leña húmeda y esta es procesada y vendida con mejor calidad a los usuarios finales.	Mediano
Vivienda piloto (Hogar de ancianos) con criterios EE / ER	Implementar un proyecto demostrativo en el hogar de ancianos de Lebu donde se incorporen todas las tecnologías disponibles del mercado. La vivienda es abierta a la comunidad como una especie de showroom interactivo.	Corto
Desarrollo de mecanismo/incentivo para promover la leña eficiente	Desarrollar un instrumento de fomento que incentive el uso de leña eficiente (leña seca, astillas, pellets) y que desincentive el uso de leña ineficiente (húmeda, troncos).	Largo

Tabla 45: Proyectos plan de acción, eje 2

Eje 3: Capacitación y desarrollo local		
Nombre proyecto	Descripción breve	Plazo
Oficina / Encargado para apoyo de proyectos energéticos	Establecimiento de una oficina (persona a cargo) para apoyar a los distintos interesados en la búsqueda y postulación de fondos para el desarrollo de proyectos energéticos. (Vincular cargo con PMG asociado a la cantidad de postulaciones realizadas en conjunto con organizaciones o personas naturales de la comuna).	Corto
Fondo/Concurso emprendedores "soy verde"	Destinar parte del presupuesto municipal o vincular con FONDEVE (apalancado con recursos adicionales) para un fondo que apoye a emprendedores en la comuna que incorporen temas de EE/ER en sus empresas/negocios, o bien, personas que decidan ofrecer servicios vinculados a la energía (instaladores de paneles, mantención de calderas, venta de leña seca, etc.).	Mediano
Programa de prácticas profesionales / tesis con alumnos del CEDUC	Establecer un programa para los estudiantes del CEDUC, para que estos puedan realizar sus prácticas en trabajos vinculados al tema energético en servicios públicos de la comuna (por ejemplo: auditoría energética, apoyo al diseño de soluciones, caracterización de demanda). Lo mismo aplica para temas de tesis o trabajo de título.	Corto
Generación de valor para productores/comercializadores de leña	Desarrollar un proyecto para que un grupo de productores o vendedores informales de leña de la comuna puedan formalizar su negocio, ya sea con procesos de secado de leña o pasando a producir astillas/pellets. Buscar mecanismos para asegurar la demanda a quienes desean formalizar.	Mediano-Largo
Proyecto EE/ER en complejo gastronómico Lebu sur	Desarrollar un proyecto de renovación energética del complejo gastronómico, incorporando distintas tecnologías y monitoreando y difundiendo los beneficios a todos los actores de la comuna.	Mediano
Proyecto de abastecimiento de agua mediante paneles solares para zonas rurales	Generar al menos un proyecto que permita que una comunidad con problemas de disponibilidad de agua pueda acceder al recurso por medio de un sistema de bombeo solar.	Largo

Tabla 46: Proyectos plan de acción, eje 3

Eje 4: Energía limpia e inclusiva		
Nombre proyecto	Descripción breve	Plazo
Subsidio 3PF paneles solares térmicos	Implementar un proyecto demostrativo de paneles solares térmicos utilizando el subsidio disponible. Vincular el proyecto con un curso de capacitación para los beneficiados (Se podría utilizar como piloto el comité de vivienda intercultural)	Corto
Piloto de la primer planta energética con asociatividad	Desarrollar un proyecto eólico con criterios de asociatividad demostrativo en la comuna, donde el municipio pueda ser parte del negocio (invirtiendo con el terreno) y/o donde pueda comprar la electricidad con un modelo tipo PPA.	Largo
Techo 30+, eólica 30+	Iniciativa que impulsa la instalación de paneles solares o mini-centrales eólicas en al menos 30 propiedades. Los paneles/aerogeneradores se compran de forma asociativa para poder generar economías de escala.	Mediano
Intercambio internacional con comuna líder en energía eólica	Formar una cooperación con una región o ciudad de un país líder en energía eólica, con el objetivo de lograr una transferencia de conocimiento.	Mediano - Largo
Ilumínate 100+	Iniciativa que impulsa la compra asociativa de ampolletas de bajo consumo en al menos 100 familias de la comuna, las cuales no son beneficiarias de programas como la entrega de kit de iluminación eficiente del Ministerio de energía.	Corto-Mediano

Tabla 47: Proyectos plan de acción, eje 4

Hoja de ruta

Finalmente, se presenta la hoja de ruta de los distintos proyectos del plan de acción, destacando las acciones principales para los plazos comprometidos.



Cultura sustentable

Acción	Corto Plazo 2018 - 2020	Mediano Plazo 2020 - 2025	Largo Plazo 2025 - 2030
Mesa Comunal de Eficiencia Energética	Creación mesa comunal Primera reunión	Continuidad de la mesa comunal	Continuidad de la mesa comunal
Rol ejemplar del municipio en infraestructura pública	Capacitación Arquitectos SECPLAN Coordinación con entidades públicas	Certificación de primeros proyectos	Certificación y seguimiento de resultados
Talleres de Sustentabilidad	Desarrollo y ejecución de 5 talleres		
Competición sustentable a nivel escolar		Diseño y ejecución de la competición Difusión de los resultados	Continuidad del proyecto con nuevos colegios
Programa de vecinos eficientes		Establecer reportes energéticos en cuentas eléctricas Análisis e identificación de mejores resultados	Análisis e identificación de mejores resultados
Ordenanza Municipal para promover eficiencia energética			Identificación de medidas, alcances y creación de la(s) ordenanza(s)



Energía en el hogar

Acción	Corto Plazo 2018 - 2020	Mediano Plazo 2020 - 2025	Largo Plazo 2025 - 2030
Vivienda piloto (hogar de ancianos) con criterios EE / ER	Diagnóstico energética, ingeniería soluciones Implementación	Monitoreo de ahorros	
Programa de mejoramiento aislamiento térmico	Ejecutar talleres o un programa de sensibilización Postulación a subsídios y/o mecanismos	Implementación para alcanzar un consumo de calefacción menor a 60 kWh/m ² Difusión casos de éxito y replicación	
Mejor aprovechamiento leña - centro de biomasa		Involucración de actores y proveedores de leña Modelo de negocios, diseño/implementación del centro de biomasa	Continuidad de modelo y replicación en otros puntos de la comuna
Mejoramiento infiltración y ventilación en viviendas		Establecimiento del taller de CEDUC Capacitaciones y entrega de soluciones Implementación por vecinos en 200 hogares	Monitoreo de resultados
Desarrollo de instrumentos para promover la leña eficiente			Definición de instrumentos y búsqueda de fondos Implementación y seguimiento de los instrumentos



Capacitación y desarrollo local

Acción	Corto Plazo 2018 - 2020	Mediano Plazo 2020 - 2025	Largo Plazo 2025 - 2030
Encargado para apoyo de proyectos energéticos	Búsqueda y selección del encargado Asignación de rol y responsabilidades Apoyo en la implementación de proyectos	Apoyo en la implementación de proyectos	Apoyo en la implementación de proyectos
Programa de prácticas profesionales / tesis con alumnos del CEDUC	Convenio y contenidos CEDUC/Municipio Incorporación primeros estudiantes	Incorporación al menos 1 estudiante por año	Incorporación al menos 1 estudiante por año
Fondo emprendedores "soy verde"		Establecimiento del fondo Financiamiento de al menos 5 proyectos área de EE/ER	Continuidad del fondo
Proyecto EE/ER en complejo gastronómico Lebu sur		Auditoría, soluciones y búsqueda financiamiento Implementación, monitoreo y difusión	
Generación de valor para productores/comercializadores de leña		Estudio de prefactibilidad y asociatividad entre productores	Búsqueda de financiamiento Desarrollo e implementación del proyecto
Abastecimiento de agua mediante paneles solares en zonas rurales			Identificación de beneficiarios y búsqueda de fondos Dimensionamiento e ingeniería del sistema Implementación y monitoreo de resultados



Energía limpia e inclusiva

Acción	Corto Plazo 2018 - 2020	Mediano Plazo 2020 - 2025	Largo Plazo 2025 - 2030
Subsidio 3PF paneles solares térmicos	Implementación de paneles solares térmicos en un barrio, utilizando subsidio 3PF Difusión de resultados para sumar nuevos barrios y replicar		
Ilumínate 100+	Identificación de proveedores y familias interesadas	Ejecución de una compra asociativa de ampolletas de bajo consumo en al menos 100 familias Difusión de los resultados	
Techo 30+ Eólica 30+		Catastro de actores locales interesados y búsqueda de proveedores Elaboración bases técnicas y adjudicación Instalación de los 30 proyectos	Seguimiento y difusión de los resultados
Intercambio internacional con comuna líder en energía eólica		Generar acuerdos con comuna energética internacional Implementación de primer acuerdo/proyecto	Continuidad, intercambio e implementación de nuevos proyectos
Primer planta energética con asociatividad			Coordinación de actores y estudios previos Acuerdos institucionales y modelo de negocios Licitación, implementación y puesta en marcha de la planta

A1 Listado de comunidades indígenas en Lebu

A continuación se presenta el listado de asociaciones con personalidad jurídica en la comuna de Lebu:

LEBU	HUENUPI NAHUELHUAL
	PABLO HUIRILEO
	JUAN BAUTISTA PIRUL
	KYLAMAPU
	MILLONGUE
	PENI MEU YENECO
	MILLARAY - PEHUEN
	LOS PEHUENCHE
	PIUKE LABKENCHE
	MARIA ANTONIA QUILAMAN NANCO
	LOS CACIQUES
	NUEVO AMANECER
	PENI LAMUEN MAPU
	YAL DE CURACO
	ISOLINA QUINIMIL DE RUCA RAQUI
	IGNACIO COLIHUINCA CALBUL
	PUNTA MORHUILLA
	CURICO
	MAQUEHUA

A2 Número de empresas por rama de actividad en Lebu

A continuación se presenta el número de empresas registradas en la comuna por rama de actividad entre el 2010-2014:

Número de Empresas por Rubro	2010	2011	2012	2013	2014
A - Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura.	60	65	67	68	67
B - Pesca.	132	141	163	170	176
C - Explotación de Minas y Canteras.	5	7	7	8	6
D - Industrias Manufactureras No Metálicas.	49	52	53	63	66
E - Industrias Manufactureras Metálicas.	17	16	16	19	21
F - Suministro de Electricidad, Gas y Agua.	2	1	1	2	2
G - Construcción.	23	22	30	29	35
H - Comercio al por Mayor y Menor, Rep. Veh. Automotores/Enseres Domésticos.	474	449	458	465	468
I - Hoteles y Restaurantes.	49	51	47	53	55
J - Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones.	42	48	48	54	61
K - Intermediación Financiera.	2	2	1	2	1
L - Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler.	24	22	24	20	21
M - Adm. Publica y Defensa, Planes de Seg. Social Afiliación Obligatoria.	4	3	3	3	3
N - Enseñanza.	6	7	9	6	4
O - Servicios Sociales y de Salud.	2	3	3	5	4
P - Otras Actividades de Servicios Comunitarias, Sociales y Personales.	19	16	17	20	21
Q - Consejo de Administración de Edificios y Condominios.	0	0	0	0	0
R - Organizaciones y Órganos Extraterritoriales.	0	0	0	0	0
Sin Información	0	0	0	0	0
Total	910	905	947	987	1.011

A4 Metodología de elaboración de la visión

El día jueves 11 de mayo de 2017, se organizó en la Municipalidad de Lebu un taller participativo compuesto de 2 partes:

- **Presentación Diagnóstico:** Se presentó los resultados del diagnóstico energético de Lebu a los participantes.
- **Taller:** Para la elaboración de una visión energética común para Lebu en base a la información del diagnóstico.

En la actividad participaron cerca de 25 personas, las que corresponden a representantes de distintos sectores de la sociedad civil de la comuna. En una primera parte, se dividieron los participantes en 2 grupos, cada uno acompañado de un moderador. Las fases de trabajo en grupo fueron las siguientes:

- Reflexión grupal, en la que cada individuo primero especifica los conceptos que considera esenciales para el futuro energético de Lebu. Se procede a la discusión grupal y luego cada asistente selecciona los 2 aspectos que considera más relevantes.
- Identificación de los conceptos con mayor repetición entre los miembros del mismo grupo y agrupación de los mismos.
- Elaboración de una visión común para el grupo, que incorpora los conceptos identificados anteriormente.

Posteriormente, se reunieron los 2 grupos y se invitó a un participante de cada uno a presentar las discusiones y los resultados de su grupo. Cabe destacar, que los temas abordados fueron parecidos en los dos grupos con un enfoque alto en la sensibilización y educación en temas de energía.

Figura 85: Imágenes de presentación y mesas de discusión del taller

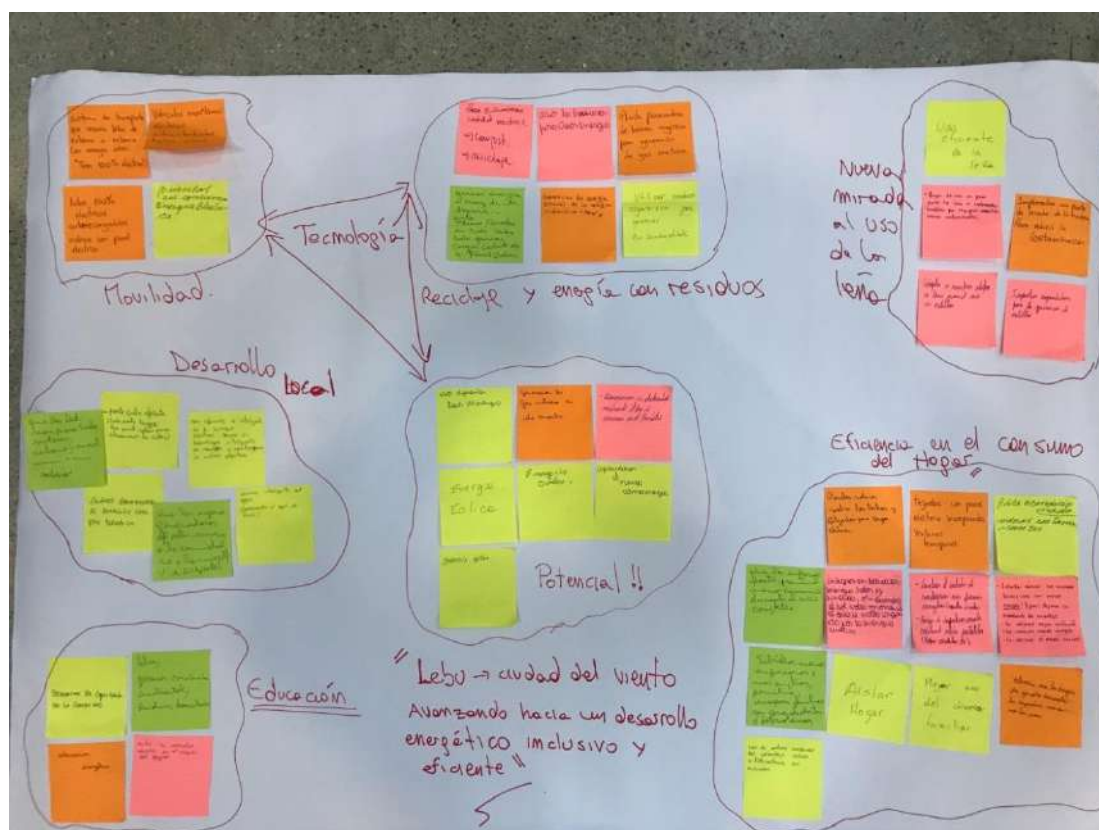


Figura 86; Resultado del taller del grupo 1 y del grupo 2 con las visiones distinta.

A5 Invitación al taller de visión





INVITACIÓN

**TALLER PARTICIPATIVO DE ELABORACIÓN DE LA
VISIÓN ENERGÉTICA DE LEBU**

La Ilustre Municipalidad de Lebu y el Ministerio de Energía tienen el agrado de invitarle a un taller para el desarrollo de la **"Estrategia Energética Local de Lebu"**.

Este primer taller ciudadano tiene como objetivo principal proponer la visión energética de la comuna, la que formará parte central de la Estrategia Energética Local de Lebu.

El taller se iniciará con la presentación de los resultados del diagnóstico energético de la comuna, donde se muestran los principales consumos y potenciales energéticos del territorio.

La actividad se llevará a cabo el día **jueves 11 de mayo de 10:30 a 13:00 hrs**, en el Salón de la Gobernación Provincial de Arauco, ubicado en calle **Andrés Bello n° 215, Lebu**.

Favor confirmar su asistencia en la oficina de la Unidad de Desarrollo Económico Local del municipio (UDEL), calle Saavedra n° 563, o por los siguientes medios: correo:



A6 Fichas de proyectos plan de acción

Talleres de sustentabilidad para la comunidad – Eje 1	
Definición	Ejecutar instancias de participación ciudadana para diferentes audiencias objetivos, con el fin de explicar y discutir temáticas de cambio climático y energía, integrando el rol del ciudadano a través de acciones simples que se pueden realizar en el hogar. El taller busca sensibilizar sobre la relevancia y urgencia de la temática energética, guiando con consejos para reducir el gasto y consumo energético de las familias de Lebu. Se complementa con viralización de información a través de canales municipales como web, redes sociales, radios, etc.
Objetivo y metas	• Concientizar acerca del impacto del consumo energético en el ambiente y su implicancia en la vida diaria, apuntando a eliminar asimetrías de información acerca de acciones, costos, ahorros, etc. • Realizar al menos 5 instancias de sensibilización para ciudadanos en energía y cambio climático. • Generar metodología de capacitación que apunten directamente a informar al ciudadano en materia de consumo energético, cambio climático, fuentes energéticas, energías renovables y eficiencia energética.
Impacto	El desarrollo energético local pone de manifiesto que las brechas de información son una de las barreras más relevantes para la implementación de mejoras y proyectos sustentables, por lo que los talleres de sustentabilidad y sensibilización se posicionan como el punto de partida para la toma de decisiones. Se espera que, a través de estos talleres, los vecinos de Lebu cuenten con un nivel de información más alto que les facilite la toma de decisiones y los cambios en sus hábitos de consumo de la energía. Talleres como estos logran tener un mayor efecto si son acompañados con un programa de seguimiento y/o implementación de medidas sencillas para facilitar el ahorro energético.
Costos	Los costos de esta medida están intrínsecamente ligados a la profundidad y alcance de la metodología diseñada para aplicar. No obstante, se recomienda organizar sesiones de 30-40 personas con el fin de abarcar de manera efectiva los contenidos propuestos.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (hasta julio 2018):</u> Definir grupo objetivo de los talleres, sectorizando según la interacción con el Municipio. Se requiere definir alcances del grupo a intervenir y contenidos atinentes a su realidad local. <u>Fase 2 (diciembre 2018-diciembre 2019):</u> Estructurar la metodología de los talleres, así como requerimientos físicos y humanos, para implementarlos en los sectores definidos en la fase anterior. <u>Fase 3 (hasta julio 2020):</u> Evaluar y sistematizar los resultados obtenidos en los talleres, con el fin de poder hacer seguimiento en aquellos hogares que efectivamente implementen medidas de ahorro energético en sus viviendas.
Actores relevantes y roles	<u>Ministerio de Energía:</u> A través de su programa “Mi hogar eficiente” cuenta con metodología y material que puede ser utilizado como base para los talleres. <u>Municipalidad:</u> Tiene un rol trascendente en esta iniciativa, pues cuenta con un alto poder de convocatoria y conocimiento de la comunidad. <u>ACHEE:</u> Ha impulsado, desarrollado e implementado diferentes iniciativas en temáticas de sensibilización energética, recursos que pueden ser apalancados para ser utilizados en los talleres propuestos.
Potencial fuente de financiamiento	Un programa de estas características podría ser financiado por medio de un convenio de colaboración con el Ministerio de Energía o la AChEE.

Competición sustentable a nivel escolar – Eje 1	
Definición	Competencia escolar donde estudiantes de distintos establecimientos educacionales de Lebu presentan proyectos de energía para la comuna, premiando a los concursantes y ganadores.
Objetivo y metas	- Avanzar en materia energética y de consumo responsable desde etapas tempranas de escolaridad, involucrando a toda la comunidad escolar a través de desafíos energéticos para buscar propuestas y/o soluciones a problemáticas locales y cotidianas. - Integrar a 6 establecimientos educacionales de la comuna en la competencia, logrando la participación de más de 1.000 alumnos. - Estructurar un modelo de competencia relacionado con la entrega de información pedagógica en la sala de clases.
Impacto	Se pueden lograr ahorros energéticos entre un 5 a un 10% en establecimientos educacionales, en la medida de que la competencia no se limite en generar propuestas y proyectos, sino que a la vez concientice sobre el uso de los recursos energéticos y esté acompañada de material educativo y seguimiento.
Costos	De acuerdo a experiencias previas, el costo de realizar una iniciativa como esta para 6 establecimientos de la comuna es cercano a los \$ 4.000.000. El financiamiento podría ser apalancado con el auspicio de premios de entidades relevantes a nivel local.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (hasta diciembre 2020):</u> Diseño de la competencia. Establecer criterios y desafíos de la competición, involucrando desde etapas tempranas a actores que permitan colaborar con premios a la iniciativa. <u>Fase 2 (marzo 2021-septiembre 2021):</u> Implementar la competencia en base a los desafíos planteados y elaborar propuestas de contenidos y materiales educativos a integrar a la sala de clase. <u>Fase 3 (hasta marzo 2022):</u> Difundir proyectos y resultados obtenidos en la competencia y a la vez prospectar su replicabilidad en años siguientes.
Actores relevantes y roles	<u>DAEM:</u> Cuenta con llegada directa a los directores de los establecimientos municipales de la comuna, lo que permite difundir de manera más efectiva la competición propuesta. <u>Ministerio de Medio Ambiente:</u> A través de la certificación ambiental de establecimientos educacionales (SNCAE), cuenta con iniciativas, propuestas y metodologías que se pueden replicar en la comuna, motivando a los establecimientos a que participen y a la vez obtengan la certificación SNCAE. <u>Directores de colegios:</u> Juegan un papel fundamental para sensibilizar a la comunidad escolar y fortalecer la participación de los estudiantes.
Potencial fuente de financiamiento	El financiamiento podría venir de auspicios de empresas con presencia en la comuna (por ejemplo del rubro forestal o de energía). Se debe hacer una propuesta alineada a los objetivos de las políticas de Responsabilidad Social de dichas instituciones.

Programa de vecinos eficientes – Eje 1	
Definición	Generar una plataforma o sistema, para incorporar en la cuenta de electricidad un indicador de consumo de la familia, en comparación con el consumo promedio del barrio y del vecino más eficiente. Se puede añadir un premio simbólico cada 6 meses para el vecino más eficiente del programa.
Objetivo y metas	- Ofrecer información relevante a los vecinos de Lebu para que tomen acciones en relación a vecinos comparables, introduciendo consejos de ahorro simples para la vida diaria. - Lograr que 1.000 hogares sean parte del programa Vecinos eficientes por un periodo de 6 meses.
Impacto	Experiencias similares se han realizado en Chile, incluso por más de 5 años logrando resultados relevantes. En un periodo de 6 meses, es posible reducir en promedio un 20% el consumo energético de los hogares participantes a través del seguimiento continuo, lo que se traduce en un ahorro de 30 [kWh/mes hogar].
Costos	El costo de referencia para implementar esta iniciativa en 1.000 hogares durante 6 meses es de \$ 6.000.000.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (2021-2022):</u> Inscripción de hogares. Establecer junto a la municipalidad los sectores que serán parte del programa y efectuar la inscripción de hogares a través de organizaciones vecinales. Generar una posible colaboración con la empresa distribuidora de electricidad (u otro interesado), para fortalecer la propuesta con incentivos para vecinos más eficientes y con acceso a información de consumo de hogares participantes. <u>Fase 2 (2022-2023):</u> Implementar el programa. Entregar mensualmente durante el plazo fijado los reportes energéticos en los hogares participantes. <u>Fase 3 (hasta fines 2023):</u> Análisis y reporte. Seguimiento de indicadores mensuales para detectar patrones de consumo y hacer seguimiento a hogares que obtengan mejores resultados, concluyendo con una premiación simbólica y la difusión de los resultados obtenidos.
Actores relevantes y roles	<u>Frontel:</u> Posible aliado del proyecto que facilita la implementación, a través de la entrega oportuna del consumo energético mensual de los hogares participantes. Además, podría financiar la iniciativa y añadir premios a los vecinos más eficientes. <u>Organizaciones vecinales:</u> Juegan un rol fundamental para el proceso de inscripción, al contar con amplio conocimiento del territorio y de la comunidad. <u>Municipio:</u> Articula los actores del proyecto y hace seguimiento mensual a los indicadores establecidos.
Potencial fuente de financiamiento	Este programa podría ser financiado con el apoyo de la empresa de distribución o alguna empresa de energía en la comuna. También, podría aplicar a posibles fondos del Ministerio de energía como el FIE.

Mesa comunal de Eficiencia Energética – Eje 1	
Definición	Crear una mesa comunal, con una persona encargada por parte del municipio, para desarrollar actividades de sensibilización en materia de energía. La mesa debe estar compuesta por distintos actores de la sociedad civil.
Objetivo y metas	• Constituir una mesa de trabajo activa, que tenga un rol de generación de capacidades en temas energéticos y de búsqueda de oportunidades para la implementación de proyectos en el marco de la EEL. • Postular a financiamiento como mínimo un proyecto al año. • Integrar a lo menos actores de comunidades indígenas, sectores de la pesca, organizaciones civiles y privados de la comuna de Lebu. • Sesionar al menos 2 veces al semestre, donde una reunión incluya una charla técnica del Ministerio de Energía.
Impacto	Los impactos esperados no se pueden evaluar de forma cuantitativa, pero pueden ser resumidos en las siguientes acciones: • Creación de capacidad de articulación para levantar financiamientos que permitan la implementación de proyectos del plan de acción de la EEL. • Generación de un poder de convocatoria para canalizar distintas actividades de sensibilización en materia de eficiencia energética, tanto para otros proyectos de la EEL, así como para nuevas instancias.
Costos	Este es un proyecto de gestión, por lo que los costos son internalizados dentro de las actividades recurrentes de la Unidad de Medio Ambiente de la Municipalidad.
Procedimiento y plazos	Este es un proyecto de aplicación continua (se espera que perdure en el tiempo), por lo que se detalla a continuación su procedimiento y plazos de puesta en marcha: <u>Fase 1 (hasta octubre 2017):</u> El municipio define a un funcionario municipal responsable de liderar la mesa comuna. <u>Fase 2 (hasta diciembre 2017):</u> Se define un grupo de avanzada (puede ser el mismo consejo consultivo de la EEL), quienes deben definir un calendario anual de reuniones para ver el estado de acceso a fondos para la implementación de proyectos y de talleres para la comunidad. <u>Fase 3 (hasta marzo 2018):</u> Se tiene la primera reunión de la mesa comunal, se gestiona un hito de prensa y la presencia de profesionales de la SEREMI de Energía para una capacitación con enfoque técnico.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad:</u> Entidad responsable de liderar la mesa comunal, definir la calendarización de actividades, gestionar la convocatoria y difundir los avances del grupo a través de los canales de comunicación regulares del municipio (sitio web, Facebook, otros). Se sugiere que la responsabilidad recaiga en la Unidad de Medio Ambiente del municipio. <u>SEREMI de Energía:</u> Apoyo técnico a la mesa comunal, encargada de preparar material para charlas de sensibilización, ya sea para los miembros de la mesa o para la comunidad. Además, debe presentar las oportunidades de financiamiento para proyectos en la comuna y brindar soporte a quienes quieran postular a dichos fondos.
Potencial fuente de financiamiento	Este proyecto no requiere de financiamiento.

Rol ejemplar del municipio en infraestructura pública – Eje 1	
Definición	El municipio y otras instituciones gubernamentales del territorio deben promover la eficiencia energética y las energías renovables en sus instalaciones, particularmente en los nuevos proyectos de infraestructura.
Objetivo y metas	Garantizar que toda nueva construcción de uso público incorpore altos estándares de sustentabilidad, es decir en particular que se acojan al sistema nacional de certificación de edificios sustentables CES. Esto deberá aplicar en los 100.000 [m²] de infraestructura que la municipalidad de Lebu tiene planificado construir en los próximos cuatro años.
Impacto	Los impactos directos esperados son los siguientes: - Reducción del consumo de energía en al menos un 30% respecto a la infraestructura de uso público ya existente en la comuna. - Mejora del confort térmico, lumínico y acústico de las instalaciones, lo que se traduce en mayor productividad y menor absentismo laboral. Los impactos indirectos identificados son los siguientes: - Visibilidad de nuevas tecnologías para toda la comunidad, impulsa la concientización en temas energéticos. - Oportunidad para el desarrollo de un mercado local de proveedores de tecnología, desarrolladores de proyecto y/o técnicos de mantención.
Costos	Los costos del proceso de certificación CES son bajos en comparación a otras certificaciones internacionales de edificios, como referencia: costo inscripción proyecto entre 15 a 30 UF; honorarios asesor CES entre 80 a 400 UF; honorarios evaluador CES entre 20 a 80 UF. Estos costos en general pueden ser integrados en las licitaciones de diseño de los proyectos, o bien se puede trabajar con capacidad interna en el municipio si es que existen profesionales acreditados CES que puedan cumplir con la función de asesor CES. Por otro lado, el costo en obra de un proyecto CES no debiese ser superior al costo del mismo proyecto sin la certificación. Para más información visitar el sitio http://certificacionsustentable.cl/
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (hasta julio 2018):</u> Lineamientos CES y capacitación SECPLAN. En una primera instancia, el equipo de arquitectura de SECPLAN debe capacitarse en el tema. Se propone firmar un acuerdo con el Instituto de la Construcción para poder organizar un proceso formal de preparación. Además, se debe generar un documento base de requerimientos CES, el que debe ser integrado a las licitaciones de los nuevos proyectos de infraestructura. <u>Fase 2 (hasta diciembre 2018):</u> Coordinación con entidades públicas en la comuna. Al ser Lebu capital regional, se debe coordinar con todas las entidades públicas que desarrollan infraestructura en la comuna. Por ejemplo: Ministerio de Salud, Ministerio Educación, Gobierno Regional, entre otros. <u>Fase 3 (proceso continuo):</u> -Implementación y seguimiento. Se debe comenzar a implementar la medida y hacer un seguimiento del cumplimiento de la certificación de todos los nuevos edificios de uso público.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad (SECPLAN):</u> Por su rol de desarrollador de proyectos públicos en la comuna, y de control de aquellos, es esencial que adquieran conocimientos en el sistema CES y puedan aplicar las medidas relacionadas. <u>Instituto de la Construcción:</u> Entidad Mandante de CES, ayudará SECPLAN a capacitarse.
Potencial fuente de financiamiento	El costo asociado a los procesos de diseño sustentable y cumplimiento de los criterios de la certificación CES debe ser incorporado en las licitaciones de cada proyecto.

Ordenanza Municipal para promover eficiencia energética – Eje 1	
Definición	Generar una ordenanza local que permita integrar medidas de eficiencia energética en las decisiones municipales, ya sea a través de incentivos, prohibiciones y/o limitaciones.
Objetivo y metas	- Garantizar un mejor desempeño energético a nivel local, por medio de regulaciones que deben ser cumplidas dentro del territorio de la comuna. De esta forma, se avanza hacia un desarrollo sustentable para todos por igual. - Alinear las medidas adoptadas con buenas prácticas implementadas en otras Comunas Energéticas Chilenas, generando una transferencia de aprendizaje y experiencias.
Impacto	El impacto del proyecto dependerá del tipo de medidas adoptadas. Por ejemplo, de tratarse de limitaciones/prohibiciones de uso de ciertos productos ineficientes, habrá un impacto directo en reducción del consumo de energía y emisiones. En caso de que sean medidas de incentivos para promover prácticas sustentables, los impactos podrían reflejar una mayor penetración de nuevas tecnologías, el recambio de la matriz energética o bien, una menor dependencia de energías convencionales.
Costos	Este proyecto no considera costos de inversión. Se debe trabajar desde la orgánica municipal e involucrar a otros actores públicos y de la sociedad civil en el proceso de formulación de la ordenanza.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (a partir de 2025)</u>: Levantar la estructura jurídica actual e identificar donde es posible integrar medidas de eficiencia energética tales como incentivos, regulaciones y limitaciones. <u>Fase 2 (2025-2026)</u>: Definir los alcances de la ordenanza en cuanto a aplicación, sujetos de implicancia e impactos en el desarrollo de la comuna. <u>Fase 3 (2026-2027)</u>: Convocar a una mesa de trabajo los actores públicos y privados relevantes. El objetivo será establecer criterios acordes a la realidad local para integrarlos a la propuesta de ordenanza municipal. <u>Fase 4 (antes de 2030)</u>: Proponer al Concejo Municipal las modificaciones pertinentes y la ordenanza para su aprobación y posterior implementación.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad</u>: Entidad responsable de diseñar e implementar la ordenanza, definiendo sus alcances y requisitos. <u>COSOC</u>: El consejo de la sociedad civil debe formar parte del proceso de diseño y validación de la ordenanza. Las medidas deben estar alineadas tanto con las metas del municipio en materia de sustentabilidad, pero también deben ser aprobadas socialmente.
Potencial fuente de financiamiento	Este proyecto no requiere de financiamiento.

Mejoramiento infiltración y ventilación en viviendas (utilizando taller de simulación del CEDUC) – Eje 2	
Definición	Programa que apunta a minimizar las infiltraciones en hogares y reducir las pérdidas de calor. Se busca colaboración con el CEDUC para aprovechar su capacidad técnica y fortalecer la propuesta al incluir educación, implementación y seguimiento.
Objetivo y metas	- Lograr acuerdo con CEDUC para diseñar un programa completo que integre la capacitación, el asesoramiento técnico y el seguimiento. - Generar 6 instancias de formación y mejoramiento de infiltración y ventilación de viviendas, alcanzando en el periodo 2020-2025 un total de 200 hogares intervenidos.
Impacto	Las infiltraciones de una vivienda pueden significar hasta un 30% de sus pérdidas energéticas, por lo que considerando una demanda promedio de 22,8 [MWh/año vivienda], es posible obtener un ahorro de 1.370 [MWh].
Costos	La instalación de un programa de mejoramiento como este requiere fundamentalmente de inversiones operacionales, que corresponden al costo de dictar las capacitaciones y los materiales. Por lo tanto, asumiendo una capacitación de 6 horas en 200 hogares, tiene un costo aproximado de \$ 4.000.000.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (2020-2021):</u> Establecer acuerdo de colaboración con el CEDUC para el periodo comprendido entre 2020-2025, que permita integrarlo en el desarrollo del proyecto y gestionar de mejor manera los conocimientos a desarrollar. <u>Fase 2 (durante 2021):</u> Estructurar un taller de capacitación a hogares para reducir sus infiltraciones. Selección de hogares beneficiarios, junto a organizaciones civiles y a la municipalidad. <u>Fase 3 (2021-2025):</u> Implementación y seguimiento. Se implementa la fase de capacitación, la que finaliza cada vez con la entrega de un kit básico de aislación para los asistentes. Seguimiento en el desempeño de los hogares para comunicar resultados, gracias al taller de simulación del CEDUC.
Actores relevantes y roles	<u>CEDUC:</u> Cuenta con capacidades técnicas y un taller de simulación que puede ser utilizado para fines de seguimiento una vez finalizada la implementación de las mejoras. <u>Organizaciones vecinales:</u> Reúnen y citan a hogares de los diferentes sectores de Lebu, facilitando la participación de los vecinos y vecinas.
Potencial fuente de financiamiento	Los fondos para la implementación de este proyecto podrían venir de 2 fuentes. Primero, CEDUC podría postular algún proyecto de investigación que les permita financiar las actividades del taller de simulación y sus honorarios. Segundo, se podría presentar una propuesta a organismos de la colaboración internacional (por ejemplo una embajada), para que pueda financiar los kit básicos de aislación que serían implementados en cada vivienda.

Programa de mejoramiento aislamiento térmico – Eje 2	
Definición	Programa para fomentar e incentivar el aislamiento térmico en viviendas nuevas o en uso. Se busca en el corto plazo sensibilizar y generar cambios culturales de vecinos y EGIS (Entidades de Gestión Inmobiliaria Social) para posteriormente pasar a la fase de implementación a través de subsidios existentes o mecanismos como créditos verdes.
Objetivo y metas	• Informar y sensibilizar a los Lebulenses acerca de las implicancias de la aislación térmica y las opciones de financiamiento para hacer mejoras en sus hogares. • Contar con un barrio (remodelación o nueva construcción) que alcance un estándar de consumo para calefacción de 60 [kWh/m² año] o menos. • Disponer de una plataforma efectiva de información que permita a otros vecinos conocer costos, beneficios y mecanismos de financiamiento para mejorar su aislación térmica.
Impacto	Apunta a acortar las brechas de conocimiento de los vecinos de Lebu, al presentar a los ciudadanos diversas opciones de mejoras de aislamiento que pueden incorporar en sus viviendas, incluyendo costos, proveedores y potenciales beneficios.
Costos	Se estima que el costo de aislar una vivienda es de entre 2-3 [UF/m²]. Así para una casa de 60 [m²], se traduce en una inversión máxima de \$5.000.000. Actualmente, existen subsidios de mejoramiento térmico de viviendas del MINVU u otros instrumentos de fomento para apoyar el financiamiento de este tipo de programas.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (2020-2012):</u> Estructurar un proceso de difusión y sensibilización para vecinos y EGIS, con el fin de sensibilizarlos y crear cultura en torno al aislamiento térmico de las viviendas y sus implicancias. <u>Fase 2 (durante 2021):</u> Disponer de apoyo técnico y de gestión para postulación a subsidios y/o mecanismos de financiamiento para realizar implementación de mejoras de aislamiento térmico en viviendas. <u>Fase 3 (2022):</u> El Municipio y el gobierno local lideran la difusión de casos de éxito, beneficios, implementaciones, subsidios y mecanismos de financiamiento.
Actores relevantes y roles	<u>MINVU:</u> Puede ser financista de implementaciones de mejoras de aislamiento térmico, a través de instrumentos ya funcionando u otras iniciativas de eficiencia energética que lleva a cabo. <u>Proveedores:</u> Puesta a disposición a precios preferenciales de materiales en el marco de estudios de alternativas de mejoramiento térmico para las viviendas. Los resultados permitirán informar con más precisión a los usuarios finales. <u>Municipalidad:</u> Difundir el proyecto, acercar los mecanismos a la ciudadanía, articular actores público-privados para facilitar la implementación.
Potencial fuente de financiamiento	En su fase de sensibilización (corto plazo), el proyecto podría ser financiado con recursos propios del municipio o bien con el apoyo de la Seremi de vivienda de la región. En su fase de implementación, se debe recurrir a fondos del MINVU bajo el programa de protección del patrimonio familiar (3PF). Adicionalmente, un proyecto con estos objetivos, podría ser alineado al concepto de superación de la pobreza energética, pudiendo ser factible levantar recursos de la cooperación internacional como embajadas, o bancos multilaterales.

Mejor aprovechamiento leña: Centro de biomasa – Eje 2	
Definición	Proyecto para aumentar la oferta de leña seca en la comuna. Se construye un centro de acopio y secado de leña, donde los productores puedan vender su leña húmeda, la que será procesada, secada y vendida con mejor calidad a los usuarios finales. Se pretende involucrar a la población a través de un modelo de negocio innovador que permita competir con la venta de leña tradicional.
Objetivo y metas	• Desarrollar un modelo de negocio para la implementación de centros de biomasa a nivel de barrio o ciudad. • Incorporar al proyecto toda la cadena actual de provisión de biomasa. • Contar con al menos 2 centros de biomasa comunitarios implementados, en 2 barrios distintos.
Impacto	El impacto está asociado a la mejor calidad de la leña utilizada en las viviendas, que significa el uso de menores cantidades para llegar al mismo confort interior. Asumiendo que los centros de biomasa abastecen con biomasa de calidad al menos a 200 viviendas, y que la biomasa aumentó su poder calorífico en un 30%, esto significa un potencial ahorro del orden de 700 [MWh/año] en calefacción, que se traduce en 560 [m ³] de leña seca menos. Además, está también asociado con una combustión de mejor calidad y entonces una menor contaminación atmosférica.
Costos	Se debe considerar la inversión en material de 57 MM CLP (incluye diseño y construcción de una bodega de 15 x 30 m, capacidad 1.500 m ³ ; Yale; herramientas sencillas de corte; 2 vehículos 2,5 t para distribución) y en operación de 2,3 MM CLP (incluye mantención y operación – sueldos de los operadores (500.000x3) y del administrador(800.000))
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (durante 2020-2021):</u> Involucramiento de los distintos actores dentro del modelo de negocio: actuales proveedores de leña, potenciales vendedores, usuarios, etc. De esta manera se pueden generar sinergias y elaborar un modelo de operación que sea sostenible en el tiempo. <u>Fase 2 (hasta fines 2021):</u> Desarrollo del modelo de negocio. <u>Fase 3 (hasta inicios 2022):</u> Dimensionamiento del centro de biomasa en base al número de clientes que atenderá. <u>Fase 4 (hasta fines 2022):</u> Implementación del centro de biomasa y del modelo de negocio.
Actores relevantes y roles	<u>Ministerio de Medio Ambiente:</u> Debe empujar el proyecto, proveer financiamiento o apoyar en la búsqueda de financiamiento, por ejemplo a través de las líneas de acción ya existente. <u>Proveedores y comercializadores de leña:</u> Es necesario incorporarles en el modelo de negocio para asegurar su sostenibilidad en el tiempo y una correcta valorización de su trabajo. Es también una manera de asegurar la calidad de la leña entregada.
Potencial fuente de financiamiento	Un proyecto de este tipo podría ser financiado por un fondo para emprendedores (por ejemplo SERCOTEC o CORFO), por alguna institución de gobierno vinculada a la gestión del recurso forestal (CONAF) o bien por una empresa privada del rubro (ARAUCO). En la comuna de Melipeuco, se construyó con apoyo de INDAP un secador de leña solar, el que permitirá mejorar la calidad de la leña utilizada, logrando llegar a un contenido de humedad del 25% en solo 6 meses.

Vivienda piloto (Hogar de ancianos) con criterios EE / ER – Eje 2	
Definición	Implementar un proyecto demostrativo en el Hogar de ancianos de Lebu, donde se incorporen todas las tecnologías disponibles del mercado. La vivienda será abierta a la comunidad como un espacio demostrativo.
Objetivo y metas	• Reducir los consumos y gastos energéticos en al menos un 40% con respecto al consumo actual. • Conseguir un buen confort térmico, aumentando las temperaturas interiores hasta un mínimo de 17C°. • Sensibilizar acerca del impacto del consumo energético reducido, demostrando las medidas implementadas. • Usar la vivienda como espacio interactivo, en el cual se puede ver las medidas implementadas y entender la tecnología.
Impacto	Reducción del consumo y aumento del confort. Mediante este proyecto se implementan varias tecnologías de eficiencia energética: por ejemplo, se sustituye la iluminación existente por una iluminación eficiente. Esta medida puede reducir el consumo eléctrico por 40%. Otras medidas consisten en el aislamiento de la envolvente y la sustitución de ventanas existentes por termopaneles. Con ello, se reduce las pérdidas de calor de manera significativa y se espera una reducción del consumo de calefacción hasta en un 60%. Además se revaloriza un edificio con carácter patrimonial. Producción de energía limpia. Adicionalmente, existe la posibilidad de instalar colectores solares para producir agua caliente o paneles fotovoltaicos para producir electricidad. Sensibilización y educación. Una vez implementadas las medidas, se aprovecha la vivienda para demostrar los resultados y describir su impacto.
Costos	Se estiman las inversiones siguientes: \$ 20.000.000 para aislar los muros (450 [m ²]), \$ 8.000.000 para aislar el techo (400 [m ²]), \$ 25.000.000 para recambiar las ventanas existentes por termopaneles (200 [m ²]), \$ 5.000.000 para instalar colectores solares de capacidad para 20 personas, \$ 10.000.000 para instalar un sistema de paneles fotovoltaico que permita cubrir alrededor del 50% del consumo en electricidad actual. \$ 15.000.000 para sistema iluminación
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (durante 2018):</u> Diagnóstico del edificio y definición de estrategias. Se analizan los sistemas existentes, el uso del edificio y las condiciones climáticas del lugar. Análisis de diferentes tecnologías para reducir el consumo energético y sustituir la calefacción. <u>Fase 2 (durante 2018):</u> Desarrollo de la ingeniería de detalle de las medidas propuestas y de los términos de referencia. Licitación para la implementación. <u>Fase 3 (hasta diciembre 2019):</u> Implementación de las medidas. <u>Fase 4 (durante 2020):</u> Monitoreo del consumo y de los sistemas para controlar la eficiencia de la implementación.
Actores relevantes y roles	<u>Fondos nacionales y/o internacionales:</u> Gracias a fundaciones, ONG o programas de gobierno como el FIE, se puede obtener financiamiento parcial o total para el proyecto. <u>Municipalidad:</u> Promotor del proyecto. Apoya la búsqueda del financiamiento. <u>Apoyo técnico:</u> Apoya en la aplicación de fondos. Además, puede proveer la consultoría de eficiencia energética y la planificación de las medidas. <u>Administración del hogar:</u> Provee la información inicial, reúne los actores y les motiva para seguir el proyecto, gestiona el sistema implementado.
Potencial fuente de financiamiento	Este proyecto podría ser financiado con recursos propios por parte del hogar, o bien apalancando recursos de fondos que fomenten la implementación de medidas de EE/ER en edificaciones, tales como el FIE del Ministerio de Energía u otros fondos de la agencia Chilena de Eficiencia Energética. Otra alternativa sería pensar en un modelo ESCO, donde una empresa externa invierte en la tecnología y el hogar paga la inversión con los ahorros, por medio de un contrato a un número fijo de años (por lo general entre 8 a 12 años).

Desarrollo de instrumentos para promover la leña eficiente – Eje 2	
Definición	Desarrollar un instrumento de fomento que incentive el uso de leña eficiente (leña seca, astillas, pellets) y que desincentive el uso de leña ineficiente (húmeda).
Objetivo y metas	• Reducir el uso de leña húmeda para alcanzar las metas de la EEL. • Velar para que los costos de la leña de alta calidad no aumente el gasto energético de los vecinos.
Impacto	El impacto está asociado a la mejor calidad de la leña utilizada en las viviendas, que significa el uso de menores cantidades para llegar al mismo confort interior. Asumiendo que por el mecanismo se abastecen con biomasa de calidad al menos a 200 viviendas, y que la biomasa aumentó su poder calorífico en un 30%, esto significa un potencial ahorro del orden de 700 [MWh/año] en calefacción, que se traduce en 560 [m ³] de leña seca menos. Además, está también asociado con una combustión de mejor calidad y entonces una menor contaminación atmosférica, con su consiguiente beneficio en términos de salud y emisiones de material particulado.
Costos	Existe un costo de gestión internalizado en las actividades de la Unidad de Medio Ambiente del municipio. Por otro lado, dependiendo del tipo de instrumento generado (por ejemplo un tipo de subsidio), podrían existir costos de transacción los cuales pueden ser financiados por alguna entidad de gobierno (CORFO, SERCOTEC) o bien por actores locales (empresarios, municipio).
Procedimiento y plazos	Los plazos son más bien de carácter orientativo, y deberán reajustarse en función de la evolución de otros proyectos del plan de acción vinculados con la promoción de la leña eficiente. <u>Fase 1 (2025-2026):</u> Definir el tipo de instrumentos (incentivos, subsidios, regulaciones) en acuerdo entre el municipio y actores relevantes de la comuna. <u>Fase 2 (durante 2026):</u> Aplicación a fondos nacionales/internacionales en caso de ser necesario para la implementación del instrumento definido. <u>Fase 3 (hasta fines 2027):</u> Programa de sensibilización y comunicación del instrumento para todos los actores de la comuna (beneficiarios). <u>Fase 4 (entre 2028-2030):</u> Implementación del mecanismo y monitoreo sobre los resultados. Evaluación de posibles adaptaciones necesarias para mejorar el funcionamiento del instrumento.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad:</u> Entidad con la capacidad y el poder político para liderar el proceso de diseño e implementación del instrumento. <u>Ministerio de Energía:</u> Apoyo para la formulación técnica y vínculo con programas/instrumentos existentes. <u>Otros actores relevantes:</u> Instituciones dentro de la comuna, como el CEDUC, representantes de medio ambiente y salud, organizaciones comunitarias y actores del mercado de la leña tienen el rol de proponer y validar las iniciativas.
Potencial fuente de financiamiento	Un proyecto de este tipo podría ser financiado por un fondo para emprendedores (por ejemplo SERCOTEC o CORFO), por alguna institución de gobierno vinculada a la gestión del recurso forestal (CONAF) o bien por una empresa privada del rubro (ARAUCO).

Oficina / Encargado para apoyo de proyectos energéticos – Eje 3	
Definición	La experiencia en el programa Comuna Energética ha demostrado la necesidad de crear una entidad destinada a la ejecución, gestión y seguimiento de proyectos y propuestas en la EEL, para lograr su adecuada implementación. Esta persona debe además ser capaz de darle continuidad mediante la gestión y desarrollo de nuevos proyectos e iniciativas. Por tal razón, el presente proyecto consiste en el establecimiento de una oficina permanente del municipio (persona a cargo) para apoyar a los distintos interesados en la búsqueda y postulación de fondos para el desarrollo de proyectos energéticos. Para asegurar la motivación del encargado se propone vincular el cargo con el PMG (programa mejoramiento de la gestión) asociado a la cantidad de postulaciones realizadas en conjunto con organizaciones o personas naturales de la comuna.
Objetivo y metas	• Generar canales de difusión y comunicación de proyectos y fondos disponibles para la comuna, así como ejemplos exitosos. • Implementar los proyectos definidos en la EEL y otros proyectos alineado con la EEL, permitiendo así su continuidad. Se espera al menos la implementación de un proyecto hasta 2020.
Impacto	La persona encargada: • gestiona y apalanca fondos al nivel municipal, regional o de privados para la implementación de proyectos alineados con la EEL. • lidera y coordina la implementación de los proyectos establecidos en el plan de acción de la EEL. Los adapta cuando sea necesario para alcanzar las metas de la EEL. • promueve la EEL y su implementación en la comuna.
Costos	Total \$ 20.000.000 anual: \$ 15.000.000 en sueldo y \$ 5.000.000 de recurso adicional para eventos y actividades simples.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (durante 2018):</u> Incluir gastos nuevos en presupuesto. <u>Fase 2 (durante 2018):</u> Definir bien el rol y los objetivos del encargado. <u>Fase 3 (hasta fines 2018):</u> Emplear al encargado.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad:</u> La Unidad de Medio Ambiente acogerá el encargado entre sus funcionarios, y organizará su trabajo de manera a generar el mayor impacto. El Alcalde de Lebu dará legitimidad al encargado y lo apoyará cuando sea necesario para que la importancia de sus tareas sea reconocida.
Potencial fuente de financiamiento	Este proyecto no requiere de financiamiento externo, y debe ser gestionado con recursos propios del Municipio.

Fondo/Concurso emprendedores “soy verde” – Eje 3	
Definición	Destinar parte del presupuesto municipal o vincular con FONDEVE (apalancando con recursos adicionales) para un fondo que apoye a emprendedores en la comuna que incorporen temas de eficiencia energética y energías renovables en sus empresas/negocios, o bien, personas que decidan ofrecer servicios vinculados a la energía (instaladores de paneles, mantención de calderas, venta de leña seca, etc.).
Objetivo y metas	• Disponer de un fondo formal para que emprendedores implementen servicios o soluciones energéticas en la comuna, movilizand así el mercado energético local. • Integrar a 5 emprendedores que utilizan el fondo para implementar soluciones en sus empresas/negocios de EE/ER o para ofrecer servicios vinculados al uso eficiente de la energía.
Impacto	El impacto de esta iniciativa se relaciona con una mayor autonomía energética de la comuna y el uso eficiente de los recursos energéticos, pues se espera que a través de este fondo surjan nuevas empresas y fuentes de empleo.
Costos	Este proyecto está enfocado en crear un mecanismo de fondo o concurso para movilizar el desarrollo energético local, por lo que los costos están asociados a las actividades de difusión y la gestión que se pueda realizar para obtener más fuentes de financiamiento. De todas formas, en base a otros fondos existentes, los montos financiables por proyecto deberían ir entre los \$ 30-80 millones.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (2020-2022):</u> Obtención de financiamiento. Esto se puede hacer a través de dos vías principales, primero ampliar los fondos municipales para el FONDEVE en la categoría de Medio Ambiente. Por otro lado, se puede postular a fondos externos de financiamiento, con énfasis en el desarrollo local relacionado a la situación energética actual de la comuna. <u>Fase 2 (2022 en adelante):</u> Implementación del fondo. Difundir el fondo/concurso y sus objetivos para el desarrollo local, impulsando desafíos de nuevos modelos de negocio innovadores, desarrollo de infraestructura o la formación de capacidades locales para la implementación de soluciones energéticas.
Actores relevantes y roles	<u>CORFO:</u> Tiene diversas líneas de financiamiento para emprendimientos e innovaciones, incluso algunas son específicas para soluciones energéticas <u>Municipalidad:</u> Estructurar fondos (como el FONDEVE) que permitan apuntar a los objetivos propuestos en esta iniciativa. A la vez el Municipio cuenta con capacidades de gestión para poder apalancar fondos de otras instituciones públicas o privadas.
Potencial fuente de financiamiento	El FONDEVE actualmente solo financia a organizaciones sociales de la comuna con un tope de \$ 400.000 por proyecto (y un total de \$ 3.000.000) en la categoría de Medio Ambiente. Se propone evaluar la posibilidad de aumentar el financiamiento de la categoría Medioambiente, o bien, crear una nueva categoría de eficiencia energética para proyectos. Una segunda alternativa es crear un fondo nuevo, con foco a emprendedores, que puedan levantar recursos para formar un negocio vinculado al tema energético. En este sentido, el financiamiento podría ser de carácter reembolsable como un crédito, y se podría trabajar con alguna institución financiera regional.

Programa de prácticas profesionales/tesis con alumnos del CEDUC – Eje 3	
Definición	Establecer un programa para los estudiantes de la carrera de Electricidad y Eficiencia Energética del CEDUC, para que estos puedan realizar sus prácticas en trabajos vinculados al tema energético en servicios públicos de la comuna (por ejemplo: auditoría energética, apoyo al diseño de soluciones, caracterización de demanda). Lo mismo aplica para temas de tesis o trabajo de título.
Objetivo y metas	- Aprovechar las capacidades de los estudiantes de la zona para avanzar en el desarrollo de iniciativas internas y/o externas alineadas con los desafíos y metas de la EEL. De esta forma, se genera una transferencia directa e interacción entre la municipalidad y el CEDUC. - Al menos 1 estudiante de CEDUC al año realiza su práctica/tesis en algún tema vinculado a energía de interés del municipio (por ejemplo, implementación de un sistema para el monitoreo de los consumos de energía de las instalaciones municipales).
Impacto	Por un lado, el impacto puede ser asociado al valor de los recursos humanos que puede aprovechar el municipio de Lebu para mejorar sus competencias (vale recordar que el equipo de medio ambiente es una unidad en formación). Por otro lado, los estudiantes se capacitan y generan competencias que les facilitaran su futura inserción laboral. Además, se impulsa así el desarrollo de al menos un proyecto energético al año dentro del municipio.
Costos	Este proyecto no contempla costos de inversión o gestión. Se debe evaluar si los alumnos que realicen su práctica en servicio del municipio podrían recibir un pago para efecto de alimentación y/o viajes a terreno, materiales, etc.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (hasta diciembre 2017):</u> Firma de convenio entre CEDUC y municipio. Si existe ya un convenio se debería incluir este programa de prácticas como un anexo. <u>Fase 2 (hasta marzo 2018):</u> Definición de contenidos y programa de trabajo. Se debe generar un documento con los temas de interés para el municipio, el cual debe ser validado por la dirección de CEDUC. De esta forma, ambas partes han alineado sus intereses y expectativas. <u>Fase 3 (continuo):</u> Implementación del programa. Comienzan a desarrollarse las prácticas profesionales o los temas de tesis de los alumnos. Estos deben contar con excelencia académica para ser elegibles por el municipio.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad:</u> Entidad que propone los temas/contenidos a ser abordados por los estudiantes. <u>CEDUC:</u> Centro de Formación Técnica de la Universidad Católica del Norte que cuenta con la carrera de Electricidad y Eficiencia Energética. Provee los alumnos y enriquece su oferta de práctica y tesis aplicadas. <u>Otros actores relevantes:</u> El programa de prácticas profesionales podría ser extendido para que los alumnos puedan realizar dichas actividades en otras empresas de la comuna (por ejemplo Frontel, o parques eólicos).
Potencial fuente de financiamiento	Este proyecto no requiere de financiamiento.

Generación de valor para productores o comercializadores de leña – Eje 3	
Definición	Desarrollar un proyecto para que un grupo de productores o vendedores informales de leña de la comuna puedan formalizar su negocio, ya sea con procesos de secado de leña o pasando a producir astillas/pellets.
Objetivo y metas	• Articular a los productores/vendedores informales de leña de mala calidad en la comuna para que puedan dar un valor a su negocio, ofreciendo un producto de mejor calidad y a un precio que siga siendo accesible para los lebulenses. • Buscar mecanismos para asegurar la demanda a quienes desean formalizar su negocio.
Impacto	El impacto de esta iniciativa tiene que ver con mejorar la calidad del recurso energético local disponible. También existe un impacto sobre el desarrollo económico local, ya que se espera que este proyecto genere nuevos empleos en la zona (o formalice empleos no regulados) e indirectamente fomente el uso de combustibles locales con un valor agregado.
Costos	Existe un costo que debe ser abordado por alguna institución con la capacidad de articular a los productores/vendedores de la comuna. Se debe postular a fondos del tipo CORFO o SERCOTEC en sus líneas de mejoramiento del ecosistema emprendedor.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (2020):</u> Estudio de prefactibilidad. Se debe hacer un análisis inicial de las oportunidades y alternativas para mejorar las condiciones de los comercializadores y la calidad de la leña. <u>Fase 2 (2021-2022)</u> Levantamiento de interesados. Se debe convocar a los actores del mercado y establecer quienes estarían dispuestos a formar parte del proyecto. <u>Fase 3 (hasta 2025):</u> Obtención de financiamiento. Se debe postular a un fondo de financiamiento, poniendo especial énfasis en la situación de la comuna en cuanto a su dependencia energética y al uso cada vez más masivo de tecnologías de combustión que requieren productos de biomasa de mayor calidad. <u>Fase 4 (2025 en adelante):</u> Desarrollo del proyecto de fomento. El fomento a la elaboración de productos de biomasa de mejor calidad puede llevarse a cabo a través de distintas maneras, ya sea proponiendo modelos de negocio innovadores, o desarrollando la infraestructura para mejorar condiciones de los productos comercializados.
Actores relevantes y roles	<u>Agente implementador:</u> Institución que empuje el proyecto y tenga las capacidades de articular a los beneficiarios, levantar los recursos, comunicar los resultados y hacer seguimiento sobre los resultados. Podría ser una fundación que vea temas de emprendimiento en la región o el encargado municipal para apoyo de proyectos energéticos <u>Productores/vendedores de leña:</u> Personas naturales que actualmente comercializan leña de baja calidad de forma informal en la comuna. <u>Patrocinador:</u> Posible financiador del proyecto (CORFO), o bien una empresa vinculada al negocio forestal (por ejemplo Arauco). <u>Municipalidad:</u> Debe brindar soporte político y validación social a la iniciativa, para de esta forma maximizar el impacto de los resultados del proyecto. La UDEL podría ser incluso el agente implementador. <u>Gobierno Regional/otras instituciones públicas:</u> Se debe buscar un apoyo transversal para este tipo de proyectos, los que luego pueden ser replicados en otros sectores de la región donde existe un comercio informal de leña de mala calidad.
Potencial fuente de financiamiento	Un proyecto de este tipo podría ser financiado por un fondo para emprendedores (por ejemplo SERCOTEC o CORFO), por alguna institución de gobierno vinculada a la gestión del recurso forestal (CONAF) o bien por una empresa privada del rubro (ARAUCO).

Proyecto EE/ER en complejo gastronómico Lebu sur – Eje 3	
Definición	Desarrollar un proyecto de renovación energética del complejo gastronómico Lebu Sur, incorporando distintas tecnologías, monitoreando consumos y difundiendo los beneficios a todos los actores de la comuna. Un proyecto como este busca ser objeto de visualización y atractivo para exponer las tecnologías y observar in situ su funcionamiento.
Objetivo y metas	• Visualizar los beneficios de la integración de tecnología de EE/ER en Lebu, siendo objeto de turismo y estudio. • Integrar al menos una solución energética con energías renovables que permita independizar el consumo de electricidad de la red eléctrica, logrando ahorros de un 15%. • Incorporar solución energética de eficiencia energética térmica en las cocinerías del complejo gastronómico que permita disminuir la demanda térmica en un 20%.
Impacto	Reducción del consumo de energía, aumento del confort y sensibilización para los visitantes (turistas y residentes). El consumo de energía eléctrica y térmica de los restaurantes del centro gastronómico se podría reducir en torno a un 30%, además, incorporando energías renovables, se podría autogenerar al menos un 50% de la demanda.
Costos	Si bien los costos de inversión dependerán del tipo y cantidad de medidas que se quieran implementar, se puede estimar un costo en torno a \$ 20.000.000 por restaurante, con un periodo de retorno de la inversión (en base a los ahorros) de 5 años.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (durante 2020):</u> Diagnóstico. Realizar una auditoría energética del complejo gastronómico para determinar los consumos y costos actuales, establecer propuestas de soluciones que se pueden integrar y establecer una propuesta de acción en base a requerimientos energéticos y económicos. <u>Fase 2 (2020-2021):</u> Financiamiento. Buscar mecanismos de financiamiento para soluciones energéticas acorde al diagnóstico energético, esto se puede apalancar con fondos regionales, nacionales e incluso extranjeros. <u>Fase 3 (durante 2021):</u> Implementación. En esta etapa es importante tener un buen control sobre la calidad de la implementación de las medidas propuestas. <u>Fase 4 (durante 2022):</u> Monitoreo y difusión. Como herramienta de control y además como un medio para sensibilizar, se propone establecer una metodología de monitoreo de parámetros energéticos para así verificar, reportar y difundir la efectividad de las medidas implementadas.
Actores relevantes y roles	<u>Complejo gastronómico:</u> Forman parte fundamental del desarrollo de este proyecto, cuentan con conocimiento de los requerimientos energéticos, tecnologías existentes en el recinto y facilitarían su implementación. <u>ACHEE:</u> Cuenta con diversas líneas de financiamiento para estudios e implementación de medidas de eficiencia energética, las que pueden ser utilizadas para co-financiar estudios e implementación de soluciones.
Potencial fuente de financiamiento	Este proyecto podría ser financiado con recursos propios por parte de los locatarios del complejo gastronómico, o bien apalancando recursos de fondos que fomenten la implementación de medidas de EE/ER en edificaciones, tales como el FIE del Ministerio de Energía u otros fondos de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Otra alternativa sería pensar en un modelo ESCO, donde una empresa externa invierte en la tecnología y el hogar paga la inversión con los ahorros, por medio de un contrato a un número fijo de años (por lo general entre 8 a 12 años).

Abastecimiento de agua mediante paneles solares en zonas rurales – Eje 3	
Definición	Generar proyectos que permitan que una comunidad con problemas de disponibilidad de agua pueda acceder al recurso por medio de un sistema de bombeo solar. El sistema consiste en paneles solares conectados a una bomba, la cual extrae agua de un pozo y la deposita en un estanque para su posterior consumo.
Objetivo y metas	Implementar al menos 3 sistemas autónomos de energía solar que permitan asegurar el abastecimiento eléctrico de bombas de agua
Impacto	Se busca eliminar los gastos energéticos relacionados con el funcionamiento de la bomba de agua. Además, se asegura la disponibilidad de agua y aumenta la independencia de la comuna.
Costos	El costo total se estima a entre \$ 700.000 y 1.000.000 (dependiendo de la bomba) para una bomba de 120 [W] que extrae el agua 4 a 6 horas al día (5 a 10 [L/min]). Ejemplo de cálculo: - Bomba horizontal 1 [hp]: \$ 200.000 - Panel fotovoltaico 210 [W]: \$ 200.000 - Batería 12 [V], 200 [Ah]: \$ 250.000 - Instalación: \$ 50.000
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (2025):</u> Identificación de los sectores de la comuna con necesidad de un nuevo sistema de bombeo <u>Fase 2 (2025):</u> Dimensionamiento del sistema en base al consumo de agua, desarrollo de los términos de referencia para licitar la implementación del sistema. <u>Fase 3 (hasta fines 2025):</u> Implementación del sistema. <u>Fase 4 (durante 2026):</u> Monitoreo del sistema para asegurar un buen funcionamiento y medir los beneficios.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad:</u> La Unidad de Medio Ambiente deberá identificar los sectores de mayor necesidad y encargarse de la búsqueda de financiamientos para la implementación. Luego, serán responsable del monitoreo de los sistemas instalados. El Alcalde por su parte tendrá un rol en la movilización de los actores que pueden apoyar en los financiamientos. <u>Ministerio de Energía / AChEE:</u> Potenciales entidades financiadoras, a través de los diferentes fondos que ya existen (por ejemplo: FAE).
Potencial fuente de financiamiento	Para el desarrollo de este tipo de proyectos, en particular para agricultores, actualmente existen incentivos de INDAP, los que a la vez pueden ser complementados con recursos del gobierno regional a través de algún FNDR.

Subsidio 3PF paneles solares térmicos – Eje 4	
Definición	Implementar un proyecto demostrativo de paneles solares térmicos utilizando el subsidio disponible en el SERVIU. Este proyecto se puede vincular con un curso de capacitación para los beneficiarios (se podría utilizar como piloto el comité de vivienda intercultural).
Objetivo y metas	• Aportar a la producción de energía limpia a través del uso del subsidio 3PF, que permite hacer mejoras a viviendas. • Sensibilizar a través de la demostración el uso de colectores solares para la generación de Agua Caliente Sanitaria (ACS). • Integrar un proyecto que genere un ahorro energético de un 20% del consumo de energía térmica.
Impacto	Dado que se espera integrar un proyecto demostrativo y para viviendas de carácter social, se puede considerar una demanda de 100-150 [L/día], para lo cual un sistema solar térmico de tubos al vacío de 4 [m ²] genera un aporte de 1,6 [MWh/año].
Costos	El costo de un sistema solar térmico, incluyendo la instalación y los tanques de acumulación es cercano a los 550.000 [\$ /m ²]. Por lo tanto, el costo de la iniciativa sería de \$ 2.200.000. Cabe destacar que el subsidio 3PF permite financiar desde 50 a 65 UF (\$ 1.300.000 a \$ 1.700.000) del proyecto, incluyendo obras, colectores, tanques y otros elementos necesarios para la implementación. De esta forma, se deben evaluar las alternativas de tecnología que se propone en las fichas MINVU.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (hasta diciembre 2017):</u> Selección de ubicación. Se debe seleccionar el lugar que será intervenido, siendo este lo suficientemente accesible para ser usado como modelo mostrativo. <u>Fase 2 (primer semestre 2018):</u> Desarrollo de requerimientos técnicos. Elaborar los estudios pertinentes y dimensionamiento para asegurar desde el punto de vista técnico la instalación de un sistema para ACS que cubra la demanda del lugar. <u>Fase 3 (hasta fines 2018):</u> Implementar el proyecto, teniendo en consideración que es indispensable contar con un control de calidad en el proceso de implementación y operación. <u>Fase 4 (durante 2018-2019):</u> Difundir las lecciones aprendidas y beneficios del proyecto para generar sensibilización de usuarios y de la comunidad.
Actores relevantes y roles	<u>MINVU (SERVIU):</u> A través de sus líneas de subsidios para mejoramientos de vivienda, permite financiar parte de los proyectos de instalación de sistemas solares térmicos para ACS. <u>Municipalidad:</u> Liderar y empujar la realización de una iniciativa como esta, generando instancias para financiamiento y compromiso para el exitoso desarrollo del proyecto. Puede intervenir la EGIS municipal. <u>Comité de viviendas:</u> Son los beneficiarios del proyecto y quienes deben realizar la postulación al subsidio 3PF.
Potencial fuente de financiamiento	En su fase de sensibilización (corto plazo), el proyecto podría ser financiado con recursos propios del municipio o bien con el apoyo de la Seremi de vivienda de la región. En su fase de implementación, se debe recurrir a fondos del MINVU bajo el programa de protección del patrimonio familiar (3PF). Adicionalmente, un proyecto con estos objetivos, podría ser alineado al concepto de superación de la pobreza energética, pudiendo ser factible levantar recursos de la cooperación internacional como embajadas, o bancos multilaterales. En el caso de nuevas construcciones, se ha renovado y mejorado la ley 20.365 de franquicia tributaria y subsidios para sistemas solares térmicos, por lo que las empresas constructoras tienen la posibilidad de implementar dichas soluciones en los proyectos.

Piloto de la primera planta energética con asociatividad – Eje 4	
Definición	Desarrollar en la comuna un proyecto eólico demostrativo con criterios de asociatividad, donde el municipio pueda ser parte de la iniciativa y/o pueda participar de la compra-venta de electricidad.
Objetivo y metas	• Generar un modelo de asociatividad que facilite la implementación de un proyecto demostrativo eólico en la comuna bajo un modelo de negocio sustentable. • Integrar y formalizar una agrupación de actores locales de la comuna para desarrollar una planta energética con asociatividad. • Impulsar la autonomía energética de la comuna con la implementación de un proyecto piloto de energía eólica.
Impacto	El impacto de la medida está en directa relación con la capacidad instalada. Así, para una instalación piloto de 1 [MW] y con un factor de planta de 30% (similar a las plantas ubicadas en la comuna), es posible generar un total de 2500 [MWh/año].
Costos	El rango de inversión en torres de generación eólica varía entre los 800.000 y 1.120.000 [\$/kW] instalado. A estos costos se deben agregar costos de terrenos, estudios, administrativos y obras anexas para su habilitación.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (2023-2025)</u>: Coordinar a actores locales interesados en formar una agrupación asociativa para invertir y ser parte del piloto. <u>Fase 2 (hasta 2025)</u>: Realizar estudios previos y selección del terreno donde se implementará la planta eólica. <u>Fase 3 (durante 2025)</u>: Abrir un proceso para recibir ofertas de proveedores que permitan instalar la planta a menor precio y negociar el contrato PPA de compra-venta de energía. <u>Fase 4 (antes de 2027)</u>: Implementación del proyecto y puesta en marcha.
Actores relevantes y roles	<u>Ministerio de Energía</u>: Ha puesto a disposición estaciones de monitoreo a lo largo del país, lo que permite realizar un mejor estudio de sitios. Además, cuenta con capacidad técnica para establecer requisitos y criterios para el desarrollo e instalación de proyectos eólicos. <u>Proveedores</u>: Interesados en desarrollar un proyecto en una comuna emblemática de energía eólica, con un modelo de negocio novedoso y único para esta tecnología. <u>Municipalidad</u>: Capacidad de aglutinar a actores locales interesados y facilitar la implementación del proyecto en alguna locación a definir en la comuna. Socio del proyecto (recibe beneficios económicos). <u>Inversionistas</u>: actores locales y del sector energéticos dispuestos a invertir en esta planta y compartir entre ellos los beneficios económicos.
Potencial fuente de financiamiento	Este proyecto requiere ser financiado por una empresa desarrolladora como las que actualmente tienen presencia en la comuna. El municipio debería tomar el liderazgo de presentar la idea a dichas empresas, y ver si alguna está dispuesta a invertir. Actualmente, fondos como el FIE, que buscan empujar el desarrollo de proyectos de energías con un alto contenido de innovación y asociatividad podrían co-financiar el desarrollo técnico del proyecto (gastos de investigación, gestión, difusión, análisis legales, entre otros).

Techo 30+, eólica 30+ – Eje 4	
Definición	Iniciativa que impulsa la instalación de paneles solares o aerogeneradores eólicos domésticos en al menos 30 propiedades/negocios. Los paneles/aerogeneradores se compran de forma asociativa para poder generar economías de escala y reducir los costos de inversión.
Objetivo y metas	• Generar interés en al menos 30 empresas/vecinos de la comuna de Lebu (el proyecto también se puede escalar a toda la Provincia de Arauco) para que participen en la iniciativa. • Lograr una reducción de precio de al menos un 30% con respecto al precio medio de mercado de ambas tecnologías.
Impacto	Para un sistema fotovoltaico de 5 [kWp] instalado, se espera una generación de 6,8 [MWh/año]. En el caso de los aerogeneradores domiciliarios, para un tamaño de 5 [kWp], se espera una generación de 19,9 [MWh/año]. Considerando lo anterior, el impacto esperado para la instalación de 15 sistemas fotovoltaicos (PV) y 15 sistemas eólicos es de 400 [MWh/año].
Costos	Si bien la capacidad de generación de los sistemas eólicos es mayor en la comuna (casi 3 veces por potencia instalada respecto a sistema solar PV), los costos de inversión también son más altos. El costo de un sistema solar PV es del orden de 1.500.000 [\$/kWp] instalado, mientras que un aerogenerador tendría un costo de 3.300.00 [\$/kWp] para sistemas de 5 [kWp] de potencial.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (2019-2020):</u> Invitación a los vecinos y motivación. En esta etapa, se debe despertar el interés por parte de los vecinos de la comuna (privado, público, comercial) para participar en la iniciativa, a través de la comunicación de los potenciales beneficios que esta tendría. <u>Fase 2 (durante 2020):</u> Invitación a proveedores interesados. En esta etapa se realiza una invitación a posibles proveedores de tecnología que tengan interés en participar de la iniciativa y que tengan la disposición de ofrecer menores precios a cambio de una compra mayor. <u>Fase 3 (hasta fines 2020):</u> Elaboración de bases técnicas y adjudicación. Las bases técnicas deben incluir los requisitos técnicos mínimos y los puntajes asociados a los criterios técnicos y económicos. <u>Fase 4 (principios 2021):</u> Adjudicación. La instalación de los paneles se adjudica al proveedor que haya obtenido el mayor puntaje. A partir de esto, se informa a los usuarios interesados el precio obtenido y se firma contrato para los que quieran ejecutar. <u>Fase 5 (durante 2021-2022):</u> Instalación y control. Como última etapa, la empresa proveedora adjudicataria instala los sistemas solares en las viviendas de acuerdo a un calendario acordado con el usuario final. En esta etapa también es recomendable contar con un control de las instalaciones para que se ejecuten de acuerdo a lo ofrecido en la licitación.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad:</u> Encargada de motivar a los vecinos de la comuna a participar en la iniciativa, informando sobre los potenciales beneficios del uso de tecnologías y sobre la disminución en los precios que se pretenden alcanzar con el programa. <u>Empresas o vecinos de Lebu:</u> Financiarán el costo total o parcial del sistema. <u>Proveedores de tecnología:</u> Su rol es presentar una oferta económica atractiva, que refleje una posible economía de escala para ellos, e instalar los sistemas. <u>Contraparte técnica:</u> Tiene como rol asegurar que los productos ofrecidos por los proveedores de tecnología a los usuarios finales cumplan con requisitos técnicos mínimos, a través de la elaboración de bases técnicas para una licitación.
Potencial fuente de financiamiento	Este tipo de proyecto debe ser financiado por los mismos beneficiarios. Sin embargo, se podría postular a algún fondo como el FIE, para que una empresa, o el mismo municipio, lidere la articulación de los actores. Un caso de éxito a tener en consideración es el proyecto que se está implementando en la comuna de Caldera.

Intercambio internacional con comuna líder en energía eólica – Eje 4	
Definición	Generar una alianza estratégica con una comuna energética internacional o un líder en energía eólica, para la transferencia tecnológica, capacitación de actores locales, elaboración de proyectos e iniciativas en conjunto. La comuna con la cual se realiza la alianza debería tener al menos las siguientes características: • Contar con iniciativas desarrolladas en temas energéticos a nivel local, preferiblemente en temas de energía eólica. • Idealmente estar bajo el sistema de certificación de “Energienstadt” o “European Energy Award”, que es la contraparte Europea / Suiza al programa Comuna Energética. • Mostrar la disposición y el interés de trabajar en proyectos conjuntos, en generar transferencia tecnológica, etc.
Objetivo y metas	• Lograr al menos un proyecto elaborado en conjunto con la comuna internacional aliada. • Lograr un intercambio de al menos 5 estudiantes, 5 profesionales privados y 2 funcionarios municipales.
Impacto	Se espera que esta alianza facilite la implementación de proyectos energéticos concretos dentro de la comuna. Cuantitativamente, el impacto del proyecto dependerá de las iniciativas que lleguen a desarrollarse dentro del marco de esta alianza.
Costos	No existen costos de implementación como parte de esta medida. Solo existen costos administrativos asociados a la ejecución de la alianza y los costos propios de cada iniciativa (se debe definir de donde salen los recursos).
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (hasta fines 2021):</u> Generar acuerdo con una comuna energética internacional. Un ejemplo exitoso de acuerdo similar es la alianza existente por ejemplo entre las comunas de Temuco, Vitacura, Coyhaique y Berna (Suiza). <u>Fase 2 (a partir de 2022):</u> Generar propuestas para la implementación de proyectos comunes en eficiencia energética y autogeneración en base a energías renovables no convencionales. Se deben generar proyectos que sean beneficiosos para la comuna. Idealmente estos proyectos deben estar validados con la comunidad.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad:</u> La municipalidad como parte de esta alianza debe ser capaz de liderar y proponer el desarrollo de proyectos dentro de la comuna. Debe fomentar el desarrollo y la aplicación efectiva de la alianza celebrada con la comuna internacional interesada. <u>Otros actores relevantes:</u> Otros actores dentro de la comuna, como el CEDUC, las secretarías ministeriales, organizaciones comunales u organizaciones del sector privado también tienen el rol de proponer iniciativas dentro de esta alianza.
Potencial fuente de financiamiento	Un proyecto de este estilo no requiere de financiamiento inicial. Se espera que de un convenio con alguna ciudad de otro país, puedan surgir acuerdos de transferencia de experiencias, y por ende, levantar recursos o ejecutar recursos propios para desarrollar las actividades asociadas.

Ilumínate 100+ – Eje 4	
Definición	Iniciativa que impulsa la compra asociativa de ampolletas de bajo consumo en al menos 100 familias u otras entidades de la comuna, las cuales no son beneficiarias de programas como la entrega de kit de iluminación eficiente del Ministerio de Energía a través de su programa “Mi Hogar Eficiente”.
Objetivo y metas	• Lograr comprometer al menos a 100 actores de la comuna en la compra asociativa. • Generar dos procesos de compra asociativa en el año (300 luminarias cada uno). • Reducir los costos de las luminarias en al menos un 25% con respecto a los precios ofrecidos por el retail.
Impacto	El impacto de este programa se puede estimar asumiendo que existen dos procesos de compra asociativa al año por un total de 300 luminarias cada una. Cada recambio de luminaria podría generar un ahorro de 100 [kWh/año], logrando entonces un ahorro energético total del orden de 60 [MWh/año] en el futuro.
Costos	Los costos de esta iniciativa están asociados a los gastos de gestión del agente articulador que agrupe demanda, elabore las bases para la compra asociativa, invite a proveedores a ofertar, realice la valoración de las ofertas y finalmente adjudique la compra a algún oferente. Se estima que el total de esas acciones alcanza cerca de 100 horas de trabajo para el agente, lo que a un costo de 2 [UF/h] implica cerca de \$ 5.000.000.
Procedimiento y plazos	<u>Fase 1 (plazo hasta XXX)</u>: Hacer una búsqueda de participantes interesados en la compra asociativa, sin necesaria distinción de actores del sector residencial, público y comercial. <u>Fase 2 (plazo hasta XXX)</u>: Generar llamado de proveedores, se debe hacer invitación a proveedores para que se interesen en esta oportunidad, generando su compromiso por participar del proceso a precios más bajo al comprar un número mayor de luminarias. <u>Fase 3 (plazo hasta XXX)</u>: Elaboración de criterios y bases. Elaborar los criterios, y bases para el llamado a ofertar apostando por la alta calidad de las luminarias y criterios de eficiencia energética.
Actores relevantes y roles	<u>Municipalidad</u>: Incentivar a los vecinos a que sean parte de la compra asociativa, aprovechando el poder de convocatoria y llegada que tiene el municipio con la comunidad. <u>Agente</u>: Debe ser un actor neutro, que tenga la capacidad de motivar a los proveedores y de elaborar bases adecuadas para conseguir calidad y precio de los productos. <u>Proveedores</u>: Proveedores de luminaria dispuestos a proveer luminarias a menor costo frente a la escala de compra. <u>Actores de los sectores residencial, público y comercial</u>: Interesados en realizar el recambio de sus luminarias, para participar en la eficiencia energética en la comuna. Serán los beneficiarios de la compra asociativa, al obtener las luminarias por un menor costo que si la hubiesen comprado en el retail.
Potencial fuente de financiamiento	Este tipo de proyecto debe ser financiado por los mismos beneficiarios. Sin embargo, se podría postular a algún fondo como el FIE, para que una empresa, o el mismo municipio, lidere la articulación de los actores. Un caso de éxito a tener en consideración es el proyecto Cambia el Foco, el cual está siendo implementado en la comuna de Providencia. http://www.cambiaelfoco.cl/