

ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL

Ilustre Municipalidad
de Las Condes

ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL **Ilustre Municipalidad de Las Condes**



Proyecto a cargo de
Ingeniería Sustentable SpA

Colaboradores:

Cristián Rojas González, Ingeniería Sustentable SpA
Leonardo Varas Gallego, Ingeniería Sustentable SpA
Gabriela López Contreras, ONG EGEA
Carla Méndez Mardones, ONG EGEA

Revisores:

Diego Estrada Carvajal, Ilustre Municipalidad de Las Condes
Mariela Ramos Marín, Ilustre Municipalidad de Las Condes
Fernanda Valdés Ferranty, Ministerio de Energía
María Ignacia Lopez Cabezas, Agencia de Sostenibilidad Energética

Diagramación:

Karen Caimi Körbler, Ingeniería Sustentable SpA

Documento preparado para la Ilustre Municipalidad de Las Condes, en el marco del Programa "Comuna Energética" impulsado por la Agencia de Sostenibilidad Energética y el Ministerio de Energía.

Las opiniones vertidas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan necesariamente el pensamiento de la Agencia de Sostenibilidad Energética y del Ministerio de Energía.

Santiago de Chile, diciembre de 2021

PRÓLOGO

Las Condes, diciembre de 2021

Las Condes se caracteriza por ser una comuna moderna con un fuerte desarrollo social, económico y ambiental. Como Municipalidad estamos en permanente búsqueda de soluciones innovadoras que garanticen el bienestar de las personas.

A pesar de que la pandemia del COVID-19 ha puesto al límite nuestra capacidad de dar respuesta a las necesidades inmediatas de nuestros vecinos, hemos continuado con nuestro compromiso por fomentar modelos de desarrollo que no pongan en riesgo las necesidades de nuestras futuras generaciones.

En Las Condes ya hemos sido pioneros en promover tecnologías limpias. Un ejemplo reciente de ello fue la migración hacia la modalidad de clientes libres en el alumbrado público y 3 de nuestros edificios institucionales que hoy se abastecen de energía 100% renovable. A nivel de viviendas, colegios, edificios públicos y comerciales también vemos un enorme potencial de fomentar el despliegue de energías limpias a través de la instalación de techos solares de manera de transformarnos gradualmente hacia una comuna prosumidora de energía, en la cual podemos producir gran parte de la energía que consumimos.

Las acciones que se implementan en la comuna no solo generan beneficios directos para los vecinos sino también nos entrega la oportunidad de compartir experiencias con otras ciudades, exportar casos de éxito y generar alianzas de cooperación técnica.

En esta misma línea, durante el 2021, en materia energética hemos logrado consolidar una estrategia de largo plazo, que nos permita habilitar las condiciones necesarias para fomentar modos transporte, climatización, iluminación, entre otros, que sean amigables con el medio ambiente, la salud de las personas y sostenibles en el tiempo.

Esto se logró gracias al compromiso y proactividad de nuestros funcionarios en colaboración con una comunidad consciente, informada y participativa.

Mediante este instrumento de gestión y planificación, reafirmamos nuestro compromiso hacia un modelo de desarrollo sostenible, consolidando objetivos y metas concretas acompañados de un plan de acción cuya implementación a nivel local contribuirá también a enfrentar el desafío global de la crisis climática.



Daniela Peñaloza Ramos
Alcaldesa de Las Condes

ÍNDICE

PRÓLOGO	3
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Objetivo general	7
1.2 Objetivos específicos.....	7
2. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL.....	8
2.1 Antecedentes de la comuna.....	9
2.1.1 Límites de influencia de la EEL.....	9
2.1.2 Ámbito demográfico	9
2.1.3 Ámbito geopolítico e institucional	10
2.1.4 Ámbito sociocultural.....	13
2.1.5 Ámbito económico-productivo	15
2.1.6 Ámbito ambiental.....	16
2.2 Actores de la comuna.....	18
3. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA LOCAL	23
3.1 Planificación energética.....	24
3.2 Eficiencia energética en la infraestructura.....	25
3.3 Energías renovables y generación local	26
3.4 Organización y finanzas	27
3.5 Sensibilidad y cooperación	27
3.6 Movilidad sostenible.....	28
4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	29
4.1 Situación energética en la comuna.....	29
4.1.1 Oferta de energía eléctrica	30
4.1.2 Calidad del suministro.....	32
4.2 Energía eléctrica.....	34
4.2.1 Demanda eléctrica residencial	36
4.2.2 Demanda eléctrica municipal.....	38
4.2.3 Demanda eléctrica de privados	38
4.2.4 Demanda eléctrica total.....	39
4.3 Energía térmica.....	41
4.3.1 Demanda de combustibles de uso térmico.....	41
4.3.2 Consumo de combustibles: uso en el transporte	45
4.4 Demanda energética local	46
4.5 Proyección de consumo energético.....	47
4.5.1 Proyección de consumo eléctrico.....	47
4.6 Huella de carbono del sector energético.....	48

5. POTENCIAL DISPONIBLE ERNC	49
5.1 Potencial de biomasa.....	50
5.1.1 Potencial de producción de biodiésel	50
5.1.2 Potencial de producción de biogás.....	51
5.2 Potencial solar	53
5.2.1 Producción de energía solar a gran escala.....	55
5.2.2 Producción de energía solar fotovoltaica y térmica a nivel residencial	55
5.3 Potencial eólico	57
5.4 Potencial hídrico.....	58
5.5 Potencial geotérmico	60
5.5.1 Potencial geotérmico de baja entalpía.....	60
5.5.2 Potencial de la geotermia para la generación de electricidad.....	62
5.6 Potencial <i>Waste to Energy (WTE)</i>	62
5.7 Resumen del potencial de ERNC.....	64
6. POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	66
6.1 Sector residencial	67
6.2 Sector público.....	69
6.3 Sector privado	70
6.4 Resumen del ahorro energético.....	72
7. PROCESO PARTICIPATIVO	73
7.1 Talleres participativos: metodología y descripción de actividades	74
7.2 Taller 1: Visión energética	75
7.3 Taller 2: Objetivos energéticos.....	77
7.4 Taller 3: Priorización de proyectos	79
8. PLAN DE ACCIÓN DE LA EEL	80
8.1 Visión	80
8.2 Objetivos y metas	81
8.3 Plan de acción.....	84
9. ANÁLISIS SELLO COMUNA ENERGÉTICA	88
9.1 Seguimiento y evaluación del plan de acción	89
9.1.1 Principales funciones del Comité Energético Municipal.....	89
9.1.2 Conformación del Comité Energético Municipal	90
9.1.3 Primeras acciones.....	90
9.2 Recomendaciones futuras.....	91
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
11. APÉNDICES Y ANEXOS	96
11.1 Cálculo de la proyección de consumos eléctricos.....	96
11.2 Listas de asistencia a los talleres participativos	99
11.3 Fichas de iniciativas energéticas.....	103
11.4 Diagnóstico de la gestión energética local en base al sello CE.....	103



1. INTRODUCCIÓN

La Estrategia Energética Local de Las Condes se desarrolla en el marco del Programa "Comuna Energética", impulsado por la Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE) y el Ministerio de Energía, el cual busca contribuir a la transición energética hacia un desarrollo sostenible y bajo en carbono en las comunas de Chile. La Estrategia Energética Local es el primer paso para que las comunas obtengan el Sello Comuna Energética, reconocimiento que da cuenta de su compromiso comunal con el

desarrollo energético sustentable. Este es un instrumento de gestión que permite impulsar proyectos, ya sean comunitarios, individuales, públicos o privados, que potencien la generación descentralizada y la utilización de recursos energéticos locales para mejorar la calidad de vida de sus vecinos y vecinas, involucrándolos en un proceso participativo. Lo anterior permite que se desarrolle una planificación energética a corto, mediano y largo plazo, promoviendo la eficiencia energética y el uso de energías renovables en la comuna.

1.1 Objetivo general

Desarrollar una Estrategia Energética Local (EEL) sostenible para la comuna de Las Condes, considerando un diagnóstico territorial y energético para la articulación participativa de un plan de acción con metas de corto, mediano y largo plazo, acompañado de un portafolio de iniciativas que apunten al progreso energético sostenible y equitativo de la comuna, el cuidado del medio ambiente y la innovación técnico-social en el territorio.

1.2 Objetivos específicos

- a. Implementar un procedimiento que asegure una participación amplia y activa de todos los actores del sector público, privado, académico y de la sociedad civil, a lo largo de la elaboración de la EEL.
- b. Realizar un diagnóstico del consumo y generación de energía eléctrica y térmica y de la huella de carbono presente en la comuna.
- c. Estimar el potencial de energías renovables no convencionales y de eficiencia energética de la comuna.
- d. Definir una visión, objetivos y metas que permitan al municipio de Las Condes trazar un plan de acción para el desarrollo energético de la comuna, el que deberá ser consistente con las políticas existentes en la materia a nivel regional y nacional.
- e. Definir un portafolio de programas y proyectos para impulsar un desarrollo energético local y sostenible, en línea con los objetivos y metas definidos en el objetivo anterior.





2. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL

El presente capítulo propone introducir el contexto de la comuna de Las Condes, dando un enfoque a los aspectos más relevantes del territorio para luego profundizar en un diagnóstico energético. Esta información permite vislumbrar potenciales iniciativas energéticas a ser incorporadas en el plan de acción de la comuna.

2.1 Antecedentes de la comuna

2.1.1 Límites de influencia de la EEL

La comuna de Las Condes se ubica en el sector nororiente de la Región Metropolitana, inserta en el Gran Santiago. Se definió que el alcance de la presente EEL abarcará la totalidad de la superficie de la comuna, lo cual se muestra en la **Figura 1**.

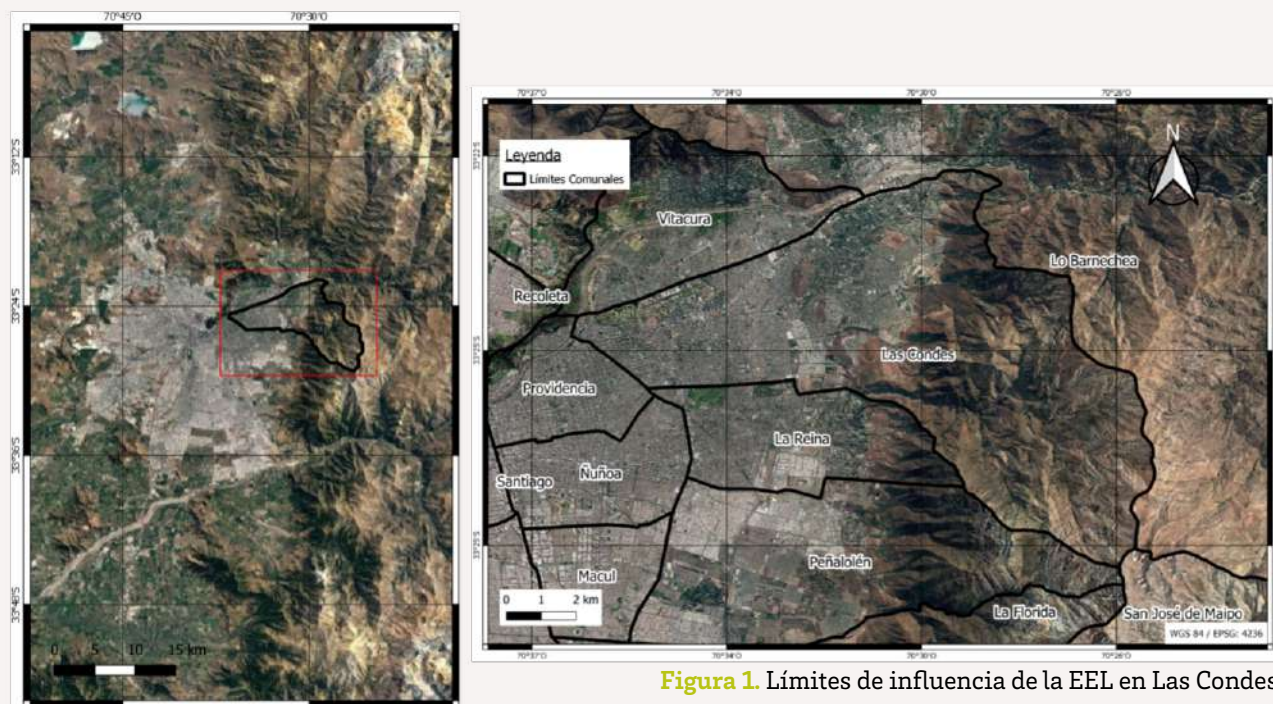


Figura 1. Límites de influencia de la EEL en Las Condes.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Ámbito demográfico

Según el Censo 2017, la comuna posee 294.838 habitantes que conforman 118.007 viviendas (Instituto Nacional de Estadísticas [INE], 2017). El índice de masculinidad de la comuna es de 86%, lo que significa que, por cada 100 mujeres, hay 86 hombres. La comuna tiene una densidad promedio de 2.978 habitantes por cada km².

Como se observa en la **Figura 2**, la población de Las Condes destaca por la baja densidad poblacional del tramo entre los 0 a 14 años, la que se encuentra 5 puntos porcentuales bajo el promedio nacional. Esto se explica por la baja tasa de natalidad de la comuna. Asimismo, se evidencia el envejecimiento de la población con un 15,6% de personas dentro del rango etario de 65 o más años, varios puntos por sobre el promedio regional y nacional (INE, 2017).

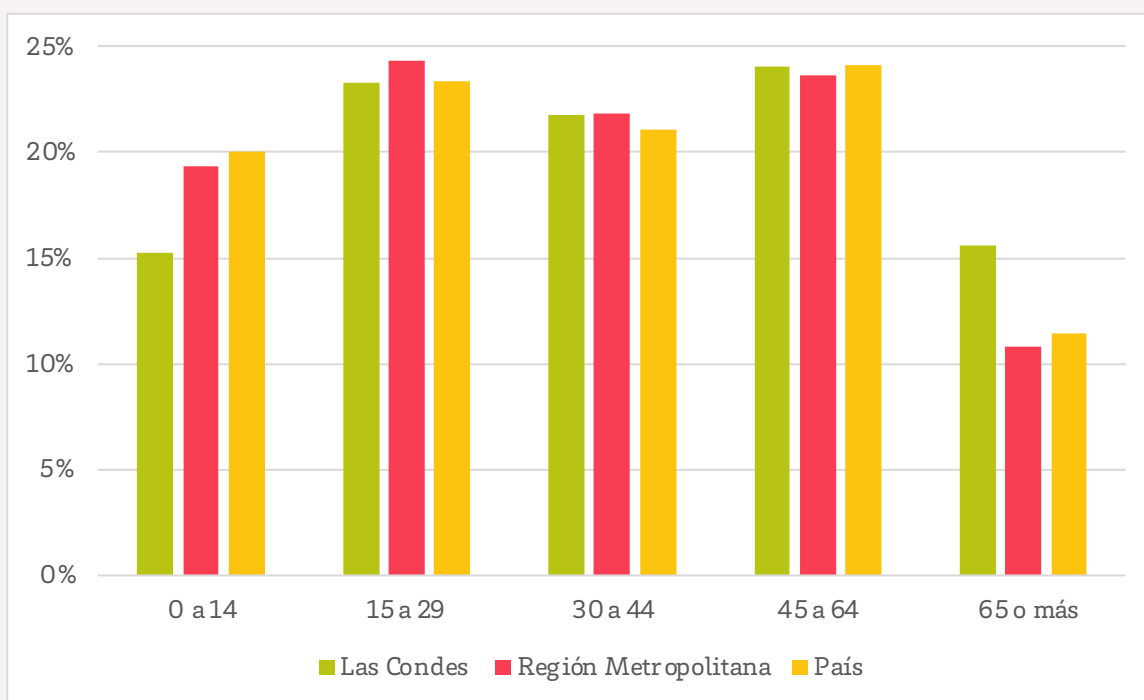


Figura 2. Población por grandes grupos de edad expresados en porcentaje (%).
Fuente: Elaboración propia en base a INE, Censo 2017.

2.1.3 Ámbito geopolítico e institucional

La comuna de Las Condes se ubica en el sector nororiente de la Región Metropolitana, tiene una superficie de 96 km² (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2017) y una población de 294.838 habitantes (INE, 2017). Sus límites administrativos son los siguientes (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2017):

- Por el Norte con la comuna de Lo Barnechea mediante la Avenida Las Condes, desde su nacimiento hasta el camino a Farellones. Por el Norponiente con la comuna de Vitacura, a través de la Av. Kennedy, desde Av. Las Condes hasta el Puente Lo Saldes.
- Por el Poniente con Providencia, mediante el Canal San Carlos, desde Av. Francisco de Bilbao hasta su desembocadura en el río Mapocho y, luego, desde el río Mapocho hasta el Puente Lo Saldes.
- Por el Sur con La Reina, por Av. Francisco de Bilbao desde el Canal San Carlos hasta el Canal Las Perdices, luego por este canal hasta la calle Valenzuela Puelma, y por esta misma calle hasta la intersección con Onofre Jarpa y Álvaro Casanova. Con Peñalolén, el límite lo marcan (desde la intersección recién señalada) la línea de cumbres que limita por el sur la hoya de la quebrada de San Ramón, hasta el Cerro San Ramón.
- Por el Oriente, con la comuna de San José de Maipo, la línea de cumbres que va desde el camino a Farellones frente al Cerro Arrayán Sur, pasando por el Moro de Guayacán, el Cerro de la Provincia, el Cerro Las Lagunas y finalizando con el Cerro San Ramón.

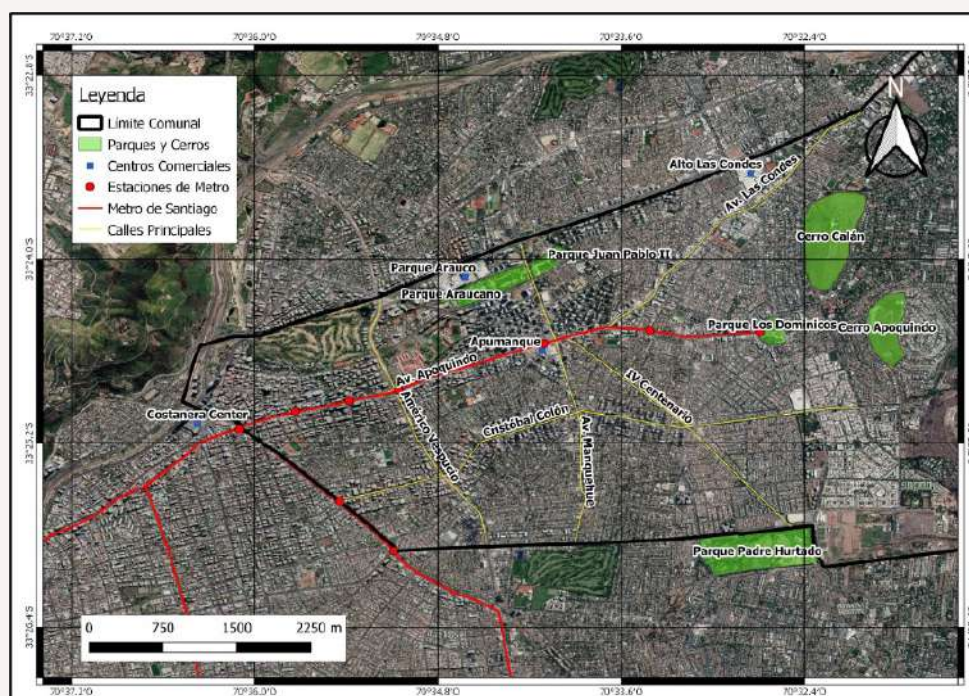


Figura 3. Límites de la comuna de Las Condes y principales hitos.

Fuente: Elaboración propia.

Institucionalmente la Municipalidad de Las Condes es la comuna con mayor ingreso económico a nivel nacional (Fundación Observatorio Fiscal, 2019). Los ingresos municipales se componen por los ingresos propios permanentes de la comuna, el Fondo Común Municipal, venta de activos no financieros, recaudación por patentes, entre otros (Fundación Chile Descentralizado, 2019).

El municipio es la institución pública de mayor relevancia de la comuna. Los diferentes departamentos y programas que lo componen tienen un contacto constante con la población civil y prestan servicios locales e implementan programas sociales en beneficio del desarrollo comunal.

Los habitantes cuentan con acceso a distintos bienes y servicios en el territorio. En cuanto a servicios de salud, existen 2 Centros de Salud Familiar (CESFAM), 1 Centro de Salud Mental Comunitaria (COSAM), 1 Servicio de Atención Primaria de

Urgencia (SAPU), 6 mini consultorios, el Hospital Dipreca (Dirección de Previsión de Carabineros de Chile) y el Hospital de la Fuerza Aérea de Chile (FACH), además de varios centros de salud privados, entre los que destacan la Clínica Las Condes e instalaciones de la Clínica UC (Ilustre Municipalidad de Las Condes, s.f.). En materia de educación cuenta con 58 establecimientos educacionales, de los cuales 11 colegios dependen de la Corporación Municipal de Educación y Salud de Las Condes. (Ministerio de Educación, 2020), algunos de los cuales destacan entre los mejores del país; a modo de ejemplo, 2 colegios de Las Condes están entre los 15 primeros con mejor promedio PSU el año 2019 (El Mercurio Online, 2020).

Las Condes se ha transformado en el corazón de las actividades financieras del área metropolitana, esto debido a la gran cantidad de empresas que tienen sus centros de operaciones dentro de la



comuna, además de los grandes centros comerciales (malls) que se pueden encontrar, como el Parque Arauco, Alto Las Condes y Apumanque (Ilustre Municipalidad de Las Condes, s.f.). La Municipalidad, por su parte, tiene su edificio consistorial en Apoquindo 3400, en el edificio Espacio Hall, emplazado en el Centro Cívico de la comuna donde también se encuentra el Teatro Municipal.

Todos estos bienes y servicios están conectados por una red de calles y avenidas. La principal arteria vial de la comuna es la Avenida Apoquindo, continuación del eje Alameda-Providencia y paralela a la Línea 1 del metro. De Apoquindo nace la Avenida Las Condes, la que pasa por varios de los centros comerciales y de salud nombrados anteriormente. Otras vías importantes son la Avenida Manquehue y la carretera de Américo Vespucio Norte, las

que constituyen algunos de los puntos de mayor congestión vehicular en la comuna (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2017). Las Condes también cuenta con 36,7 kilómetros de ciclovías (MTT, 2021), a lo que se agregan casi 6 km de “ciclovías temporales”, implementadas como medida para descongestionar el transporte público y aprovechar la baja de vehículos particulares producto de la pandemia del COVID-19 (Transporteinforma, 2020).

Actualmente, se está trabajando en la construcción de la carretera urbana Vespucio Oriente, la que contempla un túnel subterráneo bajo la actual Vespucio Norte. Por otra parte, el proyecto de la Línea 7 del metro, que tendría 4 estaciones en la comuna, está en calificación del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2020).

2.1.4 Ámbito sociocultural

Según la encuesta CASEN (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2017), la comuna de Las Condes tiene una tasa de pobreza por ingresos del 0,19% (segunda más baja a nivel nacional) y pobreza multidimensional de 4,23% (sexta a nivel nacional, aunque las 3 primeras son comunas rurales de una población mucho más baja). La totalidad de sus habitantes vive en áreas urbanas y, al 2018, la comuna contaba con un 5,3% de sus hogares hacinados y un 1,3% de los habitantes de la comuna viviendo en hogares carentes de servicios básicos (BCN, 2020).

En cuanto a la materialidad de las viviendas para el año 2017, el 97,7% de las viviendas de la comuna presenta un índice de materialidad aceptable, mientras el 2,3% restante corresponde a índices de materialidad recuperable, irrecuperable e ignorado (BCN, s.f.). Cabe señalar que este indicador se relaciona con el material predominante en los muros exteriores,

techo y piso de la vivienda y se clasifica en 3 categorías según el cumplimiento de indicadores. Por otro lado, de acuerdo con el Programa “Viviendas De Las Condes 2020” la comuna presenta un acelerado aumento de familias en condición de allegamiento, lo que se refleja fuertemente en unidades vecinales de los sectores más vulnerables de la comuna. El año 2017 se reportaban 9.812 familias allegadas en la comuna y al 2020 esta cantidad aumentó a 10.817 familias, lo que representa un aumento de 9,3% (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2020).

Según el Censo de 2017, la tasa de desempleo es de un 4,5%, muy por debajo del 7% nacional. Respecto a la contingencia sanitaria por COVID-19, una encuesta hecha por la Municipalidad de Las Condes a 10.680 habitantes, un 39,4% de los encuestados declaró haber podido realizar teletrabajo recibiendo el mismo sueldo que antes. Un 24,1% señaló que no



ha podido generar ingresos o que estos se redujeron sustancialmente debido a trabajar en una PYME, como independiente o con sueldo en base a propinas, comisiones, etc. Solo un 6,03% indicó que siguió yendo a su trabajo recibiendo el mismo sueldo. Un 8% de los habitantes que trabajan también estudian formalmente (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 6 de abril 2020).

Un 3% de la población de la comuna se siente perteneciente a un pueblo originario (INE, 2017), de este grupo, la gran mayoría (un 65,5%) se declara mapuche (INE, 2017). Los jefes de hogar que se declaran de un pueblo originario tienen en promedio una escolaridad de 10 años, mientras que el resto de los jefes de hogar tiene un promedio de 15,7 años de escolaridad. En términos generales, hay un alto nivel de ingreso a la educación superior, y es que el 81% de las personas mayores de 18 años ha terminado por lo menos 1 año de estudios en esta (INE, 2017).

A raíz de la pandemia, se evidenció en los medios la situación que vivían los vecinos de Villa La Escuela, donde las dificultades económicas y la falta de trabajo e ingreso estable dejaron a algunos pobladores “sin luz y sin agua”. En la misma Villa Escuela se ejecutó un proyecto adjudicado bajo licitación pública que consistió en la instalación de paneles fotovoltaicos en los techos de 324 viviendas para autoconsumo y venta de excedentes bajo la Ley Netbilling 21.118 (Sunbelt, s.f.). En relación a esto, también se puede mencionar que el Ministerio de Energía (2019) cifra en un número menor a 50 las viviendas sin acceso a electricidad en la comuna.

Otra situación se originó por el proyecto de viviendas sociales que oficializó el alcalde Joaquín Lavín. Este proyecto contempla la construcción de 4 torres, además de un parque, zonas para el deporte y la recreación y áreas verdes en un terreno de 4



hectáreas (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2020). La polémica se generó por la reacción negativa de varios vecinos que presentaron inquietudes debido a la futura congestión y sobrepoblación que se produciría en el sector (CNN Chile, 2020).

Otro segmento de la población que se encuentra en una situación de vulnerabilidad, son los adultos mayores. El último Censo reveló que un 15,6% de la población tiene 65 años o más (casi 14 mil se encuentran sobre los 80 años) (INE, 2017). Gran parte de esta población se encuentra en un continuo riesgo y muchas veces en situación de discapacidad, fragilidad o abandono, lo que incluso ha llevado a la municipalidad a dar subsidios directos a esta población (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2012).

En el ámbito cultural, Las Condes cuenta con un Teatro Municipal y la Corporación Cultural de Las Condes, conformada por el Centro Cultural, el Museo de Santa Rosa de Apoquindo, el Parque Los Dominicos y el Museo Interactivo Las Condes (Corporación Cultural Las Condes, 2019).

2.1.5 Ámbito económico-productivo

Según el Ministerio de Desarrollo Social y Familia, al año 2015 los hogares de Las Condes tenían un ingreso promedio de \$2.918.800 (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2015). Por otra parte, el Censo de 2017, revela un promedio de 2,7 personas por hogar en la comuna, lo que indicaría un aproximado de \$1.081.037 per cápita.

Las Condes cuenta con barrios residenciales con una alta calidad de vida y buen acceso a bienes y servicios, presentando una gran cantidad de centros comerciales y de actividades financieras, convirtiéndose en el centro de actividades de servicios del sector oriente de Santiago (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2017). Esto se traduce a que el sector terciario concentra casi la totalidad (93%) de los empleos. En este sector los rubros con mayor número de empresas son las que desarrollan actividades financieras y de seguros, seguido por el comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas. Seguido por el sector secundario (5%) con rubros como la industria manufacturera y, por último, el sector primario (2%) con la explotación de minas y canteras, además de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (BCN, 2020). En cuanto a esto los sectores primario y secundario se dedican a la producción de bienes materiales y la existencia del sector terciario permite clasificar todas las actividades económicas que permiten aumentar el bienestar de los consumidores a través de los servicios, es decir, mediante la producción de bienes inmateriales. Es también destacable que, según las últimas estadísticas sobre el número de trabajadores de acuerdo al tamaño de la empresa (año 2018), más del 80% de los trabajadores ejercen en empresas grandes, un 10% en empresas medianas, 7% en pequeñas y apenas un 1,5% en microempresas (BCN, 2020).



2.1.6 Ámbito ambiental

El clima de la Región Metropolitana corresponde al tipo mediterráneo, con una marcada estación seca larga y un invierno con temperaturas bajas que concentra la mayor parte de las precipitaciones anuales. La temperatura media anual es de 13,9°C, el mes más cálido corresponde al mes de enero, alcanzando una temperatura de 22.1°C, y el mes más frío corresponde al mes de julio con 7,7°C. En cuanto a las precipitaciones el promedio anual es de 356,2 mm. El nivel de las precipitaciones decrece desde la Cordillera de la Costa (en el límite poniente de la región) hacia la depresión intermedia (donde se concentra la mayor parte del área metropolitana) para luego volver a aumentar con la altitud hacia la Cordillera de los Andes (BCN, s.f.). Es en esta última área, entre las zonas altas del valle y la precordillera, donde se encuentra la comuna de Las Condes.

A pesar de encontrarse en esta zona de transición, el terreno es en general plano, presentando algunos cerros como el San Ramón, Lagunas y de la Provincia que marcan el límite de la comuna, además de otros cerros como el Apoquindo, San Luis y Calán que marcan hitos dentro del límite urbano y muchas veces delimitan o caracterizan distintos barrios de la comuna (**Figura 3**) (Ilustre Municipalidad de Las Condes, s.f.). En la comuna existen 3 áreas protegidas privadas, pertenecientes a la Asociación Parque Cordillera; el Parque Natural San Carlos de Apoquindo, Parque Nacional La Plaza y parte del Parque Natural Aguas de Ramón (compartido con la comuna de La Reina).

Los principales cursos de agua en la comuna son los que conforman los límites con otras comunas, estos son: el río Mapocho y los canales Las Perdices y San Carlos.

También existen pequeños esteros que recorren las quebradas de la precordillera.

En cuanto a la gestión ambiental de la comuna, en el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO 2018-2021) se afirma que Las Condes cuenta con una población “de mayor cultura y educación, lo que implica una mayor conciencia de la importancia del medio ambiente en la vida diaria de las personas y de la necesidad de su





protección” (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2017, p. 28) y establece como su objetivo general el lograr una “comuna con mejores estándares ambientales tales como: superficie (m²) de áreas verdes y arbolado per cápita, preservación de áreas naturales, instalación de puntos limpios y verdes, mejorar la utilización de recursos naturales como agua, aire, suelo, etc.” (p. 28).

De acuerdo con el Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (s.f.), la comuna cuenta con una superficie de 4,87 m² de áreas verdes públicas por habitante, teniendo una alta brecha respecto al estándar nacional de 10 m² por habitante utilizado por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (Centro de Políticas Públicas UC, 2017).

Uno de los desafíos planteados en este PLADECO es la reducción del volumen de residuos sólidos domiciliarios (RSD), siendo la producción per cápita de la comuna 0,98 kg por habitante al día (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2020). Para esto se han instalado diversos puntos

limpios y verdes dentro de la comuna, además de ejecutar varias campañas de retiro de cachureos y capacitaciones y talleres enfocados especialmente en escolares y adultos mayores (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2020).

La Municipalidad de Las Condes usa el agua para el riego de plazas, parques y áreas verdes en general, también para la limpieza de calles y paseos y para algunas fuentes. Actualmente, la Municipalidad declara compromisos con el fin de reducir el riego y lavado de calles, aumentar los árboles nativos y automatizar el 100% del riego de plazas y áreas verdes, entre otras acciones (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2020). Según la Municipalidad (2020), para el riego de plazas y áreas verdes se utiliza agua potable, para el riego de los grandes parques (Araucano, Juan Pablo II y Santa Rosa) el agua proviene de pozos y canales, mientras que para el riego de árboles ubicados frente a sitios eriazos y la limpieza de calles, se utiliza agua de vertiente acumulada en estanques.

2.2 Actores de la comuna

Existen diversos actores que pueden tener un rol clave en el desarrollo de proyectos energéticos a nivel local. Se identificaron los siguientes actores considerados clave por sector, donde se describe su rol, posición, grado de interés e influencia.

a) Sector público

Dentro de las principales instituciones públicas con incidencia en el territorio y en el ámbito energético se pueden mencionar aquellas presentadas en la **Tabla 1**.

Nombre	Rol/Posición	Interés/Influencia	Área de incidencia
Ilustre Municipalidad de Las Condes	El municipio es la entidad responsable de la elaboración y posterior implementación de la EEL y su plan de acción energético. La unidad a cargo es Secretaría Comunal de Planificación, la cual es apoyada otras unidades municipales.	Fortalecer su rol y gestión en temáticas energéticas, impulsando el desarrollo económico, social y cultural de los habitantes de la comuna.	Comunal
SEREMI Energía RM	La SEREMI de Energía, como órgano representante del Ministerio a nivel local, constituye un apoyo crucial en el proceso de elaboración de la EEL, el cual dentro de sus programas de acción considera la promoción de la eficiencia y educación energética, así como el ordenamiento territorial para proyectos de energía.	Velar por la correcta implementación de los planes y programas impulsados por el Ministerio de Energía en la comuna. La EEL es una oportunidad para establecer un vínculo con el territorio desde el gobierno local.	Regional
Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE)	Las ASE es la institución responsable de coordinar y gestionar el Programa Comuna Energética, así como realizar seguimiento y aprobar las Estrategias Energéticas Locales. Su posición es favorable hacia la ejecución de Estrategias Energéticas, ya que implica aumentar los proyectos energéticos que pueden apoyar al desarrollo del sector energético en el país.	Aumentar las comunas que se incorporan en el Programa Comuna Energética (CE), que poseen un Estrategia Energética Local y que siguen el proceso del Sello CE.	Regional
SEREMI del Medio Ambiente RM	La SEREMI diseña y aplica las políticas, planes y programas en materia ambiental y cambio climático, así como en la protección y conservación de recursos naturales, promoviendo el desarrollo sustentable en coordinación con las diferentes autoridades y organismos sectoriales.	Apoya el desarrollo de proyectos que contribuyan al mejoramiento de las condiciones medioambientales y sociales de la comuna, así como las iniciativas que buscan mitigar los efectos del cambio climático.	Regional
Corporación de Fomento Productivo - CORFO	Organismo independiente que busca mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país, a través del fomento a la inversión, la innovación y el emprendimiento. Su posición es favorable a proyectos energéticos que se orienten a la innovación y desarrollo.	Apoyar proyectos e iniciativas que impulsen el I+D+i, promovidos por emprendimientos e instituciones de la comuna.	Nacional

Nombre	Rol/Posición	Interés/Influencia	Área de incidencia
Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE)	La SUBDERE contribuye al desarrollo de la región y sus comunas, fomentando el proceso de descentralización en el país, promoviendo la autonomía y suficiencia de los gobiernos regionales y comunales. Su posición es favorable hacia la EEL ya que fomenta la planificación energética, desde el territorio, impulsando el desarrollo local.	Colaborar y dar a conocer los programas y recursos con que cuenta la institución para impulsar proyectos energéticos en las comunas.	Regional
Corporación de Educación y Salud de Las Condes	Esta institución es una corporación de derecho privado cuyo principal es administrar y operar los servicios de educación y salud de la Municipalidad de Las Condes. Se encuentra a cargo de colegios municipales, jardines infantiles, centros de apoyo educativo, CESFAM, SAPU, y mini consultorios.	Las instituciones que administran se configuran como posibles impulsores/beneficiarios de diversas iniciativas energéticas que se integren en el plan de acción de la EEL.	Comunal

Tabla 1. Actores clave del sector público.
Fuente: Elaboración propia.

b) Sector social

Los actores sociales de mayor relevancia en el territorio corresponden a las Juntas de Vecinos y organizaciones funcionales. Las Condes posee 25 unidades vecinales, 60 juntas de vecinos vigentes y 341 organizaciones comunitarias funcionales (Ilustre Municipalidad de Las Condes, 2021).

Nombre	Rol/Posición	Interés/Influencia	Área de incidencia
Juntas de vecinos	Organizaciones territoriales que representan a los vecinos y vecinas ante las autoridades para promover y ejecutar iniciativas que benefician a sus socios. Actualmente existen 60 juntas de vecinos vigentes en la comuna, las cuales son representadas por la Unión Comunal de Juntas de Vecinos.	Relevar las necesidades energéticas a nivel local, desde los vecinos y vecinas. Impulsores y beneficiarios de iniciativas energéticas que se integren al plan de acción de la EEL	Comunal
Consejo Comunal de Organizaciones de la Sociedad Civil (COSOC)	Este organismo tiene el fin de asesorar a la Municipalidad en el proceso de asegurar la participación de la comunidad local en el desarrollo económico, social y cultural de la comuna. Se compone de organizaciones sociales territoriales, funcionales, O.N.G., asociaciones gremiales, entre otras organizaciones de interés público y sin fines de lucro.	Velar por el cumplimiento de los compromisos y procesos en términos de participación ciudadana desde el municipio, y en particular durante la elaboración de la EEL y la implementación del plan de acción energético.	Municipal

Nombre	Rol/Posición	Interés/Influencia	Área de incidencia
Organizaciones deportivas	Promueven el desarrollo y la práctica de diversos deportes. En la comuna existen clubes deportivos de diversas envergaduras, tales como el Club Palestino, Federación de Tenis, Stade Français, Estadio Español, entre otros. Son importantes consumidores energéticos.	Participar de las actividades de la EEL y exponer sus intereses respecto a Impulsar acciones energéticas en torno a la infraestructura deportiva.	Comunal
Organizaciones medioambientales	Organizaciones que estudian, monitorean o establecen acciones para la protección del medioambiente. Su posición es favorable a la EEL, dado que las iniciativas energéticas que se promueven son sustentables y buscan disminuir la huella de carbono municipal. En la comuna se pueden mencionar: Asociación Parque Cordillera, Fundación Sendero de Chile, Fundación Kennedy.	Exponer la visión de sus miembros respecto al desarrollo y cuidado medioambiental de la comuna. Incidir en la construcción y ejecución de las líneas de acción en materias ambientales	Comunal
Clubes de adultos mayores	Organizaciones que agrupan personas mayores, con el fin de compartir intereses e impulsar el desarrollo de sus miembros. En la comuna se encuentran 145 clubes de adultos mayores, los que se agrupan en la Unión Comunal de adultos mayores.	Relevar las necesidades energéticas de los adultos mayores. Impulsores y beneficiarios de iniciativas energéticas que se integren al plan de acción de la EEL.	Comunal

Tabla 2. Actores clave del sector social.

Fuente: Elaboración propia.

b) Sector privado

Las Condes es la segunda comuna a nivel regional que posee la mayor cantidad de empresas, con un 12,5% después de Santiago, concentrándose principalmente en el sector Comercio. Para efectos del presente estudio se han identificado los siguientes actores privados (**Tabla 3**), sin embargo, este listado no es excluyente a otras instituciones que puedan considerarse en el proceso de elaboración de la EEL.

Nombre	Rol/Posición	Interés/Influencia	Área de incidencia
Corporación Cultural Las Condes	Institución que entrega a la comunidad una propuesta cultural completa. Posee 4 espacios físicos importantes; el Centro Cultural de Las Condes, Santa Rosa de Apoquindo, Los Dominicos y el Museo Interactivo Las Condes. Son importantes consumidores energéticos.	Exponer la visión de sus miembros respecto las necesidades energéticas de la institución. Impulsores y beneficiarios de iniciativas energéticas que se integren al plan de acción de la EEL.	Comunal

Nombre	Rol/Posición	Interés/Influencia	Área de incidencia
ENEL distribución	Empresa dedicada al servicio público de distribución de energía eléctrica, que atiende a clientes de energía convencional regulados y libres. Presta una importante gama de servicios asociados al suministro eléctrico, tales como empalmes, arriendo y suministro de equipos, mantenimiento y construcción de líneas, entre otros. Posee información de consumo eléctrico de la comuna e información técnica de las redes de distribución.	Influir sobre la EEL de manera que se puedan proteger los intereses corporativos, mantener procesos de implementación de pequeños medios de generación distribuida y generar un marco de entendimiento con las vecinas y vecinos.	Nacional
Empresas de movilidad eléctrica	Empresas que impulsan diversos medios de movilización eléctrica, y sus servicios complementarios como cargadores eléctricos. En la comuna se encuentran: Tandem, Lime, Awto, Engie, ENEL X. Promueven la movilidad sostenible (uno de los componentes del Sello CE).	Desarrollar su actividad económica en forma alineada con la EEL, entendiéndola como herramienta que colabora para impulsar su negocio energético.	Nacional
Empresas comercializadoras de combustibles	Empresas que se dedican a la venta de combustibles (GLP, gas natural, diésel, gasolina), a nivel residencial, comercial e industrial. Poseen información de consumos de combustibles. En la comuna se presentan las siguientes empresas: COPEC, Shell, Petrobras, Lipigas, Metrogas, Abastible, GASCO.	Desarrollar su actividad económica en forma alineada con la EEL, entendiéndola como herramienta que colabora para impulsar su negocio energético.	Nacional
Instituciones académicas de educación superior	Universidades e institutos técnicos profesionales que desarrollan educación e investigación en diferentes áreas del conocimiento. Poseen una posición favorable a Favorable a proyectos energéticos que permitan mejorar la calidad de la enseñanza. Son importantes consumidores energéticos.	Ser impulsores de proyectos de generación, eficiencia energética u otro tipo para mejora en el desarrollo de sus actividades institucionales y su responsabilidad pública institucional.	Nacional
Gremios de Comercio	Asociaciones gremiales que promueven el desarrollo y protección de la actividad comercial de sus socios. En la comuna se pueden mencionar: Cámara Chileno-Suiza de Comercio A.G., Cámara Chilena de Centros Comerciales.	Desarrollar su actividad económica en forma alineada con la EEL, entendiéndola como herramienta que colabora para dar soluciones energéticas en el rubro. Disminuir costos de operación. Colaborar en proyectos que puedan involucrar el área de responsabilidad social empresarial.	Nacional
Grandes consumidores energéticos	Otras empresas que se constituyen como importantes consumidores energéticos a nivel comunal, tales como centros comerciales (Alto Las Condes, Mallplaza Los Dominicos, Parque Arauco, entre otros) y clínicas de salud privadas (Clínica Alemana, Las Condes, otras).	Desarrollar su actividad económica en forma alineada con la EEL, entendiéndola como herramienta que colabora para dar soluciones energéticas en la empresa. Disminuir costos de operación. Colaborar en proyectos que puedan involucrar el área de responsabilidad social empresarial.	Comunal

Tabla 3. Actores clave del sector privado.

Fuente: Elaboración propia.

d) Mapa de actores

Según el análisis de los actores clave identificados para la comuna, en la **Figura 4** se presenta un mapa de actores y su posición respecto a la relación que poseen dentro del proceso de elaboración de la Estrategia Energética de Las Condes.

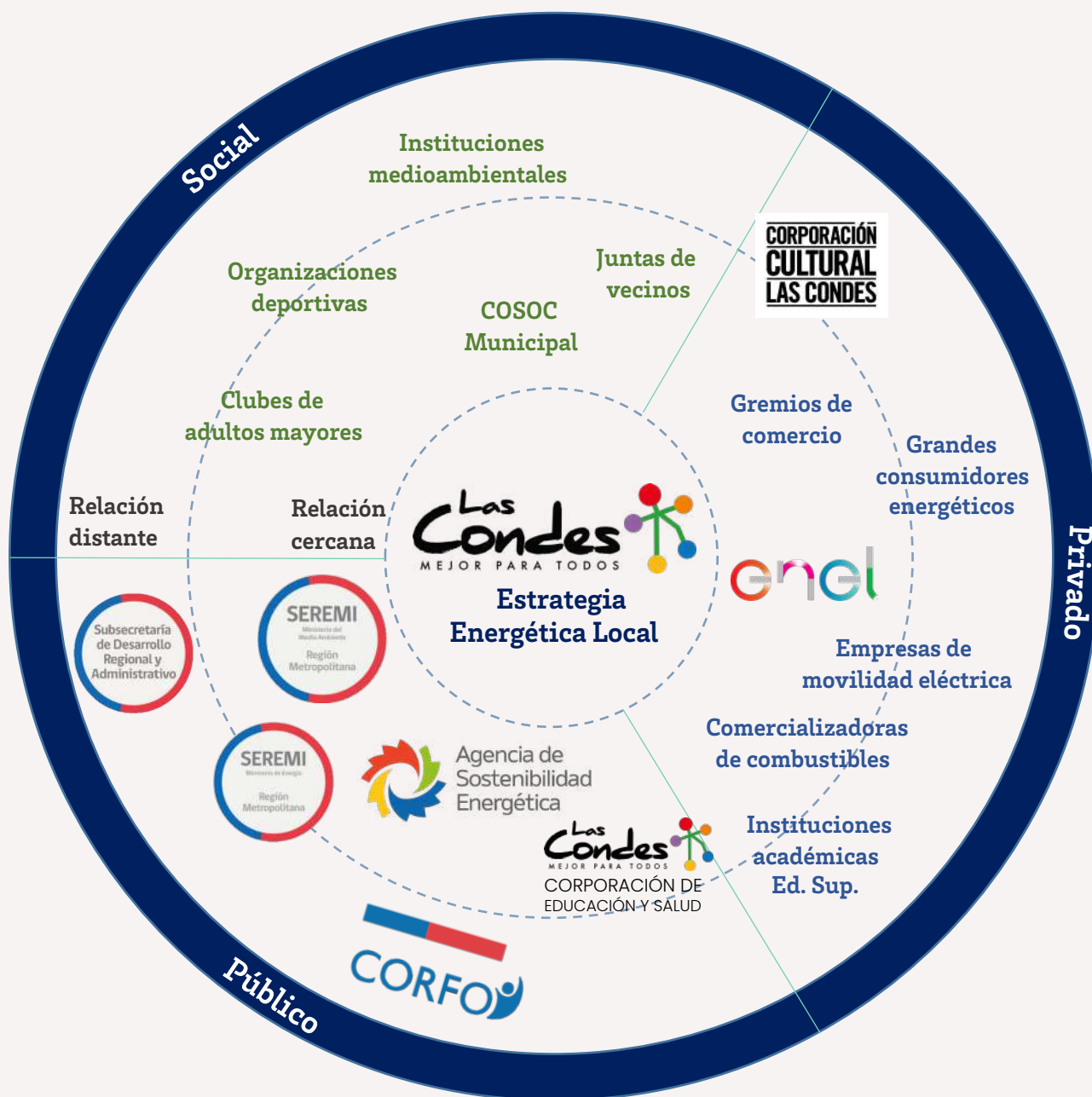


Figura 4. Mapa de actores clave para la elaboración de la EEL de Las Condes.

Fuente: Elaboración propia.



3. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA LOCAL

Para la realización del diagnóstico de la gestión energética de la comuna se utiliza la Herramienta de Evaluación del Sello Comuna Energética, instrumento que forma parte del programa Comuna Energética y que permite evaluar, respecto a criterios establecidos en base a 6 categorías, los avances en medidas de gestión energética local de las comunas.

En la **Figura 5**, se muestran las 6 categorías de trabajo del Sello y en las subsecciones de a continuación, se presentan los avances de las comunas a la fecha, para organizar de manera diagnóstica las iniciativas que se encuentran realizadas y en ejecución.



Figura 5. Categorías de trabajo del Sello Comuna Energética.
Fuente: Agencia de Sostenibilidad Energética (2021).

3.1 Planificación energética

Actualmente, la Municipalidad cuenta con variados proyectos que tienen una componente de ahorro energético y generación de energías renovables. Estos proyectos son gestionados por Direcciones en particular, Direcciones en trabajo conjunto –buscando así una gestión y ejecución integral según los desafíos del proyecto–, como también mediante la integración de actores externos como lo son las Juntas de Vecinos, sin embargo, se encuentran con la necesidad de tener una hoja de ruta a nivel estratégico a corto, mediano y largo plazo, que es lo que se espera conseguir con la elaboración de la EEL.

En lo que respecta a la conservación de áreas verdes, la Comuna tiene una estrategia clara a través del compromiso permanente de la extensión de estas y la unión entre ellas, generando así una red de corredores ecológicos llamados “Ruta Verde”. Esta ruta contempla la conectividad mediante ciclovías y rutas peatonales, logrando implementar recorridos por distintos ecosistemas dentro de la ciudad, fomentando la movilidad sostenible. Cada proyecto en esta línea tiene como exigencia que toda área verde mantenga un bajo consumo hídrico en su mantención y se realice bajo iluminación eficiente.



3.2 Eficiencia energética en la infraestructura

La Municipalidad de las Condes se encuentra en el desarrollo de una Auditoría Energética del Edificio Centro Cívico, siendo este el edificio que tiene mayor consumo energético. Se analizarán los usos finales de la energía y generarán propuestas que permitan aprovechar las potencialidades detectadas en eficiencia energética y energías renovables. Además, a partir de esto se elaborará un plan de seguimiento en conjunto con los administradores del edificio para realizar una gestión energética de mejora continua.



En cuanto al alumbrado público de la comuna, Las Condes ha alcanzado el recambio del 93% del parque lumínico a iluminación LED, lo que equivale a más de 40 mil nuevas luminarias ahorrando un 48% anual de energía eléctrica. El restante 7% corresponde principalmente a iluminación ornamental, sin embargo, su recambio ya se encuentra en proyecto. En adición a lo anterior, Las Condes ha realizado proyectos que buscan mejorar aún más la eficiencia lumínica a través de la instalación de 19.000 sensores y también a través de la programación de 17.000 luminarias, permitiendo así el encendido e intensidad de iluminación adecuado según condiciones ambientales y tráfico del lugar.

3.3 Energías renovables y generación local

En primer lugar, licitó durante el año 2021 la migración a cliente libre de los 3 edificios municipales que presentan mayor consumo energético y además la luminaria pública. Los edificios son: Centro Cívico, Edificio Consistorial y Club de Tenis El Alba. Para el caso de la iluminación pública, se contemplan 2.200 empalmes. La migración a cliente libre es un proyecto muy importante por el ahorro económico, debido a que son en total 19,2 GWh consumidos al año con una potencia 7,05 MW, pero además es un proyecto de gran impacto ambiental, porque la Municipalidad consideró en su licitación que el 100% de la energía debía provenir de fuentes renovables. El proyecto fue licitado, adjudicado y hoy se encuentra implementado. El ID de la licitación en mercado público es la 2560-14-LR21 y el decreto corresponde al número 3612 con fecha 24 de agosto de 2021.

En segundo lugar, se contribuyó a la generación de energía eléctrica mediante la implementación de paneles fotovoltaicos en las techumbres de las 324 viviendas sociales de Villa la Escuela. Esto permitirá el autoconsumo y la inyección de los excedentes a la red de generación, creando un impacto económico positivo en la cuenta eléctrica de cada una de estas familias.



3.4 Organización y finanzas

La gestión del estudio de los consumos energéticos municipales ha permitido reconocer potenciales proyectos de eficiencia y ahorro, tales como la revisión de los consumos de los edificios municipales, detectando aquellos que cumplen con los requisitos para ser clientes libres. Dicha iniciativa, como ya se mencionó, se encuentra hoy en etapa de licitación. A su vez, se han encargado auditorías energéticas, como la mencionada sobre el edificio Centro Cívico, para conocer su potencial de eficiencia energética y de energías renovables, y para mejorar el mantenimiento de las instalaciones, capacitando al equipo municipal responsable. Adicionalmente, la Municipalidad se encuentra empeñada en entregar a la comunidad la posibilidad de desplazarse mediante movilidad sostenible, como es el caso de la electromovilidad, en base a esto existe una serie de

iniciativas que se encuentran disponibles en la comuna y que se profundizan en el apartado 3.6 Movilidad Sostenible.

Además de lo mencionado, y en línea con el trabajo sobre los establecimientos educacionales, la Municipalidad ha tenido un rol activo generando variados proyectos que se encuentran en ejecución o que ya han sido ejecutados, como los que se mencionan a continuación:

- Recambio de iluminación en 8 colegios municipales.
- Recambio de iluminación en 9 consultorios de la comuna.
- Instalación de planta fotovoltaica en Liceo Municipal Simón Bolívar y Colegio Rafael Sotomayor.
- Construcción de nuevo colegio municipal 2023, que contará con certificación LEED.

3.5 Sensibilidad y cooperación

La Municipalidad apoya la sensibilización y cooperación en materia energética y lo demuestra en la ejecución de los talleres participativos, que permitieron elaborar la Estrategia Energética Local, donde además adquieren importantes compromisos en esta materia para lograr los objetivos y metas declaradas.



3.4 Movilidad sostenible

La Municipalidad de Las Condes ha tenido un rol vanguardista dentro del país en la penetración de vehículos eléctricos en todas sus dimensiones y formas, permitiendo así reemplazar los vehículos a combustión y acercar los vehículos eléctricos a la gente. El plan en este ámbito considera:

- Micromovilidad, es decir, transporte a través de vehículos muy ligeros como patinetas eléctricas, monopatines eléctricos, entre otros, que puedan ser utilizados sin licencia de conducir. Esta iniciativa ha tenido un alto crecimiento en la comuna y hoy es una forma común de transportarse.
- Buses eléctricos: Es un transporte gratuito de pasajeros para la movilización de vecinos de la comuna de Las Condes y de personas que

circulen dentro de la comuna, así como de funcionarios de la Municipalidad o beneficiarios de los distintos programas implementados por esta. Este servicio se presta a través de 10 buses eléctricos, con sus respectivas baterías y sistemas de carga, de manera de facilitar la conexión con otros medios de transporte dentro de la comuna, permitiendo satisfacer las solicitudes de traslado realizadas por la comunidad o por la Municipalidad.





4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

4.1 Situación energética en la comuna

La comuna de Las Condes cuenta con **Enel Distribución** como única empresa distribuidora de energía eléctrica. A su vez, como proveedores de gas, podemos diferenciar los distribuidores de gas licuado, donde se encuentra: **Abastible S.A.**, **Gasco S.A.** y **Empresas Lipigas S.A.** y el proveedor de gas natural por cañería **Metrogas S.A.**, siendo este el distribuidor único.

Finalmente, los combustibles líquidos, que se dividen en petróleo, bencina y keroseno, son provistos por tres empresas a través de sus estaciones de servicio en la comuna: **COPEC** (Compañía de Petróleos de Chile S.A.), **Shell** (ENEX S.A.) y **Petrobras** (Esso Chile Petrolera Limitada).

ELECTRICIDAD	GAS LICUADO	GAS NATURAL	COMBUSTIBLES LÍQUIDOS
Enel Distribución	Abastible Gasco Lipigas	Metrogas	COPEC Shell Petrobras

Figura 6. Proveedores de energéticos.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 Oferta de energía eléctrica

a) Generación eléctrica

En cuanto a generación eléctrica, no existen plantas de generación de energía fósil y energía renovable (Comisión Nacional de Energía [CNE], 2020) en la comuna.

b) Transmisión eléctrica

Las 4 subestaciones (AT/MT) de la comuna son abastecidas por la subestación Los Almendros (AT/AT), que transforma el voltaje desde la línea Alfalfal – Los Almendros (220 kV) hasta un voltaje de 110 kV, que se transmite a través de la línea Los Almendros – El Salto hasta las subestaciones Apoquindo, Alonso de Córdova y Vitacura en dirección oeste, y a través de la línea Los Almendros – El Salto – Los Dominicos hacia la subestación Los Dominicos en dirección norte. En color naranja, en la **Figura 7**, se muestran las líneas de transmisión.

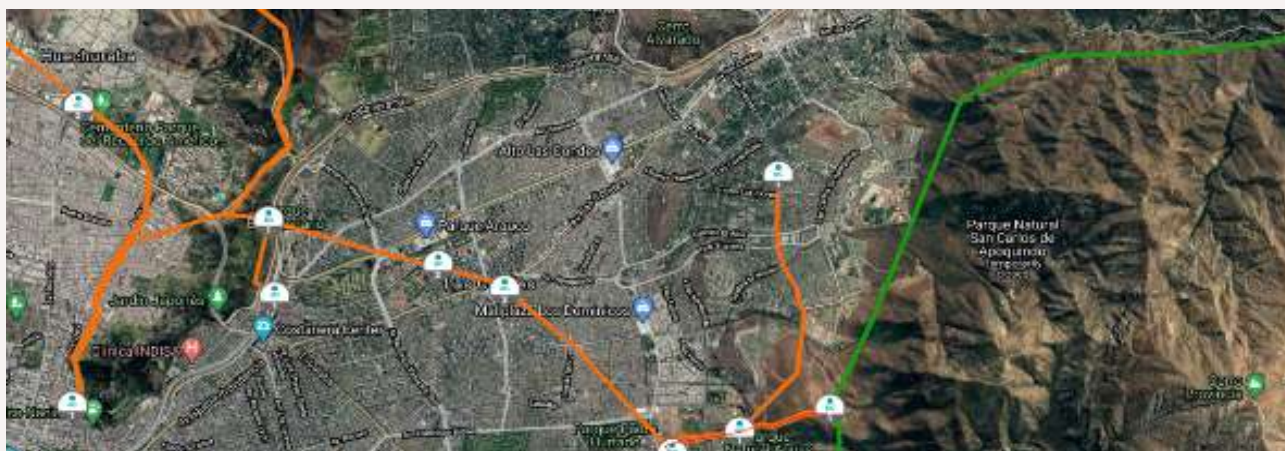


Figura 7. Líneas de transmisión.
Fuente: CNE (2020).

Para describir de manera exhaustiva los mecanismos de transmisión se identifican las subestaciones eléctricas que permiten el acceso a energía eléctrica en media tensión en la comuna.

De izquierda a derecha en la **Figura 8**, se muestran a través de viñetas blancas resaltadas por cuadrados rojos: subestación Vitacura (AT/MT), subestación Alonso de Córdova (AT/MT), subestación Apoquindo (AT/MT) y subestación Los Dominicos (AT/MT). A su vez, en la **Tabla 4** se presentan los detalles de cada subestación de la comuna.

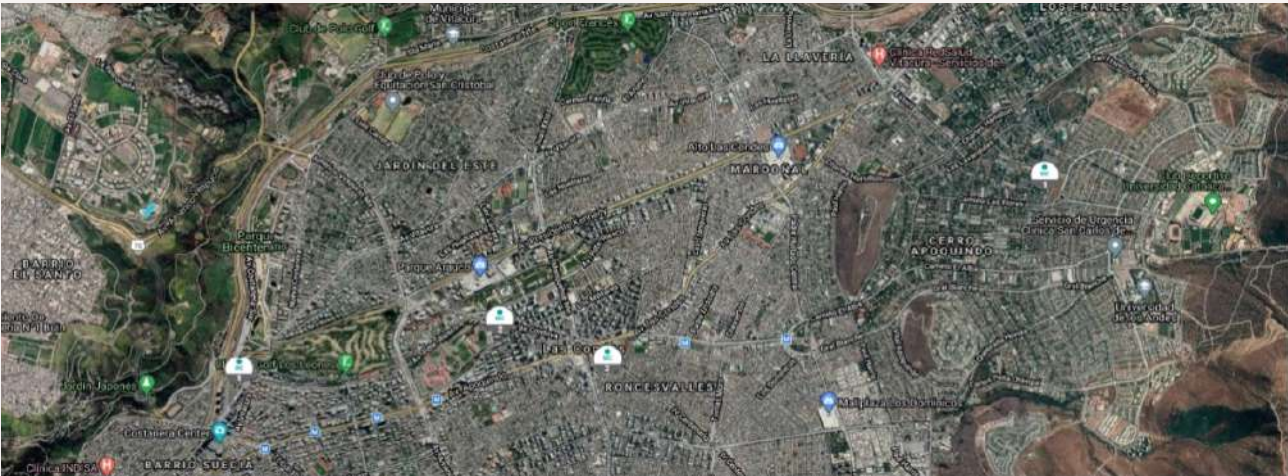


Figura 8. Ubicación de subestaciones en la comuna de Las Condes.
Fuente: CNE (2020).

ID	Nombre	N° transformadores	Potencia aparente [MVA]	Potencia aparente respaldo [MVA]	Potencia aparente total [MVA]
674	S/E ALONSO DE CORDOVA	4	150	20	170
677	S/E APOQUINDO	4	150	22,5	172,5
703	S/E LOS DOMINICOS	3	97,4	0	97,4
726	S/E VITACURA	4	200	0	200

Tabla 4. Listado de subestaciones comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia en base a CNE (2020).

c) Matriz energética

La matriz energética se compone principalmente de electricidad suministrada, combustibles gaseosos de uso residencial y combustibles líquidos: gasolina, diésel y kerosene.

En particular para el caso de la electricidad, la cual es provista únicamente por ENEL para la comuna, tiene una capacidad instalada que proviene de diversas fuentes, en la Figura 9 de muestra el detalle, donde se aprecia que predomina la generación hidroeléctrica y las centrales térmicas.

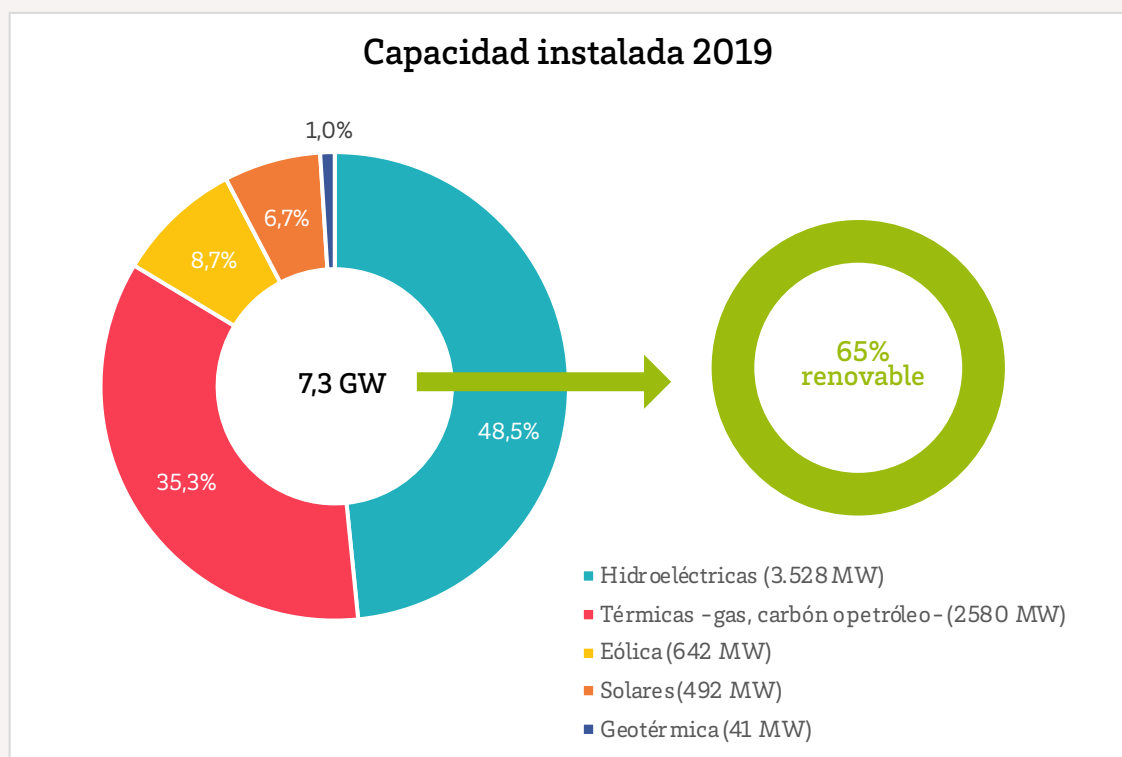


Figura 9. Capacidad instalada según fuente de generación.

Fuente: Memoria Enel Chile (2019).

4.1.2 Calidad del suministro

La calidad del suministro es la componente de la calidad de servicio que permite calificar el suministro entregado por los distintos agentes del sistema eléctrico y que se caracteriza, entre otras cosas, por la frecuencia, la extensión y la duración de las interrupciones de suministro. A partir de esta definición nace el indicador **SAIDI**, que es el tiempo promedio de interrupción de suministro de electricidad a clientes y que se calcula mediante la suma de cada interrupción multiplicada por los usuarios afectados, luego, el resultado se divide por el número de usuarios del sistema eléctrico o la concesionaria en un territorio determinado.

A su vez, las interrupciones pueden tener un origen distinto, identificándose 3 tipos:

- Interna (INT): Son aquellas interrupciones que ocurren en instalaciones de la empresa distribuidora y por causas NO atribuibles a Fuerza Mayor.
- Externa (EXT): Son aquellas interrupciones que ocurren en instalaciones que no son de la empresa distribuidora.
- Fuerza Mayor (FM): Son aquellas interrupciones que ocurren en instalaciones de la empresa distribuidora y por causas atribuibles a Fuerza Mayor.

Finalmente se calcula el SAIDI según su origen y, al sumar los tres, se obtiene el SAIDI total del sector o área en estudio. Para el caso particular del presente documento, se calcula el SAIDI comunal anual, el que se muestra en la **Figura 10**. En ella se ven indicadores de valores inferior a 6 horas, menos el año 2017 donde existió un SAIDI que se sale de la media, debido a una interrupción del servicio del tipo FM e INT durante el mes de julio que superó las 16 horas, aumentando con esto el SAIDI comunal anual de ese año.

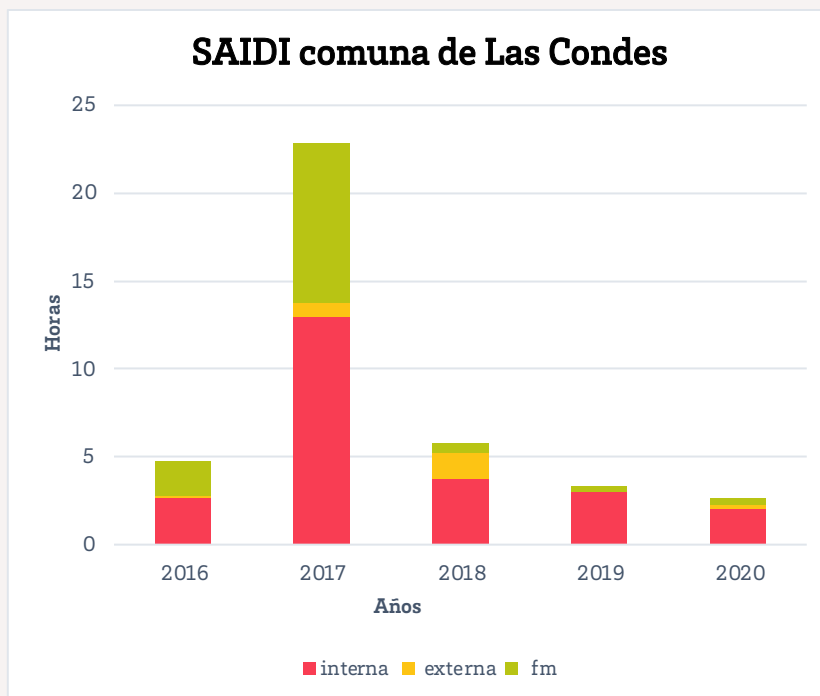


Figura 10. Gráfico del SAIDI de la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).



A su vez, se realiza la comparativa de las interrupciones del servicio eléctrico con la situación regional y nacional. Esta información se despliega en la **Figura 11** y se desprende de ella que, fuera del año 2017, el SAIDI de la comuna fue en promedio la mitad del SAIDI regional y un 33% del SAIDI país. Por lo tanto, la calidad del suministro de La Comuna es 2 veces mejor que la calidad del suministro promedio de la región metropolitana y 3 veces mejor que la calidad del suministro del promedio a nivel país.

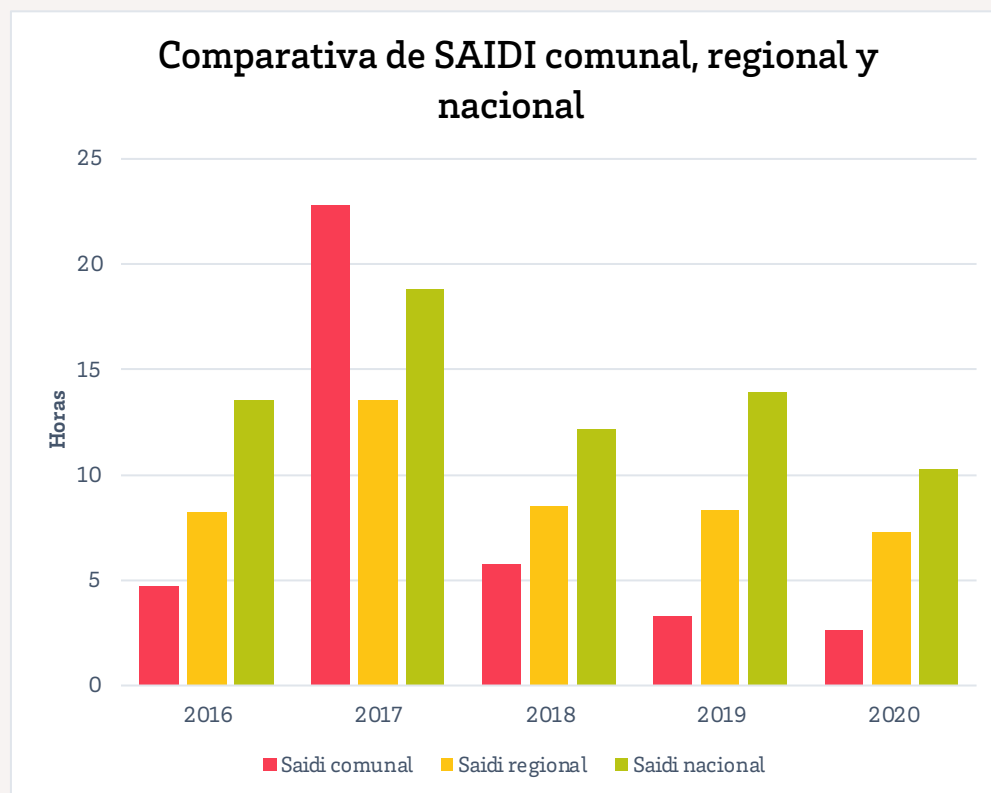


Figura 11. Gráfico de comparación del SAIDI de Las Condes, la RM y de Chile.
Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).

4.2 Energía eléctrica

La energía eléctrica consumida en la comuna de Las Condes se estudia en función de los últimos 5 años, desde el 2015 al 2019, y se consideran los consumos totales de todos los sectores (público, privado y residencial). La **Figura 12** muestra el gráfico con los datos obtenidos considerando a los clientes libres en el sector privado y la **Figura 13** no considera los retiros de energía de los clientes libres, es decir, solo clientes regulados.

Se concluye de los gráficos, que al considerar los clientes libres existe una baja variabilidad de los datos, es más, al calcular la desviación estándar, asciende a 56.139 MWh, pese a ser el 2019 el año de mayor consumo. En contraposición, al no considerar los clientes libres, se visualiza una importante baja de consumos, lo que indica que empresas privadas han pasado de ser regulados a clientes libres, pero en términos totales los consumos anuales eléctricos se mantienen casi sin fluctuaciones.

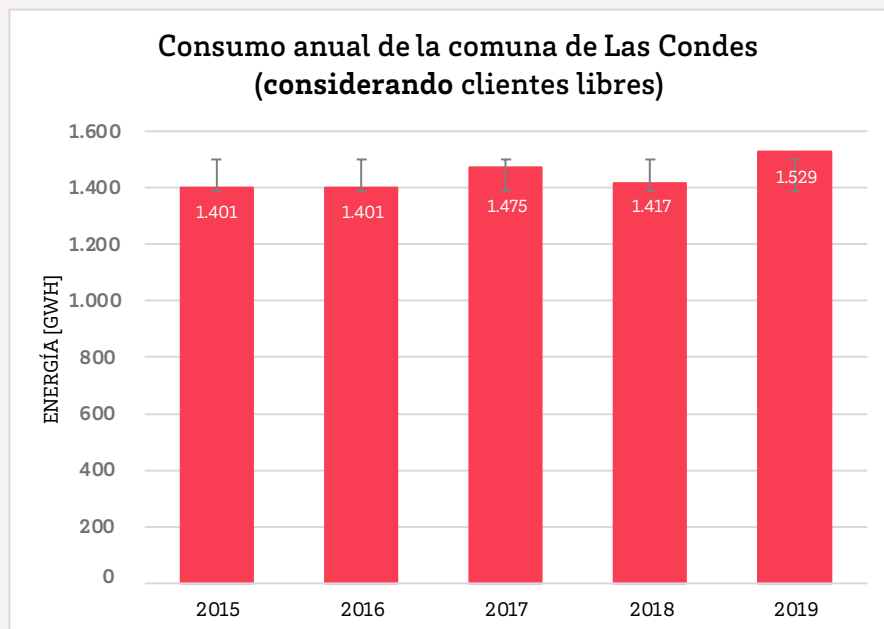


Figura 12. Gráfico de los consumos eléctricos anuales de Las Condes (considera clientes libres).

Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).

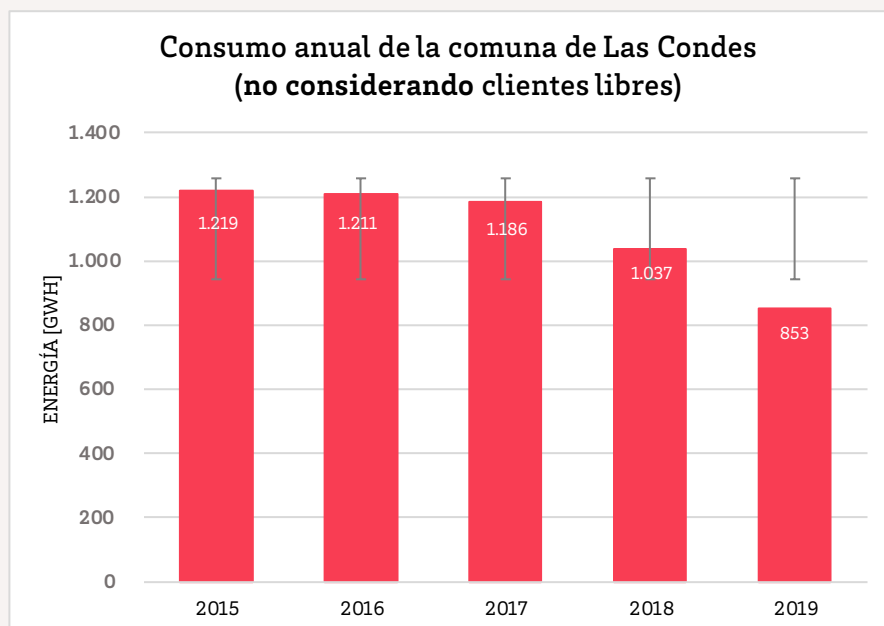


Figura 13. Gráfico de los consumos eléctricos anuales de Las Condes (NO considera clientes libres).

Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).

A su vez, se presentan los consumos eléctricos anuales de toda la Región Metropolitana (**Figura 14**), que al igual que los consumos de la comuna, muestran una baja variabilidad, lo que se demuestra con una desviación estándar de 420.751 MWh. Sin embargo, se visualiza una leve disminución en el último año en estudio respecto a su tendencia al alza entre los años anteriores.

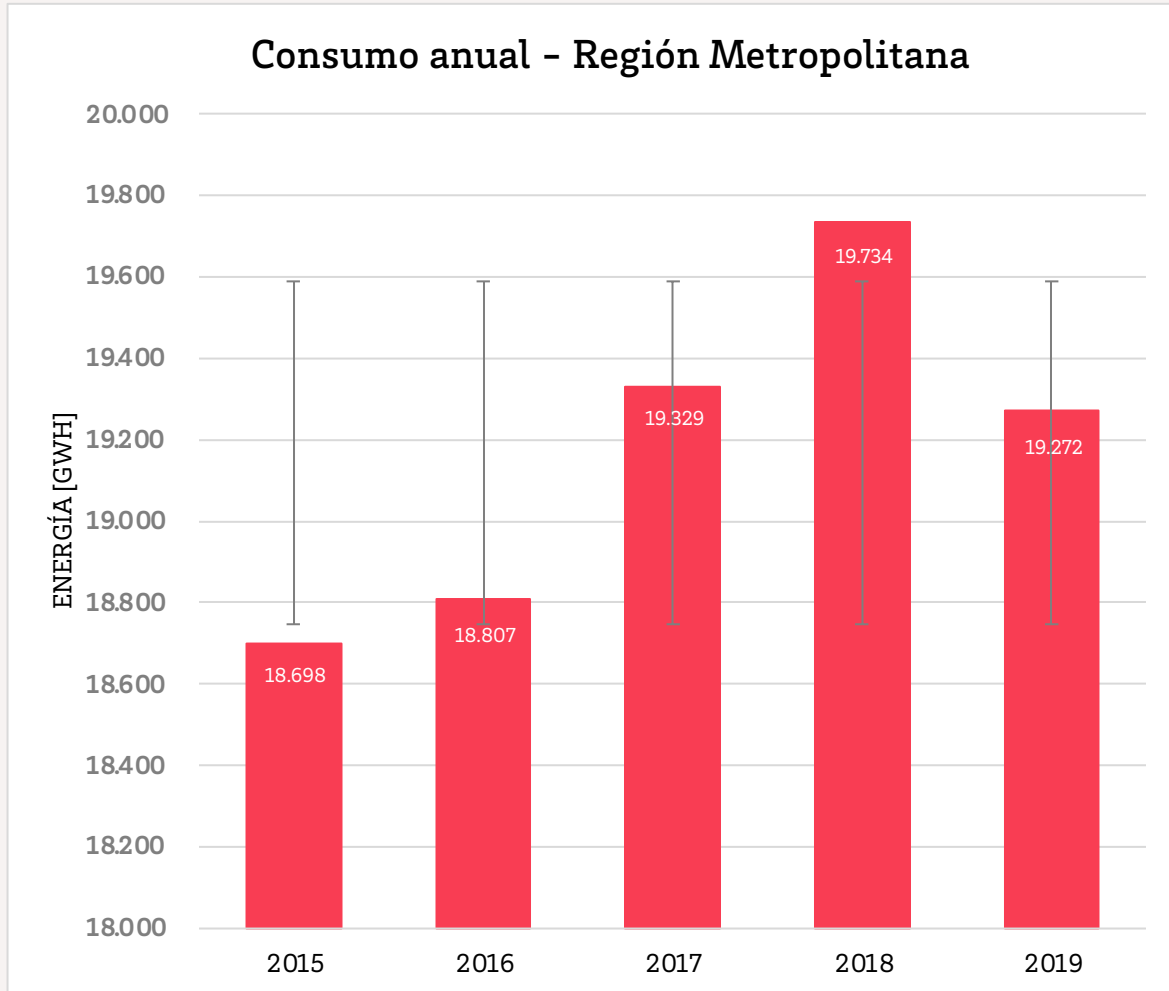


Figura 14. Gráfico del consumo eléctrico anuales de la Región Metropolitana.
Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).

4.2.1 Demanda eléctrica residencial

La demanda eléctrica residencial de la comuna ha ido cambiando durante los últimos años, logrando el menor valor el año 2019, que corresponde al último año en estudio, y su mayor valor durante el año 2017, lo que se grafica en la **Figura 15**.

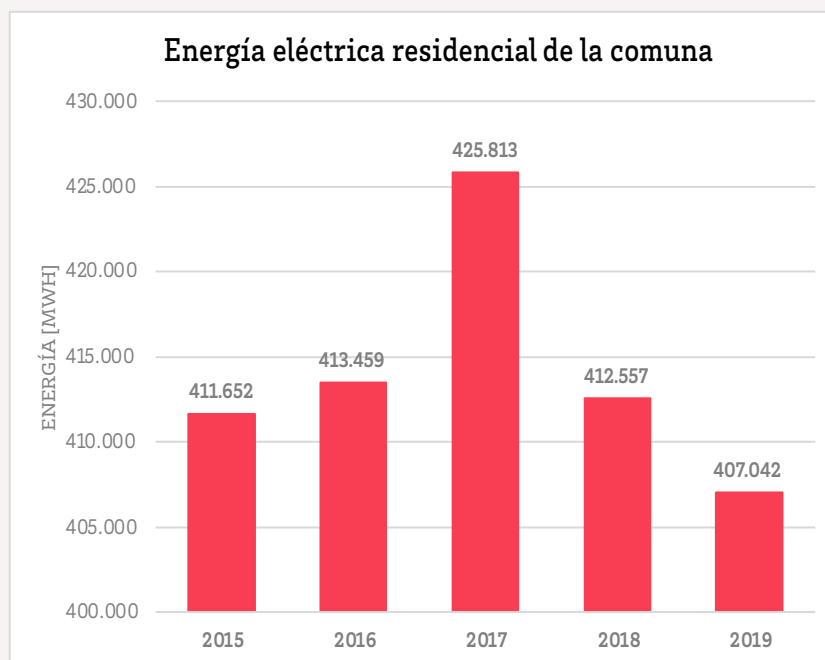


Figura 15. Gráfico de los consumos de energía eléctrica residencial de la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).

Según indica el último censo chileno del año 2017, la comuna de Las Condes posee los siguientes datos estadísticos:

Número de hogares	106.564
Población	294.838

A partir de esta información se obtiene la demanda per cápita y la demanda por vivienda calculada para el año 2017:

Consumo per cápita	1.444 kWh
Consumo por vivienda	3.996 kWh

De esta forma, Las Condes es la cuarta comuna con mayor consumo per cápita en el país (CNDU, 2019, 25 de abril).



4.2.2 Demanda eléctrica municipal

La demanda eléctrica municipal de la comuna se subdivide en dos grandes categorías, en primer lugar, la iluminación municipal vial y, en segundo, el consumo eléctrico de los edificios de oficinas, centros deportivos, centros comunitarios, centros cívicos, juntas de vecinos, entre otras instalaciones. En la **Figura 16** se muestra las proporciones de consumo de ambas categorías, donde claramente se visualiza el gran porcentaje de energía eléctrica que se utiliza para la iluminación vial de calles y plazas.

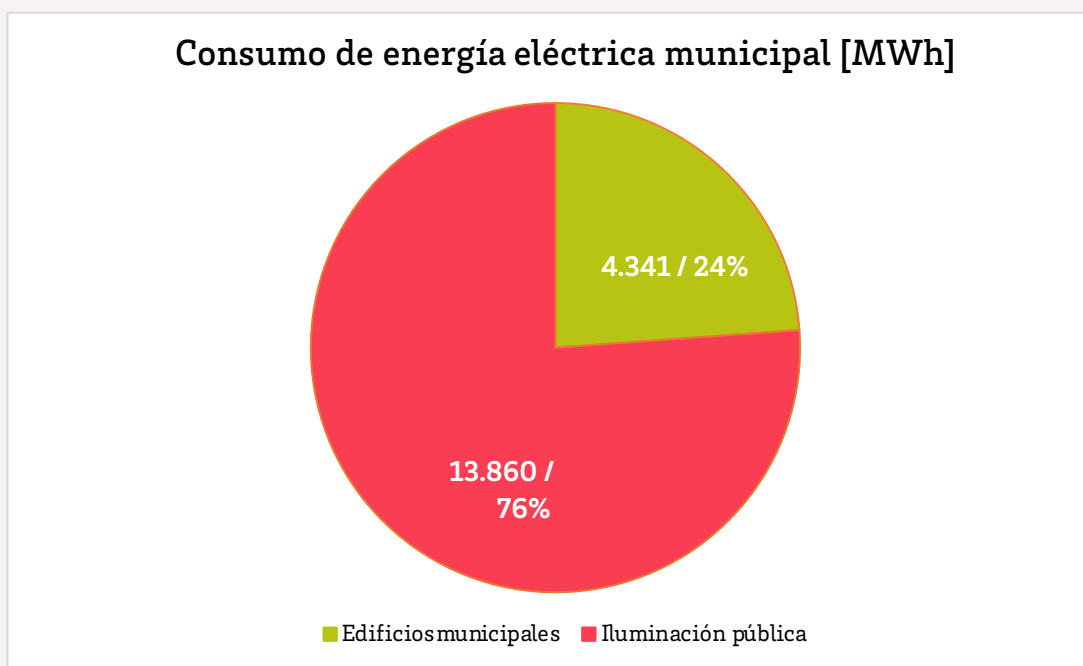


Figura 16. Consumos de energía eléctrica municipal.
Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).

4.2.3 Demanda eléctrica de privados

La energía eléctrica consumida por privados reúne industrias y también el sector comercial. Para esto se revisan los clientes libres y los clientes regulados. La información se muestra en el gráfico de la **Figura 17**, donde llama la atención cómo los clientes libres han ido aumentando al punto que el año 2019 superaron el consumo de los clientes regulados. Dentro de los principales consumos, se destacan los centros comerciales o malls y las clínicas. Según un estudio realizado por Gamma Ingenieros S.A. (diciembre, 2009) a distintos centros comerciales, estos tuvieron un consumo de energía eléctrica que ascendió a 33.715 MWh mensuales. Este consumo se concentra principalmente en aire acondicionado e iluminación, con un 87% del consumo total. Por otra parte, la energía eléctrica provee el 99% del total, siendo el 1% restante combustibles (principalmente gas natural).

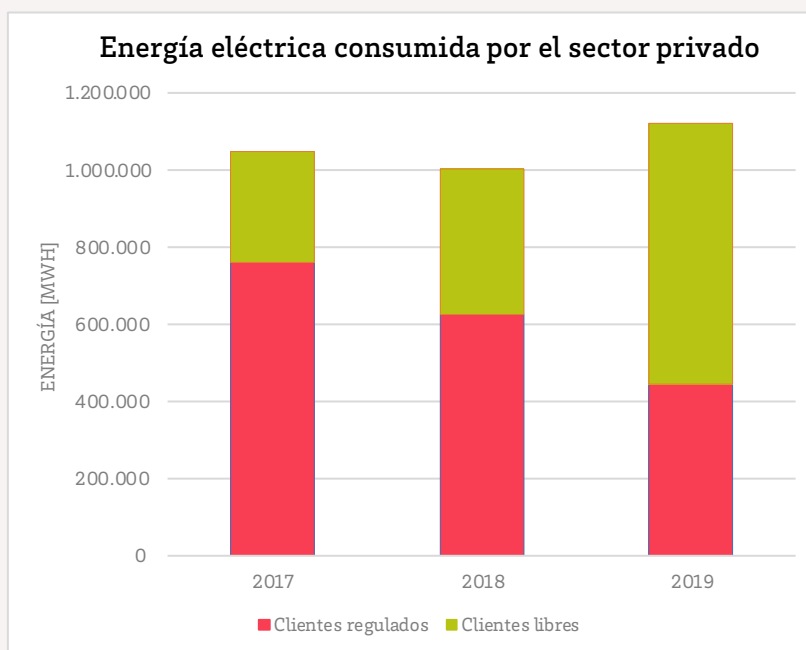


Figura 17. Gráfico de la energía eléctrica consumida por el sector privado.

Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).

4.2.4 Demanda eléctrica total

En la **Figura 18** se muestra la energía eléctrica total consumida por la comuna de Las Condes desagregada por sector para los años 2017, 2018 y 2019. En ella se visualiza un consumo eléctrico en leve aumento debido al consumo del sector privado. En complemento, en la **Figura 19** se muestra un gráfico circular de la demanda eléctrica total comunal del año 2019.

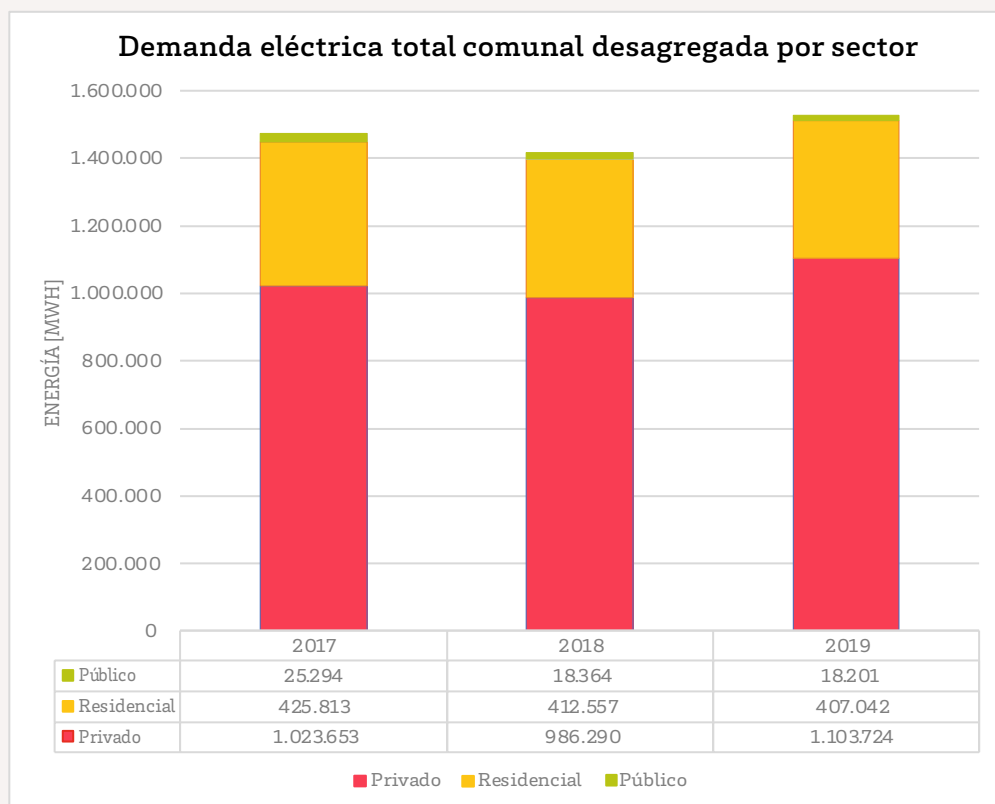


Figura 18. Gráfico de la demanda eléctrica total comunal desagregada por sector.
Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).

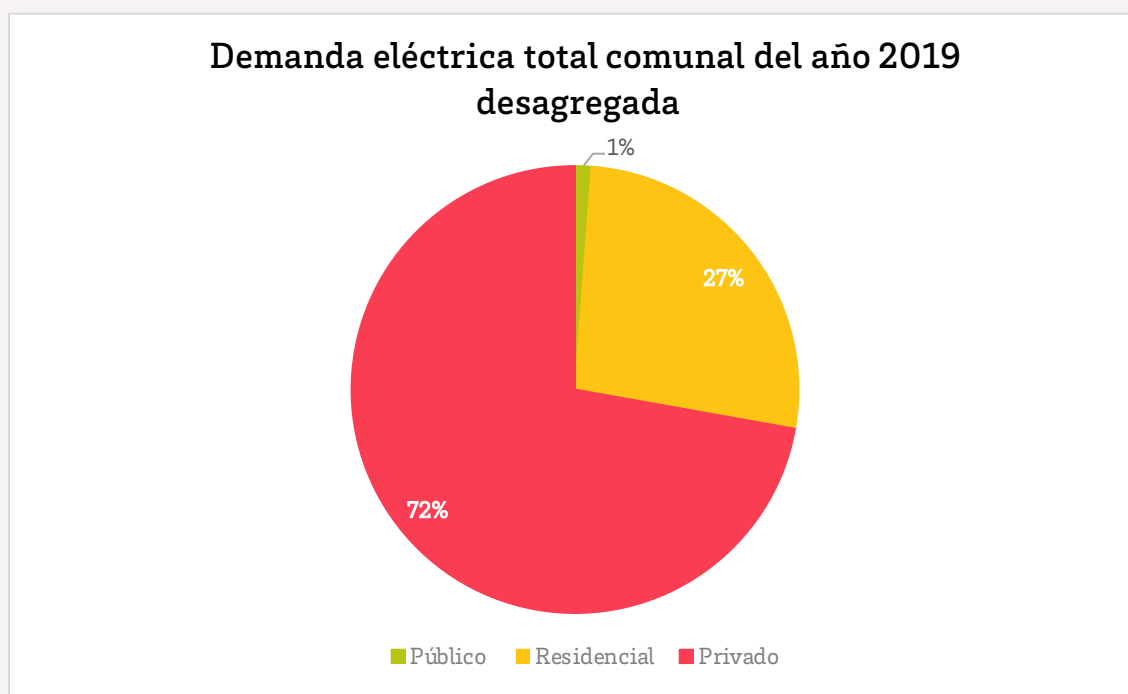


Figura 19. Gráfico de la demanda eléctrica total comunal del año 2019 desagregada por sector.
Fuente: Elaboración propia en base a Energía Abierta (2020).



4.3 Energía térmica

4.3.1 Demanda de combustibles de uso térmico

a) Generación eléctrica

La demanda de gas natural (GN) se obtiene de los consumos provistos por la empresa Metrogas, único distribuidor de GN en la comuna. En la **Tabla 5** se muestran los consumos desde el año 2016 al año 2020. El año 2020, sin embargo, no es necesariamente representativo debido a los efectos de la pandemia por el virus COVID-19. La información presentada en la tabla muestra como mayor consumidor al sector residencial, para visualizarlo se genera la gráfica de la **Figura 20** que muestra al sector residencial como responsable del 84% del consumo total de GN.

LAS CONDES		2016	2017	2018	2019	2020
Privado	consumo [m ³]	14.020.619	14.604.723	14.130.909	13.744.822	8.146.159
	# Clientes	1.761	1790	1815	1820	1812
Residencial	consumo [m ³]	70.884.361	77.183.072	72.967.333	74.461.018	70.582.553
	# Clientes	83.159	83.866	84.242	84.408	84.446
Público	consumo [m ³]	211.516	282.011	305.032	341.544	260.227
	# Clientes	11	12	12	12	12

Tabla 5. Demanda de gas natural de la comuna de Las Condes.

Fuente: Elaboración propia en base a P. Sobarzo (comunicación personal, 3 de febrero de 2021)..

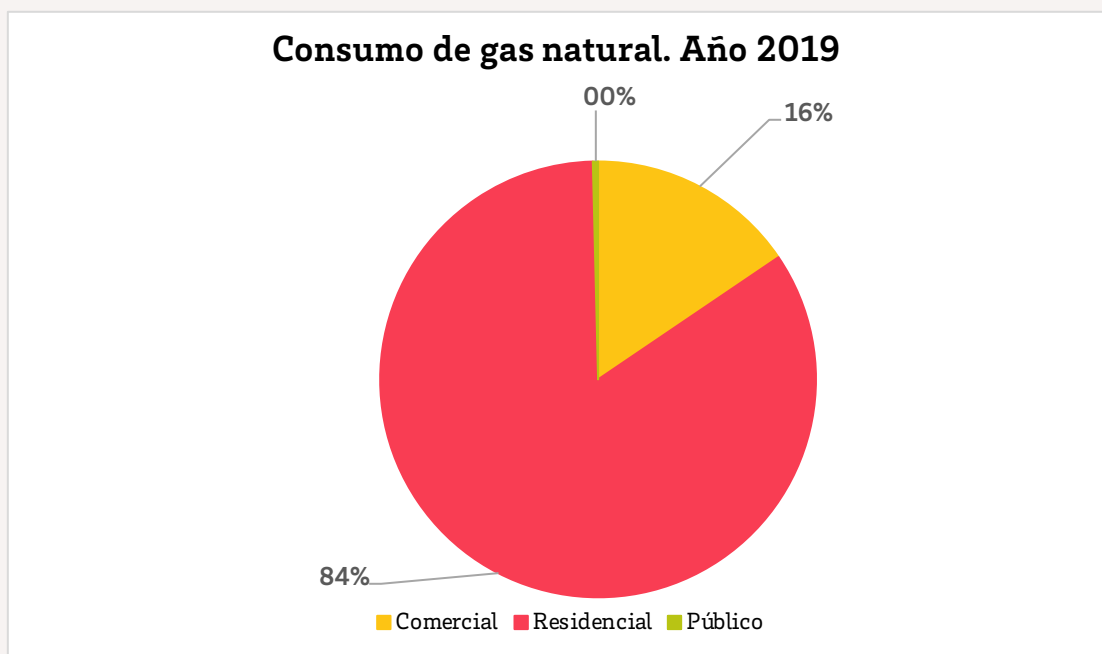


Figura 20. Gráfico de la demanda eléctrica total comunal desagregada por sector.
Fuente: Elaboración propia en base a Metrogas (2021).

Respecto al GN de cañería, se detecta que en el área geográfica comprendida entre las calles Vespucio, Apoquindo, Tomás Moro y Bilbao, se concentra el 40% del consumo total de la comuna y el 51 % de los clientes, se ilustra en un plano en la **Figura 21**.



Figura 21. Zona de mayor consumo de gas natural en la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia en base a Metrogas (2021).

a) Generación eléctrica

1. Abastible

La empresa Abastible proveedora de gas licuado de la comuna, ha entregado las cifras de los consumos de gas licuados vendidos en ella a través de sus canales de distribución local, los que se muestra en la **Tabla 6** y se ilustra en el gráfico de la **Figura 22**. En ella se destaca una importante baja en el año 2020 en los clientes comerciales, lo que puede atribuírsele a los efectos del COVID-19. Comparando los años anteriores se ve una disminución en el consumo comercial y un consumo parejo en el sector residencial, finalmente en el sector público se muestra una leve alza.

CONSUMO	2016	2017	2018	2019	2020
Comercial (kg)	714.334	712.631	608.124	648.888	403.633
Residencial (kg)	387.458	393.051	345.059	346.295	312.795
Público (kg)	106.319	119.526	114.792	134.086	82.525
TOTAL (kg)	1.208.111	1.225.208	1.067.975	1.129.269	798.953
TOTAL (kWh)	16.989.206	17.229.635	15.018.527	15.880.481	11.235.372

Tabla 6. Demanda de gas licuado GLP de Abastible en la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia en base a Abastible (2021).

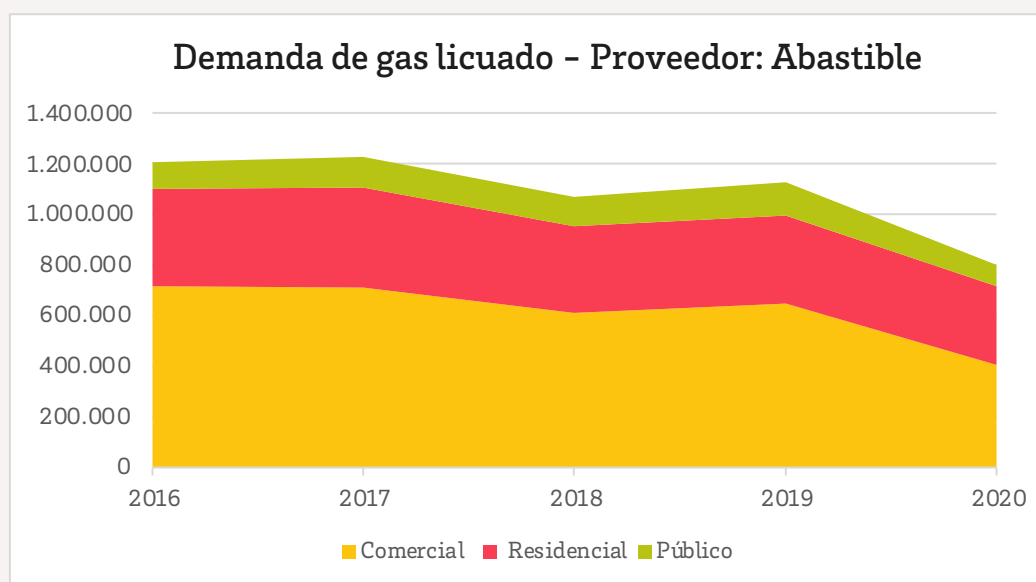


Figura 22. Gráfico de demanda de gas licuado GLP de Abastible en la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia en base a Abastible (2021).

2. Lipigas

La empresa Lipigas proveedora de gas licuado de la comuna, ha entregado las cifras de los consumos de gas licuados vendido en ella a través de sus canales de distribución local, los que se muestra en la **Tabla 7** y se ilustran en el gráfico de la **Figura 23**. En ella se destaca un importante aumento de consumo residencial en el año 2017 junto a una baja en el año 2018, luego, en los años siguientes se mantuvo un consumo similar. En el sector comercial la baja del año 2020 se atribuye a los efectos del COVID19. Finalmente, en el sector público el consumo tiende a la baja.

CONSUMO	2016	2017	2018	2019	2020
Comercial (kg)	239.272	259.204	220.260	233.776	160.712
Residencial (kg)	2.356.007	3.243.566	1.904.980	2.755.318	2.591.224
Público (kg)	476	1.376	528	352	33
TOTAL (kg)	2.595.755	3.504.146	2.125.768	2.989.446	2.751.969
TOTAL (kWh)	36.503.122	49.277.478	29.893.868	42.039.439	38.699.899

Tabla 7. Demanda de gas licuado GLP de Lipigas en la comuna de Las Condes.

Fuente: Elaboración propia en base a Lipigas (2021).

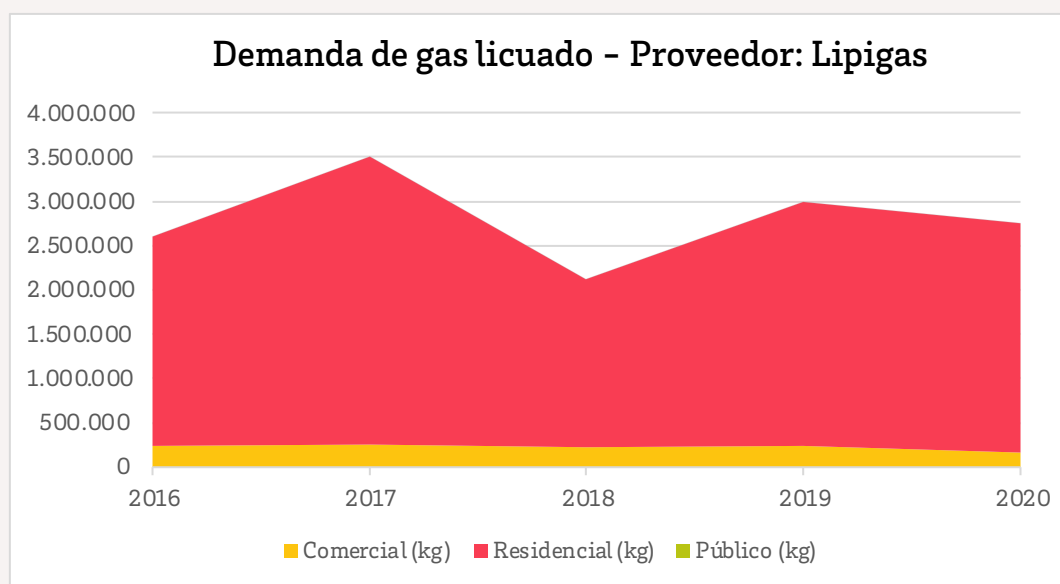


Figura 23. Gráfico de demanda de gas licuado GLP de Lipigas en la comuna de Las Condes.

Fuente: Elaboración propia en base a Lipigas (2021).

4.3.2 Consumo de combustibles: uso en el transporte

En cuanto a combustibles líquidos, existen 22 estaciones de servicio en la comuna, de las cuales 9 son de la empresa COPEC, 7 son de Shell y 6 son propiedad de Petrobras (CNE, s.f.).

La demanda en metros cúbicos de **COPEC** se muestra en la **Tabla 8** y se grafica en la **Figura 24**.

Consumo [m ³]	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gasolina	52.608	54.888	51.103	51.023	48.722	28.828
Diésel	9.826	10.453	11.001	11.227	10.907	7.333
Kerosene	2.590	2.487	2.879	1.824	1.733	2.197
TOTAL	65.024	67.828	64.983	64.074	61.362	38.358

Tabla 8. Demanda de hidrocarburos de la empresa COPEC en la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia en base a C. Romero (comunicación personal, 12 de enero de 2021).

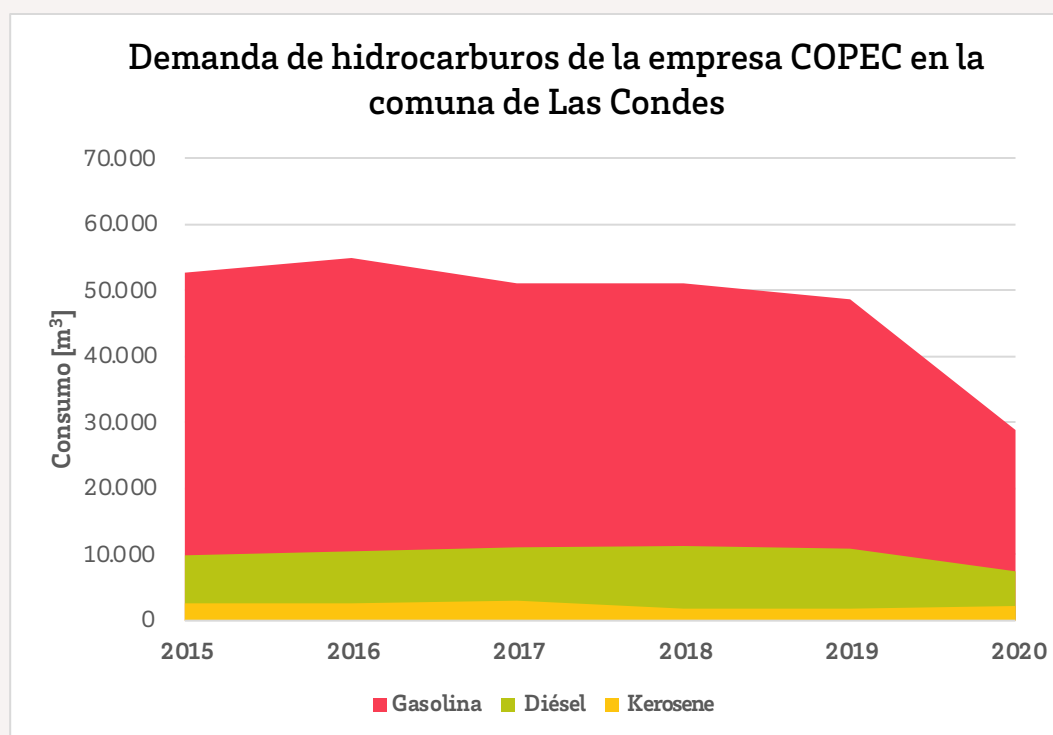


Figura 24. Gráfico de la demanda de hidrocarburos de la empresa COPEC en la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia en base a C. Romero (comunicación personal, 12 de enero de 2021).

Para estimar el consumo de combustibles líquidos, se considera el consumo promedio de las estaciones de servicio COPEC y se extrapola para el resto de las empresas con estaciones en la comuna como lo son Shell y Petrobras. De esta manera, se obtiene que los consumos para el año 2019 son los que se muestran en la **Tabla 9**.

Tipo	Consumo total [m ³]
Gasolina	119.098
Diésel	26.662
Kerosene	4.236
TOTAL	149.996

Tabla 9. Demanda de hidrocarburos total estimada para la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia.

4.4 Demanda energética local

La demanda energética total consolida la información anterior entregada y se plasma en la **Tabla 10**, se destaca principalmente que los consumos totales comerciales y residenciales son bastante parejos, sin embargo, el sector residencial se compone mayoritariamente de uso de gas y el sector comercial de uso de electricidad. Por su parte el sector público presenta un consumo principalmente eléctrico.

Consumo [GWh]	Electricidad	Gas natural	Gas licuado	TOTAL
Comercial	1.121,93	149,22	3,40	1.274,5
Residencial	407,04	808,37	0,58	1.216,0
Público	18,20	3,71	0,13	22,0
TOTAL	1.547,17	961,30	4,12	2.512,58

Tabla 10. Demanda energética total año 2019.
Fuente: Elaboración propia.



4.5 Proyección de consumo energético

4.5.1 Proyección de consumo eléctrico

Para el cálculo de la proyección de consumo eléctrico de la comuna, en primer lugar se diferencian los consumos del sector privado y del sector público, entendiendo que cada uno tiene crecimientos diferentes porque dependen de distintas variables. En el **Anexo 11.1** se muestra el detalle de los cálculos realizados. Para el caso del sector residencial, se obtuvo mediante el crecimiento poblacional proyectado por el Instituto Nacional de Estadísticas y el consumo per cápita. Para el caso del consumo privado (no residencial), se realizaron dos estimaciones, la primera a partir del PIB tendencial entregado por la DIPRES y una segunda mediante una aproximación lineal utilizando como línea base los datos históricos, sin embargo, este segundo método puede no representar las proyecciones adecuadamente debido a la variabilidad de los consumos anuales históricos, por tanto, se consideró únicamente el cálculo realizado a partir del PIB. En la **Tabla 11** se muestran los resultados obtenidos tanto para el sector privado como público, y el total entre ambos¹.

AÑO	Residencial (MWh)	Comercial (MWh)	Total (MWh)
2021	463.990	462.989	926.978
2022	468.480	472.711	941.192
2023	472.136	483.111	955.247
2024	475.525	494.223	969.748
2025	478.781	506.084	984.865
2026	481.931	518.736	1.000.667
2027	484.968	532.223	1.017.192
2028	487.892	546.593	1.034.486
2029	490.685	561.898	1.052.583
2030	493.352	578.193	1.071.545
2031	495.908	595.539	1.091.446
2032	498.346	614.000	1.112.346
2033	500.655	633.648	1.134.304
2034	502.832	654.559	1.157.391
2035	504.875	676.814	1.181.689

Tabla 11. Proyección de consumo eléctrico comunal.

Fuente: Elaboración propia.

¹ Para el sector comercial, no se consideran los consumos de los clientes libres.

4.6 Huella de carbono del sector energético

Se busca en esta sección cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero de la Comuna a través del consumo de electricidad. Para su cálculo se obtienen los factores de emisión promedios anuales (Energía Abierta, factores de emisión 2019), para el año 2019 son de **0,3834 [tCO₂/MWh]**, por lo tanto, considerando los valores de consumo anual obtenidos en la **Figura 18** para el año 2019, se obtienen los valores de la **Tabla 12**.

Sector	Emisiones [tCO ₂ /MWh]
Comercial	423.168
Residencial	156.060
Público	6.978
TOTAL	586.206

Tabla 12. Factor de emisiones por sectores y totales comunales según consumos eléctricos.
Fuente: Elaboración propia.

Según se obtiene de la **Tabla 12**, las emisiones para el consumo eléctrico de la comuna ascienden a 586.206 [tCO₂/MWh] para el año 2019.

El consumo per cápita se obtiene a partir de la información del Censo 2017, donde se obtiene:

Población	294.838
Emisiones per cápita	1,99 [tCO ₂ /pp/año]

Según indica la web Aprende Energía, a nivel latinoamericano, Chile contribuye con un 4,8% de las emisiones de gases de efecto invernadero, situándose por debajo de países tales como México, Brasil, Argentina y Venezuela. A su vez, el promedio mundial de emisiones de CO₂ por persona es de 4,5 toneladas. Chile se encuentra muy cercano al promedio mundial con 4,4 tCO₂/pp y la mitad del promedio de 9,9 tCO₂/pp de resto de los países pertenecientes a la OECD.

De esta manera, se concluye que la comuna de Las Condes tiene emisiones que se encuentran por debajo de la media país.





5. POTENCIAL DISPONIBLE ERNC

En la presente sección se exponen los resultados del potencial de energías renovables no convencionales (ERNC) para la comuna de Las Condes. Lo anterior, para conocer las fuentes energéticas con mayores posibilidades de aprovechamiento en la zona.

Para el cálculo de los potenciales de energías renovables, se debe tener en cuenta los distintos niveles de potencial, los cuales se pueden apreciar en la **Figura 25**.

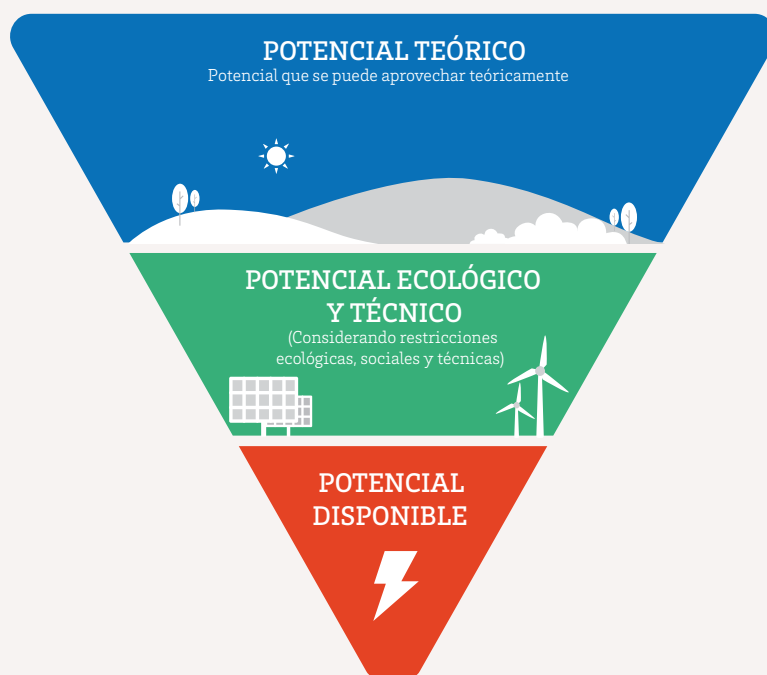


Figura 25. Términos de potencial de energías renovables.
Fuente: Agencia de Sostenibilidad Energética (2021).

5.1 Potencial de biomasa

La biomasa es toda aquella materia orgánica que puede ser utilizada como fuente de energía. Puede ser de origen animal o vegetal, o incluso proceder de transformaciones artificiales hechas por el humano. La energía proveniente de la biomasa puede ser utilizada para producir energía eléctrica o térmica, a través de la generación de biogás o biodiésel, según la materia orgánica que se utilice.

5.1.1 Potencial de producción de biodiésel

En la actualidad existen diferentes mecanismos para generar biodiésel. Por ejemplo, se puede sintetizar a partir de aceites vegetales o animales por medio de una reacción química llamada transesterificación.

Si bien en la comuna se encuentran presente distintas empresas que compran los aceites utilizados de restaurantes y locales que venden comida, el presente análisis solo considera la producción de biodiésel en base a aceites vegetales utilizados a nivel residencial en la producción de alimentos.

Una persona en Chile consume en promedio 12,6 litros de aceite anuales (BIOILS, 2012), de estos, alrededor del 10% se desecha. Por otro lado, en la comuna habitan 294.838 personas. En base a esta información, se puede estimar un volumen de 371.495,9 litros de aceite anual a nivel comunal, los cuales podrían traducirse en su 100% a litros de biodiésel.

Sin embargo, considerando la factibilidad técnica real de recolección y tratamiento de estos residuos es que el potencial antes mencionado se reduce. De esta forma, se determinó un factor de recolección del 5%. En conclusión, se estima una producción de 18.575 litros de biodiésel anual para la comuna de Las Condes.

Volumen de aceite residencial desechado (L/año)	371.496
Factor de recolección (%)	5%
Generación de biodiésel (L/año)	18.574
Potencial energético (MWh/año)	131,6

Tabla 13. Producción de energía a partir de biodiésel.
Fuente: Elaboración propia.

Utilizando de referencia la densidad del aceite en 0,91 kg/L y un poder calorífico de 28 MJ/kg (Universidad de Chile, 2014), se estima que a partir de 18.574 litros de biodiésel al año es posible producir **131,6 MWh (0,13 GWh)** de energía. Sin embargo, este valor puede variar según el rendimiento de la tecnología que se utilice para la transformación del biodiésel en energía y el nivel de recolección de aceite que se logre.

5.1.2 Potencial de producción de biogás

Los Residuos Sólidos Municipales (RSM) incluyen los residuos sólidos domiciliarios, residuos similares generados en pequeñas industrias y en el sector de servicios, y los residuos derivados del aseo y mantenimiento de parques y áreas verdes (SINIA, 2021). Para la estimación del potencial de producción de biogás se consideró el promedio de los últimos 5 años de los residuos sólidos domiciliarios, según la siguiente tabla.

Año	Residuos sólidos domiciliarios (RSD)	Producción per cápita (PPC) (kg/hab*día)	Residuos vegetales y escombros	Residuos sólidos municipales (Total)
2015	105.783	0,98	13.072	118.855
2016	107.752	1,00	13.433	121.185
2017	107.688	1,00	17.073	124.761
2018	106.061	0,99	14.247	120.309
2019	100.589	0,93	16.695	117.285
Media	105.575	0,98	14.904	120.479

Tabla 13. Residuos sólidos reportados por la Municipalidad de Las Condes, en toneladas.
Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por la Municipalidad de Las Condes.



La fracción orgánica de los residuos sólidos domiciliarios es del 57% para la comuna de las Condes (SUBDERE, 2018), por lo tanto, se estima una producción anual de residuos orgánicos domiciliarios de 60.178 toneladas. El valor teórico de generación de biogás a partir de residuos sólidos domiciliarios es de 60 m³ de biogás por tonelada de residuo, el porcentaje de metano en el biogás producido por residuos orgánicos domiciliarios corresponde al 50% y el poder calorífico del metano es de 9,959 kWh/m³ (Chamy et al., 2007). Con estos datos se estima que el potencial de generación energética del biogás producido por residuos sólidos domiciliarios es de 17.979 MWh.

Es necesario tomar en cuenta que es difícil ocupar el 100% de los residuos orgánicos para la producción de biogás, esto dependerá de la capacidad de separación de residuos y de recolección que se logre establecer en la comuna. En este caso se considera factible, en una primera instancia, utilizar el 15% de la fracción orgánica de los RSD totales, estimándose un potencial de 2.697 MWh/año (2,7 GWh).

En la siguiente tabla se muestran los datos utilizados para obtener el potencial de producción energética del biogás.

Variable	Valor
Promedio RSD 2015-2019 (ton)	105.575
Residuos orgánicos domiciliarios (ton)	60.178
Generación de biogás (m ³ biogás/ton residuo orgánico)	60
Producción potencial de biogás para Las Condes (m ³)	3.610.680
Fracción de metano en biogás (%)	50
Poder calorífico del metano (kWh/m ³)	9,959
Potencial de generación energética (MWh)	17.979
Factor de recolección (%)	15
Potencial de generación energética (MWh) factible	2.697

Tabla 15. Potencial de energía de la biomasa en comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia, en base a información municipal y Chamy et al. (2007).

5.2 Potencial solar

La energía solar es la principal fuente de energía del planeta (Cereceda et al., 2001). Proviene de la radiación solar y puede ser transformada en:

- Energía Solar Térmica, mediante sistemas de captación de calor como colectores o concentradores solares. Esta energía es utilizada principalmente para producir calor y puede ser aprovechada para usos domésticos como calefacción o la producción de agua caliente sanitaria. Producida a gran escala, también puede ser utilizada para la producción de electricidad.
- Energía Solar Fotovoltaica, la que se aprovecha a través de módulos fotovoltaicos que convierten la radiación solar en energía eléctrica. Esta se puede ser utilizada en grandes plantas fotovoltaicas como también a pequeña escala (residencial o comercial). Actualmente el estado promueve la generación distribuida.

La radiación solar anual incidente sobre la comuna de Las Condes, en promedio, es de entre los 1.800 y los 1.900 kWh/m² por año según cálculos realizados con datos del Explorador Solar del Ministerio de Energía y la “Norma Técnica que determina un algoritmo para la verificación de la contribución solar mínima de los Sistemas Solares Térmicos acogidos a la franquicia tributaria de la Ley N° 20.365” (en adelante, Norma Técnica Ley 20.365). Si comparamos este valor con el de otras ciudades, tanto de Chile como del mundo, se puede evidenciar un alto potencial, superando incluso, por ejemplo, a la ciudad alemana de Friburgo, conocida mundialmente como la ciudad solar, lo que confirma la posición privilegiada de nuestro país en cuanto a energía solar.

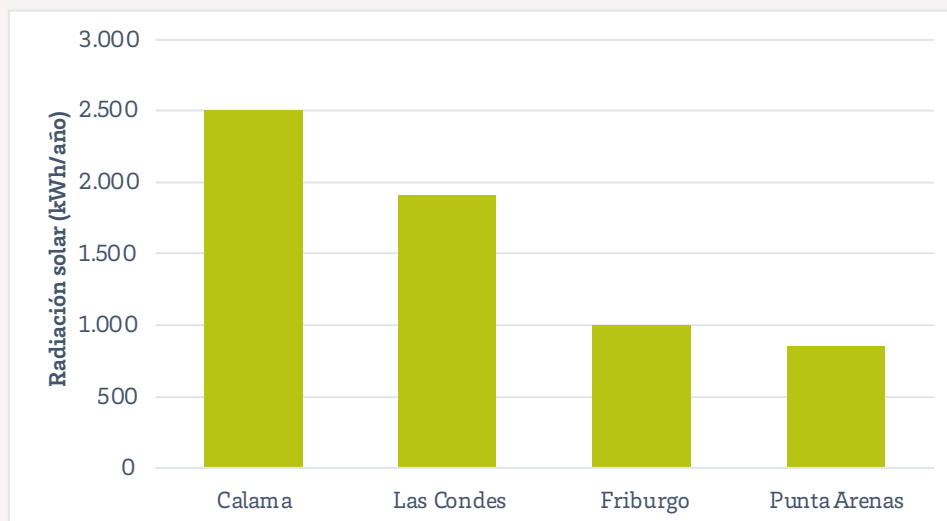


Figura 26. Radiación solar en la comuna de Las Condes comparada a otras ciudades de Chile y el mundo.

Fuente: Elaboración propia.

El valor de la radiación solar varía según la estación del año. En la **Tabla 16** se exponen los valores promedio mensuales de la comuna. El promedio diario de radiación global en la comuna de Las Condes, según datos extraídos del Explorador Solar, es de 5,22 kWh/m².

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
253	203	176	116	79	60	73	98	137	188	230	258

Tabla 16. Promedios mensuales de Radiación Solar Global sobre superficie horizontal en la comuna de Las Condes (kWh/m²).
Fuente: Elaboración propia en base a datos de Norma Técnica Ley 20.365.

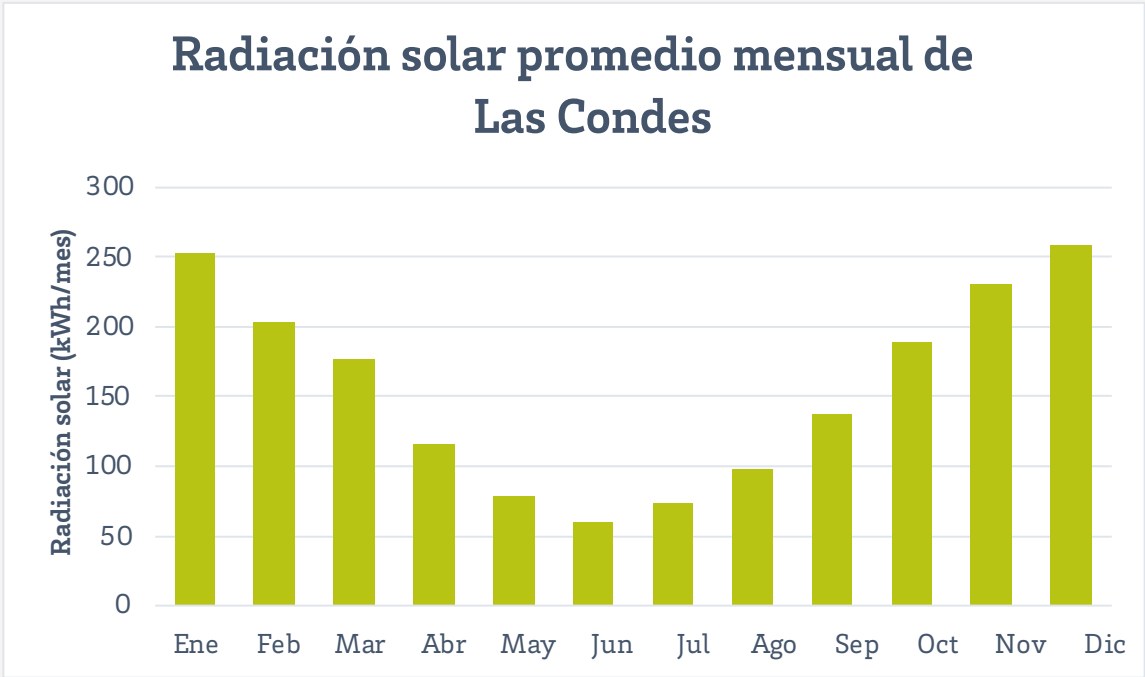


Figura 27. Promedios mensuales de Radiación Solar Global en la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia.



En este caso, las variables que fueron consideradas para la estimación de los potenciales solares fotovoltaico y térmico se representan en el siguiente esquema.

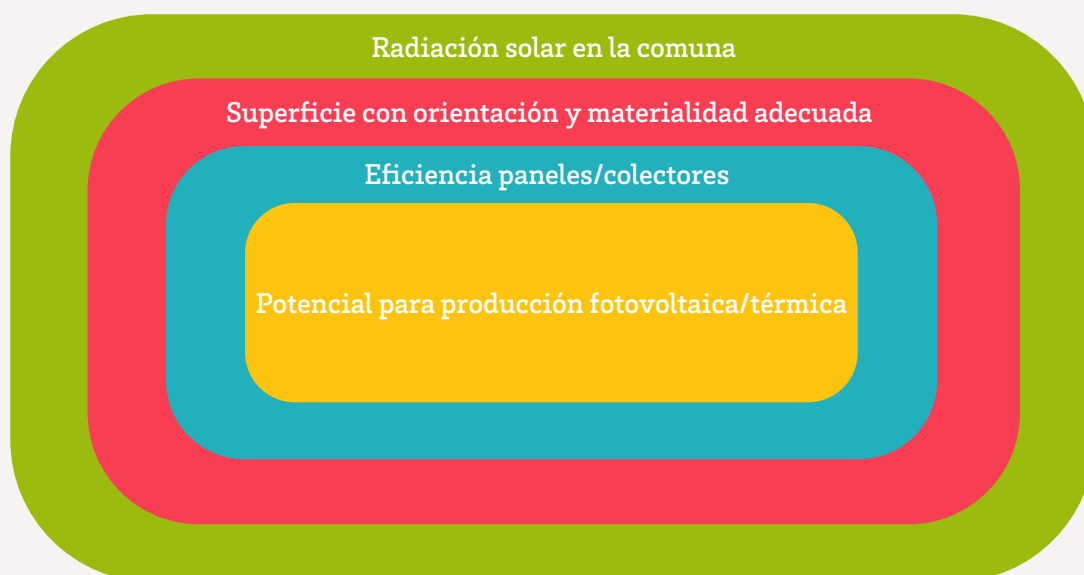


Figura 28. Variables consideradas en los potenciales fotovoltaico y térmico.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 Producción de energía solar a gran escala

Las Condes posee 43,98 km² de área urbana, donde la mayor parte se encuentra construida, y 52,02 km² que corresponden a frentes cordilleranos constituidos por zonas destinadas a protección ambiental y terrenos privados. En esta última área es donde, previo a un estudio de factibilidad, se podrían identificar sitios para la instalación de una planta de energía solar de mayor escala. Sin embargo, debido a la complejidad socio-técnica de realizar un proyecto de estas características en una comuna urbana y en el contexto en donde el estado está impulsando políticas para promover la generación distribuida, es que no se considera su evaluación para el presente estudio.

5.2.2 Producción de energía solar fotovoltaica y térmica a nivel residencial

En el área urbana de Las Condes, el potencial solar se limita básicamente a la energía que puede producirse en las techumbres de las viviendas. Se consideraron solo viviendas tipo casa ya que con la información existente no es posible hacer una estimación adecuada de la superficie u orientación de las techumbres de edificios.

Según el último censo nacional realizado el año 2017, las viviendas de Las Condes tienen, en promedio, 91 m² de superficie total construida. Si se asume la superficie construida de

techumbre como un 60%, resultan 55 m² de tejado disponible. Utilizando los valores de rendimiento (transformación de energía solar a fotovoltaica o térmica) de equipos solares, entregados por el Explorador Solar, se puede estimar el potencial de generación energética anual por vivienda, tal como se observa en la **Tabla 17**.

Parámetro	Valor
Superficie vivienda tipo	91 m ²
Superficie de techo de vivienda tipo	55 m ²
Radiación anual promedio	1.900 kWh/m ²
Rendimiento módulo fotovoltaico	14%
Rendimiento colector solar térmico	70%
Potencial solar fotovoltaico de vivienda tipo	14.630 kWh anuales
Potencial solar térmico de vivienda tipo	73.150 kWh anuales

Tabla 17. Generación de energía solar fotovoltaica y térmica por vivienda tipo en Las Condes.
Fuente: Elaboración propia. Los valores de rendimiento de los equipos solares fueron obtenidos del Explorador Solar.

Para la estimación del potencial solar total comunal se utilizaron distintos porcentajes de penetración de la tecnología, es decir, la fracción de viviendas que podrían instalar efectivamente estos sistemas. Esto permite hacer una estimación considerando la incertidumbre que pueden generar ciertos parámetros no medidos, como lo son la superficie de techos con la orientación adecuada o la cantidad de sombras que puedan recibir por la presencia de edificios. De esta manera, se establecieron los escenarios conservador, moderado y optimista, con un porcentaje de penetración tecnológica de 5%, 10% y 15% respectivamente (**Tabla 18**).

Escenarios	Conservador	Moderado	Optimista
Cantidad de viviendas	1.807	3.614	5.421
Potencial Solar Fotovoltaico Anual	26,4 GWh	52,8 GWh	79,3 GWh
Potencial Solar Térmico Anual	132 GWh	264 GWh	396 GWh

Tabla 18. Análisis de distintos escenarios de penetración de sistemas solares en la comuna y su potencial de generación de energía.
Fuente: Elaboración propia.

Según se desprende en la tabla anterior, se puede observar que el potencial de energía solar térmica es bastante superior al potencial fotovoltaico, lo que se debe principalmente al rendimiento superior de la tecnología solar térmica.

En el caso de la energía solar fotovoltaica, se considera adecuada la instalación de sistemas conectados a la red (*on-grid*), fomentando la generación distribuida, la cual conlleva múltiples beneficios, tales como, la reducción de pérdidas energéticas por transporte, la mejora de la fiabilidad y la calidad del suministro eléctrico, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, entre otras. Lo anterior, alineándose con las políticas públicas del Ministerio de Energía.

5.3 Potencial eólico

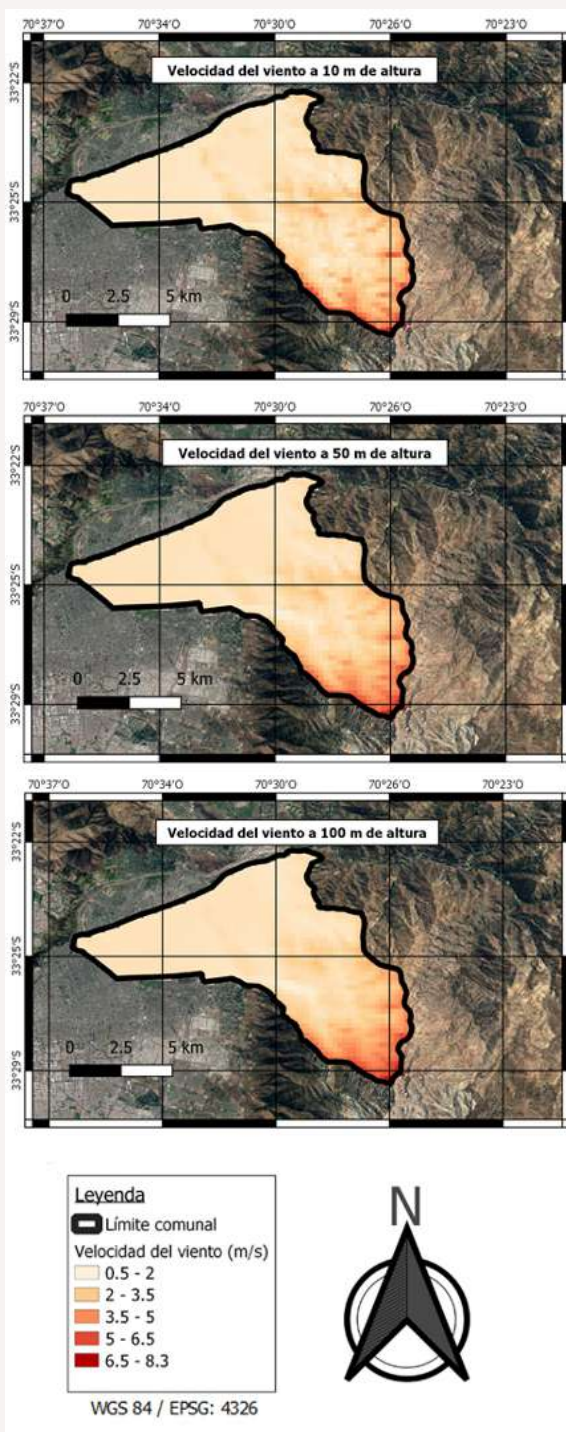


Figura 29. Velocidades de viento en la comuna a diferentes alturas sobre el nivel del suelo.

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de Global Wind Atlas.

Utilizando sistemas de información geográfica con datos extraídos del Global Wind Atlas, se elaboraron mapas que muestran la velocidad del viento en la comuna a 10, 50 y 100 metros de altura (Figura 29).

Para asegurar la rentabilidad económica de una planta eólica, son necesarios vientos con velocidades por sobre los 3 metros por segundo. Como se puede observar en el mapa, son muy limitadas las zonas que superan esta velocidad, y se encuentran dentro del Parque Natural Aguas de Ramón por lo que la instalación de una planta eólica se hace muy difícil.

Si bien la instalación de grandes plantas de energía eólica no es del todo factible en la comuna, se puede aprovechar la energía eólica por medio de pequeños generadores domiciliarios, ya que existen distintos tipos de equipos que pueden producir energía eléctrica a partir de vientos con velocidades inferiores. Sin embargo, incluso con tecnologías de esta escala no existe una certeza de producción eficiente de energía eólica, ya que el promedio de la velocidad del viento en la comuna de Las Condes a 10 metros de altura es de 2,09 m/s (Explorador Eólico, s.f.), y si bien existen modelos de generadores con una velocidad de arranque (velocidad en que comienzan a generar electricidad) de 2 m/s, la mayoría cuenta con una velocidad nominal (la velocidad en que el generador entrega la potencia nominal) por sobre los 10 m/s.

5.4 Potencial hídrico

La red hidrográfica de la comuna consiste principalmente en una serie de esteros que bajan desde las quebradas en el sector de la precordillera y dos canales en el área urbana (Canal San Carlos y Las Perdices). Por otra parte, el río Mapocho forma parte del límite comunal en un tramo pequeño donde su caudal no suele ser significativo.

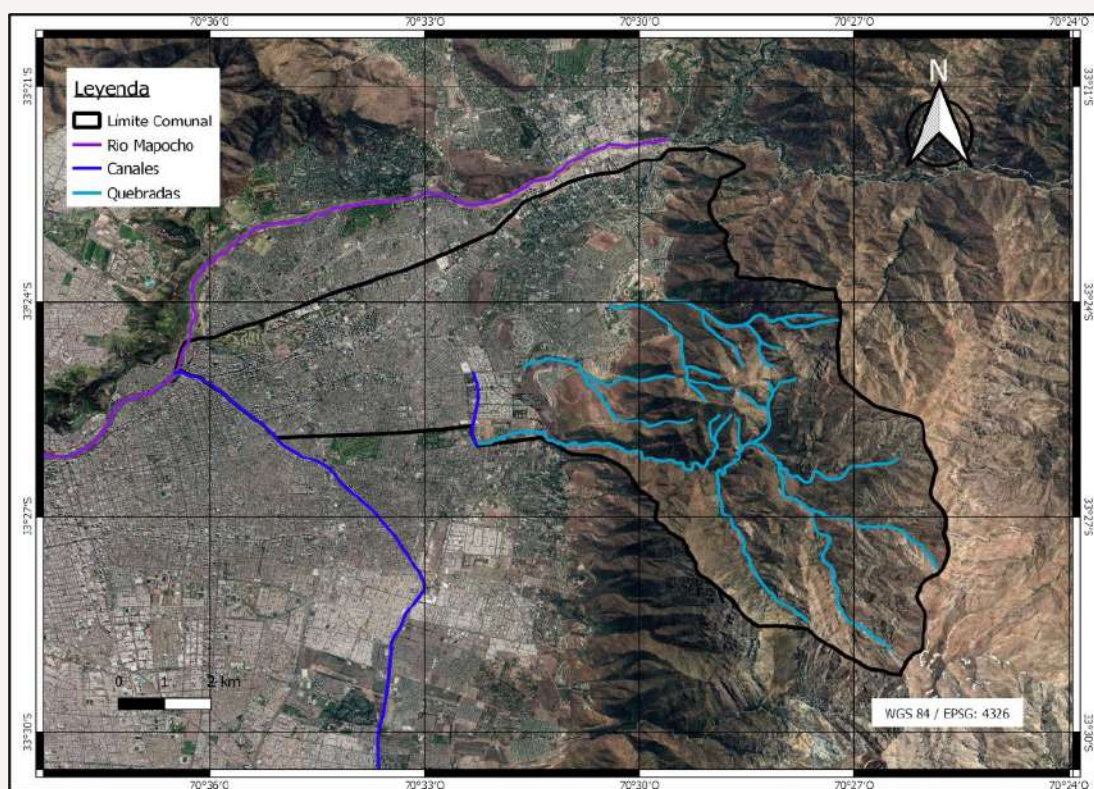


Figura 30. Principales cursos de agua en la comuna.

Fuente: Elaboración propia.

Según el explorador de Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivos (DAANC)², Las Condes posee un caudal medio constituido de 0,4 m³/s y un potencial teórico bruto de generación energética de 1MW.

Debido a que la comuna no presenta cursos de agua de envergadura o caudales considerables, el potencial hídrico del territorio se podría aprovechar por medio de tecnologías de microescala. Sin embargo, se requiere realizar estudios en detalle para estimar el potencial hídrico específico. En la siguiente tabla se pueden apreciar algunos ejemplos.

² Explorador de Derechos de Aprovechamiento de Aguas no Consuntivos (DAANC), desarrollado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, en colaboración con la Dirección General de Aguas y el Ministerio de Energía. Actualizado al año 2014. <http://ernc.dgf.uchile.cl/Explorador/DAANC2018/>

Tecnología de pequeña y micro escala	Rango de caída de agua (m)	Rango de operación (m ³ /s)	Generación (kW)	Observaciones
Turbinas Kaplan	1,5 - 20	3 - 30	75 - 15000	Dado su alto costo, se utilizan para altos caudales con baja caída.
Turbinas Francis	10 - 700	-	10 - 150 (micro turbinas)	Requieren caudales constantes, son sensibles a las variaciones.
Turbinas Cross Flow	1,75 - 40	0,04 - 5	5 - 00	En proyectos con bajo caudal y caída.
Turbinas Pelton	20 - 1500	0,005 - 1	5 - 50000	Operan con altura de caída alta.
Turbinas de tornillo inverso	1 - 8	0,2 - 15	5 - 50	Con baja caída y bajo caudal.
Turbinas Free Flow	0	Depende del tipo de turbina	0,1 - 50	De baja eficiencia de conversión, requieren una mínima obra, se instalan directamente sobre la corriente de agua. Ideales en canales de regadío.

Tabla 19. Caracterización de tecnologías de micro y pequeña escala para generación hidroeléctrica.
Fuente: EGEA ONG (2017).



5.5 Potencial geotérmico

Este recurso energético se obtiene aprovechando el calor de la tierra y, según la temperatura de sus fluidos, es clasificada en las categorías baja entalpía (temperaturas bajo los 100 °C), media entalpía (100 °C – 150 °C) y alta entalpía (sobre los 150 °C) (Ramos, 2011).

5.5.1 Potencial geotérmico de baja entalpía

La geotermia de baja entalpía o somera es aquel recurso geotérmico caracterizado por una temperatura de recuperación inferior a 90 °C (Muffler & Cataldi, 1978). Esta puede estructurarse de dos formas: captadores verticales y captadores horizontales, el primero se caracteriza por la posición vertical de los tubos captadores de calor a profundidades de hasta 150 metros bajo la superficie. Por otro lado, el sistema en los captadores horizontales se instala en forma de espiral, en serie o paralelo.

Es importante mencionar que ante sistemas verticales se requiere una menor superficie de instalación, sin embargo, se necesita la perforación vertical del suelo, lo que puede aumentar de forma significativa su costo. Del mismo modo, los captadores horizontales son una opción menos costosa, pero de mayor uso de espacio.

En la **Figura 31**, se observa la potencia que se puede extraer en la comuna mediante sistemas cerrados verticales (BHE por sus siglas en inglés, Borehole Heat Exchanger) a 50 y 100 metros de profundidad. Los valores de potencial energético en ambas profundidades se consideran bastante bajos, haciendo esta tecnología muy poco rentable, ya que por inversiones muy menores se podrían obtener potenciales similares utilizando otros recursos energéticos.

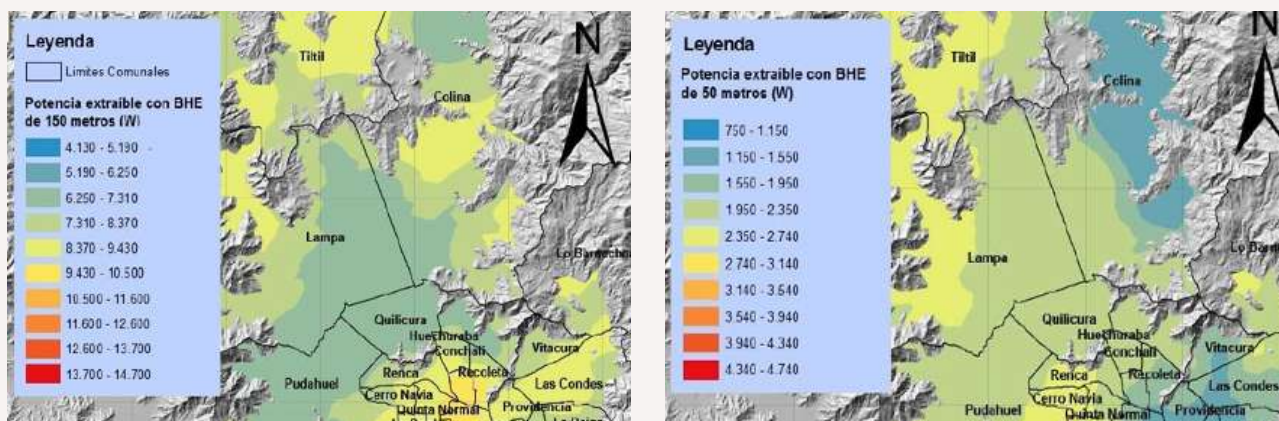


Figura 31. Potencia extraíble con BHE a 50 y 100 metros de profundidad.
Fuente: Garat (2014).



Para el caso de los captadores horizontales, se utilizó el software RETScreen 4³, el cual integra información climática proveniente de diversas estaciones meteorológicas proporcionadas por la NASA. Cabe mencionar que se utilizaron los datos meteorológicos de la estación ubicada en Quinta Normal (Figura 32). Se usaron los productos internos de la base de datos del software, seleccionando una bomba de calor del tipo “fuente de tierra” con un modelo “DE-36W” del fabricante “DERON” (equipo que ya se ha comprobado su desempeño en la Región Metropolitana), el cual presenta una COP promedio de calentamiento (por sus siglas en inglés de *Coefficient of Performance*) de 3,3. Dada la latitud de Las Condes, el software considera una temperatura del suelo de 16,8°C a 3 metros de profundidad.

Mes	Temperatura del aire °C	Humedad relativa %	Precipitación mm	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m ² /d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Grados-días de calefacción 18 °C °C-d	Grados-días de refrigeración 10 °C °C-d
Enero	20,9	57,0%	5,89	6,53	96,1	3,1	23,2	0	338
Febrero	19,9	61,0%	5,88	5,72	96,1	3,6	22,2	0	277
Marzo	17,6	68,0%	8,99	4,38	96,2	3,1	19,6	12	236
Abril	14,2	74,0%	15,60	2,80	96,4	3,1	14,9	114	126
Mayo	11,1	80,0%	53,32	1,74	96,5	2,6	10,1	214	34
Junio	8,5	84,0%	71,40	1,28	96,6	2,6	7,0	285	0
Julio	8,1	84,0%	63,55	1,41	96,7	2,1	5,9	307	0
Agosto	9,5	81,0%	48,98	2,32	96,7	2,6	7,7	264	0
Setiembre	11,5	76,0%	24,00	3,34	96,6	3,1	10,5	195	45
Octubre	14,5	70,0%	13,64	4,85	96,5	3,6	14,5	109	140
Noviembre	17,3	62,0%	8,10	5,87	96,3	3,6	18,7	21	219
Diciembre	19,9	57,0%	6,20	6,70	96,2	3,6	22,0	0	307
Anual	14,4	71,2%	325,55	3,90	96,4	3,0	14,7	1.520	1.721

Figura 32. Información meteorológica para el cálculo del potencial geotérmico de baja entalpía.
Fuente: Software RETScreen Expert.

La capacidad de extracción de calor del equipo resultó de 5,57 kW, este valor se extrapoló para todos los hogares de la comuna de las Condes (106.574) asumiendo que todas presentan las condiciones necesarias para su instalación. De este modo, se obtiene que en Las Condes existe un potencial de 593,6 MWh para el aprovechamiento de sistemas horizontales geotérmicos de baja entalpía. Sin embargo, dado el costo de la tecnología y su baja penetración actual, se puede considerar más factible la instalación de sistemas horizontales en el 1% de los hogares, resultando un potencial geotérmico de **5,93 MWh**.

³ Software de código libre para el análisis y diseño de proyectos de energías renovables.

5.5.2 Potencial de la geotermia para la generación de electricidad

Para la generación de electricidad mediante el uso de energía geotérmica, se requieren temperaturas superiores a los 150 °C (Ramos, 2011). Los valores de temperatura en el techo del acuífero de la cuenca del Maipo son relativamente bajos, donde Las Condes presenta valores inferiores a los 18,2 °C (Garat, 2014). Por otra parte, según datos proporcionados por el SERNAGEOMIN, a febrero del 2021 no existen concesiones de exploración ni explotación de energía geotérmica en la comuna, lo cual indica que no existe especulación ni interés por parte de privados en esta fuente energética en el territorio. En este contexto, no se recomienda impulsar proyectos de energía geotérmica de media o alta entalpía en la comuna.

5.6 Potencial *Waste to Energy* (WTE)

La tecnología que permite la valorización energética de residuos sólidos, llamada *Waste to Energy* (en inglés), extrae energía desde los desechos a través de procesos térmicos, o sea, la aplicación de calor.

En países como Estados Unidos (EE.UU.) ya existen plantas de conversión de residuos en energía mediante la quema de residuos para producir vapor en una caldera que se utiliza para generar electricidad. Se estima que se puede aprovechar el 85% de los RSD. Además, reducen el volumen de los desechos en aproximadamente un 87%. Existen diferentes tipos de sistemas o tecnologías de conversión de residuos en energía. El tipo más común utilizado en los EE.UU. es el sistema de quema masiva, donde los RSD sin procesar se queman en un gran incinerador con una caldera y un generador para producir electricidad (U.S. Energy Information Administration EIA, 2020).

Considerando que actualmente la basura en Chile se dispone en vertederos y/o rellenos sanitarios resultando en un alto impacto ambiental por contaminación de

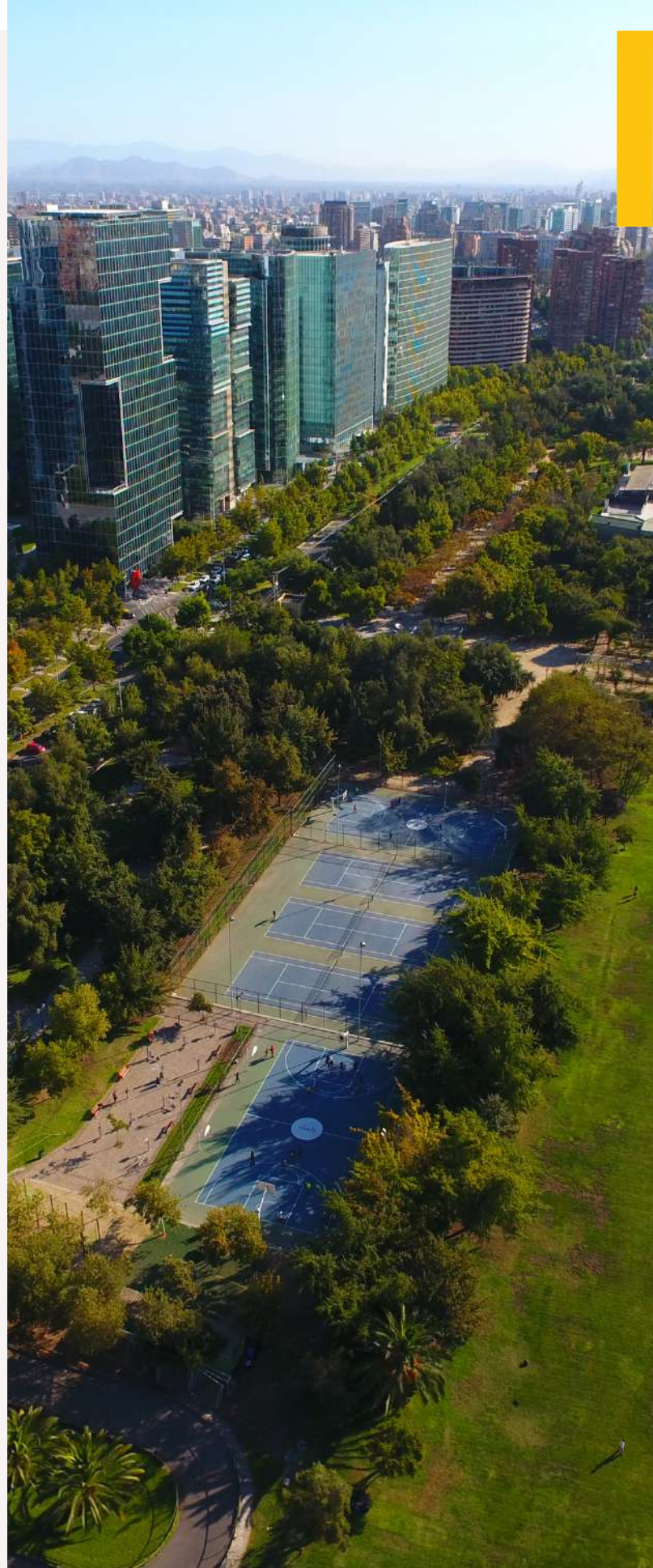
suelo (filtración de lixiviados) y aire (gases efecto invernadero), a primera vista podría traer grandes beneficios al problema actual de los residuos, siendo una oportunidad de valorizar la basura en forma de electricidad y calor (Ministerio de Energía, 2019).

En el caso que se desee llevar a cabo alguna iniciativa utilizando esta tecnología, se debe considerar que la información pública sobre caracterización y cuantificación de los residuos sólidos en el país es calificada por las autoridades como escasa y dispersa (Cid & Vargas, 2016). Por lo que se recomienda primero llevar a cabo un estudio detallado mediante expertos para determinar el potencial energético del *Waste to Energy* utilizando específicamente datos de los residuos de la comuna, así como la factibilidad de implementación y sus impactos, considerando aspectos técnicos y económicos, pero sobre todo ambientales y sociales propios del territorio.

En el caso de la Región, de acuerdo con el Estudio de factibilidad de planta *Waste to*

Energy para la Región Metropolitana, la investigación definió que para ser viable una planta de WTE en la región, esta debiese tener una capacidad instalada de 330.000 toneladas al año, el 10% de los residuos anuales de la RM. Así, la potencia eléctrica sería de 20 a 29 MW y ocuparía un terreno de 8 hectáreas. Aunque aún se evalúan los efectos que podría tener en la contaminación del aire, el aumento del tráfico y el ruido en ciudades de la región (Pöyry & Ebp, 2018).

Se estimó el potencial energético de esta tecnología para la comuna, considerando el proceso de quema masiva y con los siguientes datos. El promedio de RSD generados entre los años 2015 y 2019 en la comuna es de 105.175 toneladas, de los cuales, el 43% corresponde a la fracción no orgánica, equivalente a 45.397 toneladas. Considerando que el poder calorífico de 1 tonelada de residuos urbanos de la Región Metropolitana es de 1,67 MWh (Cid & Vargas, 2016), el potencial de generación energético de la comuna es de 75.813 MWh. Si se determina el uso de un 10% de los RSD no orgánicos (al igual que el estudio regional), se estima un potencial de **75 MWh**.



5.7 Resumen del potencial de ERNC

La tabla que se presenta a continuación resume el potencial energético anual y las principales observaciones realizadas respecto de cada una de las ERNC analizadas.

Fuente de energía	Potencial energético anual	Observaciones
Biomasa - Biogás	2,7 GWh	Se recomienda el uso de esta energía por su potencial. Para esto debe existir una gestión de los residuos que permita separar la materia orgánica de la inorgánica, también permite darle un uso a los restos de poda de jardines y parques.
Biomasa - Biodiésel	0,13 GWh	Considerando un 5% de factor de recolección de aceites usados.
Solar fotovoltaica de techos	52,8 GWh	Existe un alto potencial de este tipo de energía. Las características de las viviendas de la comuna permiten una producción domiciliaria a escala local.
Solar térmica de techos	264 GWh	El mayor potencial de la comuna debido al alto porcentaje de rendimiento de esta tecnología. Puede ser construido en los techos de las casas u otros edificios con relativa facilidad.
Eólica	-	No se recomienda la instalación de una planta eólica. Para pequeños generadores se deben revisar modelos que puedan operar con velocidades de entre 2 a 4 m/s.
Hídrica	-	Se requiere más información acerca de los caudales de los cursos de agua, sin embargo, existen tecnologías de pequeña y microescala que podrían ser utilizadas en quebradas y canales.
Energía geotérmica	0,006 GWh	Existe un bajo potencial extraíble con sistemas cerrados verticales y horizontales.
Waste to Energy	0,075 GWh	Existe potencial energético, sin embargo, se debe estudiar la factibilidad técnica y analizar los impactos socio ambientales que puede tener la instalación de una planta <i>Waste to Energy</i> en la comuna, dada su condición de calidad del aire.

Tabla 20. Resumen del potencial de energías renovables no convencionales.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla, las fuentes energéticas con mayor potencial y, por lo tanto, las más recomendables para implementar en la comuna, son la energía solar y la de biomasa, tanto para producir electricidad o calor (considerando que los potenciales de la misma fuente de energía son excluyentes entre sí, es decir, no se puede explotar la totalidad del potencial solar fotovoltaico y el solar térmico).

Por otra parte, las velocidades del viento no hacen recomendable ni rentable la instalación de una planta de energía eólica. Así mismo, los resultados obtenidos del potencial energético extraíble de geotermia de media y alta entalpía, y los circuitos verticales de baja entalpía, no son recomendables ni rentables para implementarse en la comuna.

En la **Figura 33** se puede observar el orden de magnitud que posee cada potencial respecto del otro, donde se evidencia que los valores de energía solar están muy por sobre los demás potenciales. En la **Figura 34** se muestra un acercamiento a escala que permite distinguir las magnitudes de los demás potenciales energéticos.

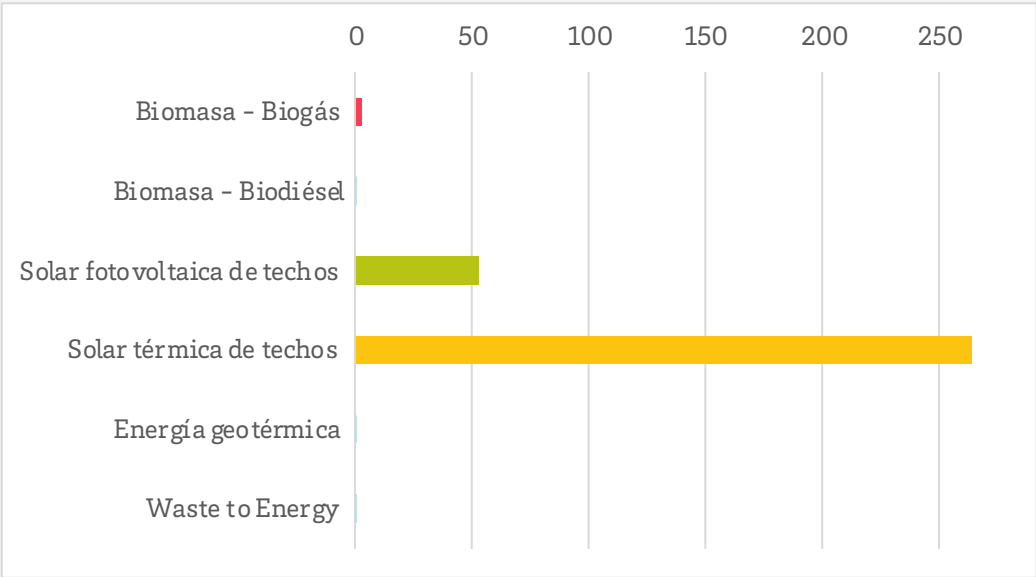


Figura 33. Potencial de energías renovables para Las Condes (GWh/año).
Fuente: Elaboración propia.

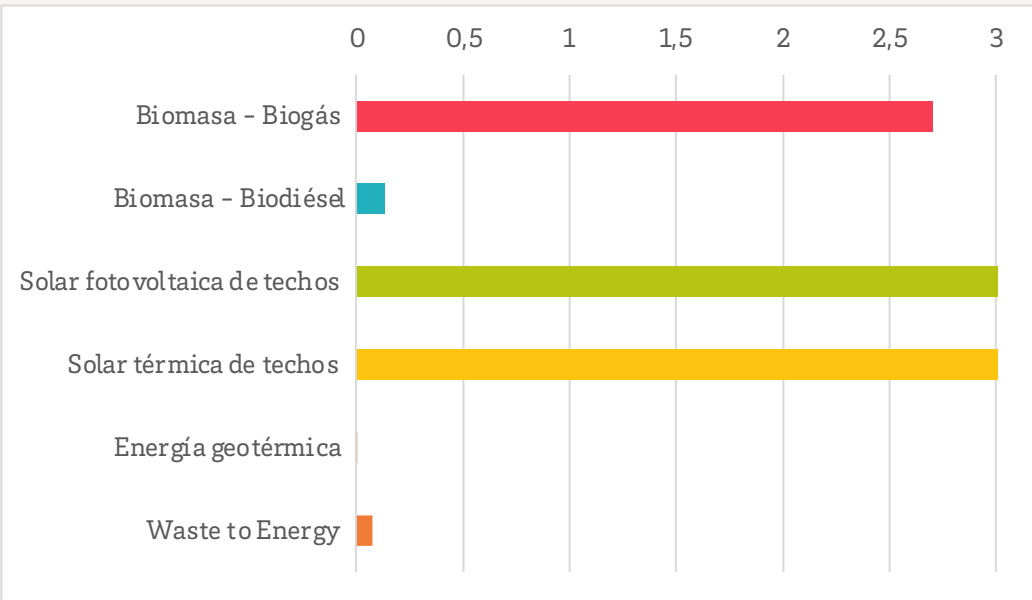


Figura 34. Potencial de energías renovables para Las Condes, escalado (GWh/año).
Fuente: Elaboración propia.



6. POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las medidas de eficiencia energética son el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios que se obtienen, sin afectar su calidad, el confort de los usuarios ni la seguridad de las personas y bienes. Esta reducción se puede lograr a través de intervenciones tecnológicas o por cambios en el comportamiento y hábitos de las personas, ambas medidas permiten disminuir la pérdida de energía (AChEE, 2007).

Dentro de este capítulo se estimó el potencial de eficiencia energética del sector residencial, público y privado de la comuna.

6.1 Sector residencial

Para el sector residencial, se consideraron medidas de eficiencia energética con enfoque en la mejora de la envolvente térmica de viviendas y la gestión energética a nivel residencial.

Respecto a la mejora de la envolvente térmica, se consideran solo casas construidas antes del año 2001 (23.708 viviendas), debido a que las viviendas construidas hasta este año no tenían como requisito la incorporación de envolvente térmica (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2015). A partir de esto, se consideró implementar 3 mejoras de infraestructura que podrían generar un ahorro del 84% en la energía utilizada para calefacción en estas viviendas, esto según el Informe final de usos de la energía de los hogares de Chile 2018 (2019).

A continuación, en la **Tabla 21**, se puede observar las medidas propuestas y el ahorro energético generado por cada una de ellas.

Mejora de envolvente térmica	
Caso base: viviendas construidas antes del año 2001 en la Zona Térmica 3 (ZT3)	
Ahorro (%)	Descripción
12	Ventanas DVH con vidrio de baja emisividad y relleno de argón (transmitancia térmica $U = 1,1 [W/m^2\text{°C}]$)
32	Muro con 20 cm de aislación extra sobre el caso base
40	Techo con 15 cm de aislación sobre el caso base
84	Ahorro energético respecto a la energía utilizada para calefacción

Tabla 21. Ahorro energético por medida de mejora de la envolvente térmica.
Fuente: Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2019.

Para realizar el cálculo del ahorro energético, se consideró el consumo energético de viviendas construidas antes del año 2001 en la Zona Térmica 3 (ZT3), de acuerdo con la Reglamentación Térmica del MINVU (2000), en la que se ubica la comuna, teniendo un consumo promedio de 8,77 MWh/vivienda/año. El ahorro generado representa el 39,9% de la energía total de una vivienda sin ningún tipo de envolvente térmica. En cuanto al consumo total en el sector residencial, este ahorro representa el 9,6% (ver **Tabla 22**). Cabe señalar que este porcentaje se basa en el cálculo del consumo energético total de las viviendas de la comuna, antecedente generado mediante datos entregados en el Informe final de usos de la energía de los hogares (2018).

Descripción	MWh/año	%
Consumo energético total de viviendas de la comuna	859.925,9	100
Ahorro energético en total de viviendas construidas antes del 2001 por mejora de la envolvente térmica	82.966,1	9,6

Tabla 22. Resumen del potencial ahorro energético por mejora de la envolvente térmica.
Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que este tipo de medidas no solo trae beneficios en cuanto al ahorro energético –y por ende económico– sino que también favorece el confort térmico de las personas, el cual es considerado una necesidad básica relacionada con la calidad de vida y el desarrollo humano (Red de Pobreza Energética de la Universidad de Chile, 2019). Además, la implementación de medidas de eficiencia energética se alinea con las políticas públicas que se encuentra impulsando el país en materia energética.

En cuanto a la gestión energética residencial, en la **Tabla 23**, se puede observar las medidas a implementar y el ahorro energético generado por cada una de ellas.

Ahorro por gestión residencial de la energía sector residencial		
N°	Medida	Ahorro Anual (MWh/año)
1	Uso de hervidor eléctrico y almacenamiento de agua en termo	0,05
2	Recambio de artefactos con consumo Stand-By por alargador con interruptor encendido/apagado	0,05
3	Recambio de 5 ampolletas fluorescentes por ampolletas LED	0,32
Ahorro por vivienda		0,43

Tabla 23. Ahorro energético generado en una vivienda tras implementación de kit y gestión energética residencial.

Fuente: Programa de Inclusión Energética, 2019.

Se considera gestión energética ya que no solo involucra el recambio o incorporación de artefactos, sino que también su correcto uso, fomentando prácticas eficientes energéticamente. Para realizar la estimación del potencial del ahorro energético, se consideró un kit de eficiencia energética con los elementos ya señalados, permitiendo un ahorro por vivienda de 0,43 MWh/año, equivalente a un ahorro aproximado del 5,46% del consumo total de una vivienda. Lo anterior en base a información entregada por el Programa de Inclusión Energética PIE (2020) del proyecto “Modelo tecnológico, financiero y de gestión para aumentar el acceso a ACS de familias vulnerables” (no publicado).



6.2 Sector público

En este sector se estimó el ahorro de medidas de eficiencia energética en establecimientos educacionales municipales, centros de salud y recambio de luminaria públicos. Para los establecimientos educacionales, se propuso el recambio de luminaria, específicamente el recambio de tubos fluorescentes a tubos led de 120cm, considerando 1 punto de luz por cada 10m², además de la mejora en la envolvente térmica, incluyendo las 3 medidas propuestas en el punto anterior. Para los establecimientos de salud, solo se consideró la mejora de envolvente térmica dado que estos ya han implementado el recambio de luminaria.

Para estimar el ahorro generado por el recambio de luminaria, se consideró solo 3 de los 11 establecimientos educacionales municipales de la comuna, ya que los restantes ya han implementado esta medida. De esta manera, considerando un ahorro de 4,44 kWh/m² al año, además de la superficie promedio de cada

establecimiento, se estimó un ahorro de 71,0 MWh/año para los establecimientos educacionales.

En cuanto a la mejora de la envolvente térmica, para estimar su impacto, se consideró un ahorro energético de 38,46 kWh/m²/año implementando las 3 medidas de aislación térmica. Al considerar la superficie de cada establecimiento, se estima un ahorro de 394,6 MWh/año para los 9 centros de salud y 2.253,2 MWh/año para los 11 establecimientos educacionales.

Finalmente, para el recambio de iluminación pública, se consideró el 7% de la luminaria que no ha sido cambiada a tecnología led, generando un ahorro de 499,0 MWh/año.

Por lo tanto, considerando todas las medidas recomendadas para el sector público, se podría obtener un ahorro energético potencial de 3.217,7 MWh/año (ver [Tabla 24](#)).

Medidas de eficiencia energética	Ahorro energético (MWh/año)
Recambio del 7% de la luminaria pública	499,0
Recambio de luminaria en establecimientos educacionales	71,0
Mejora de la envolvente térmica en establecimientos educacionales	2.253,2
Mejora de la envolvente térmica en centros de salud	394,6
Ahorro energético total	3.217,7

Tabla 24. Resumen del potencial ahorro energético generado en el sector público.
Fuente: Elaboración propia.

6.3 Sector privado

Para el sector privado, se consideraron medidas de eficiencia energética enfocadas a la gestión energética a nivel comunal para el comercio, y, de manera complementaria, se estimó el impacto generado por la implementación de 4 medidas específicas en una oficina tipo que no posee prácticas eficientes.

Respecto a las medidas de gestión energética, la norma ISO 50.001, establece los requisitos que debe poseer un sistema de gestión energética, con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de las organizaciones. Aplicar estas medidas puede resultar en la disminución del 3,8% en el consumo energético de una organización durante el primer año, 10,1% el primer año y medio, e ir elevándose a medida que los sistemas tengan un grado de madurez mayor (Berkeley National Laboratory, 2013). De esta manera, aplicar medidas de gestión energética en el sector comercial, puede resultar en un ahorro de entre el 5 y el 20% sobre su consumo energético.

A partir de la información disponible en la web de Energía Abierta del Ministerio de Energía, se estimó para el año 2019 que el promedio del consumo anual de los grandes consumidores del sector privado en la comuna de Las Condes fue de 1804,08 MWh/año. De esta manera, aplicar medidas de gestión energética en el sector privado puede generar un ahorro entre 90,2 MWh/año y 360,8 MWh/año por establecimiento comercial. Considerando a las 6248 organizaciones privadas que consumen 500 MWh/mes o más en la comuna, el ahorro potencial del sector privado está entre 563.569,6 MWh/año (caso A) y 2.254.278,4 MWh/año (caso B) aproximadamente.



Descripción	(MWh/año)	%
Consumo energético del sector industrial de la comuna	11.271.891,84	100
Ahorro potencial en el consumo energético del sector privado en la comuna (Caso A)	563.594,59	5
Ahorro potencial en el consumo energético del sector privado en la comuna (Caso B)	2.254.278,36	20

Tabla 25. Resumen del potencial ahorro energético por gestión energética en el sector privado.
Fuente: Elaboración propia.

Según la Ruta Energética de Chile para el período 2018 - 2022 (Ministerio de Energía, 2018) y la Propuesta del Plan Energético Regional (PER) de la Región Metropolitana de Santiago (E2BIZ Consultores, 2019), se recomienda la implementación de 4 ejes de acción en materias de eficiencia energética para la comuna:

- Promover el etiquetado de eficiencia energética, según estándares mínimos definidos.
- Implementar sistemas de gestión de energía a través de la cooperación público-privada.
- Mejorar estándares de eficiencia energética en el diseño, construcción y reacondicionamiento de edificaciones, lo cual podría significar una reducción del 30% de la demanda de energía.
- Promover la competencia a través de un mercado maduro y con experiencia en eficiencia energética.

La aplicación de las medidas antes descritas, tienen el potencial de influir de manera transversal sobre los distintos sectores, y pueden generar una disminución del 21% en la intensidad del consumo energético de la comuna para el año 2050 (E2BIZ Consultores, 2019).

Por otro lado, se estimó el impacto generado por la implementación de 4 medidas de eficiencia energética en una oficina que no posea prácticas eficientes. A continuación, en la [Tabla 26](#), se presentan las medidas y los respectivos ahorros que pueden significar para una oficina, según datos entregados por la Agencia de Sostenibilidad Energética en su guía de recomendaciones para el uso eficiente de la energía en oficinas. (AChEE, s.f.).

Ahorro por medida implementada en oficina comercial			
N°	Medida	Ahorro anual (kWh/año)	Ahorro anual (MWh/año)
1	Reemplazo de 10 tubos fluorescente estándar por 10 eficientes tipo T5 con balasto electrónico	414	0,41
2	Mantener sistema de climatización a una temperatura de confort constante, no menos de 24°C en verano y no más de 20°C en invierno	1.196,5	1,20
3	Apagado de 10 computadores (monitor y CPU) durante una hora en el almuerzo	288	0,29
4	Utilizar termo de agua para almacenar agua caliente	86,7	0,09
Ahorro energético total por oficina		1.985,2	1,99

Tabla 26. Ahorro energético generado en una oficina por medida de eficiencia energética.
Fuente: Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE, s.f.).

Bajo el supuesto de que en una oficina se utilizan 10 computadores, 10 tubos de iluminación y su uso sea durante 9 horas diarias, la aplicación de estas medidas puede significar un ahorro aproximado de 1,99 (MWh/año).

6.4 Resumen del ahorro energético

En conclusión, a partir de las medidas antes descritas, la comuna de Las Condes tiene un potencial de ahorro gracias las medidas de eficiencia energética presentadas que van desde 649.778,4 y 2.340.562,2 MWh/año, siendo el sector que tiene mayor impacto el privado, luego el residencial, y por último el público (ver [Tabla 27](#) y [Figura 35](#)).

Sector	Ahorro energético (MWh/año)	
	Caso A	Caso B
Residencial	82.966,1	82.966,1
Público	3.217,7	3.217,7
Privado	563.594,6	2.254.378,4
Total	649.778,4	2.340.562,2

Tabla 27. Resumen del ahorro total estimado.
Fuente: Elaboración propia.

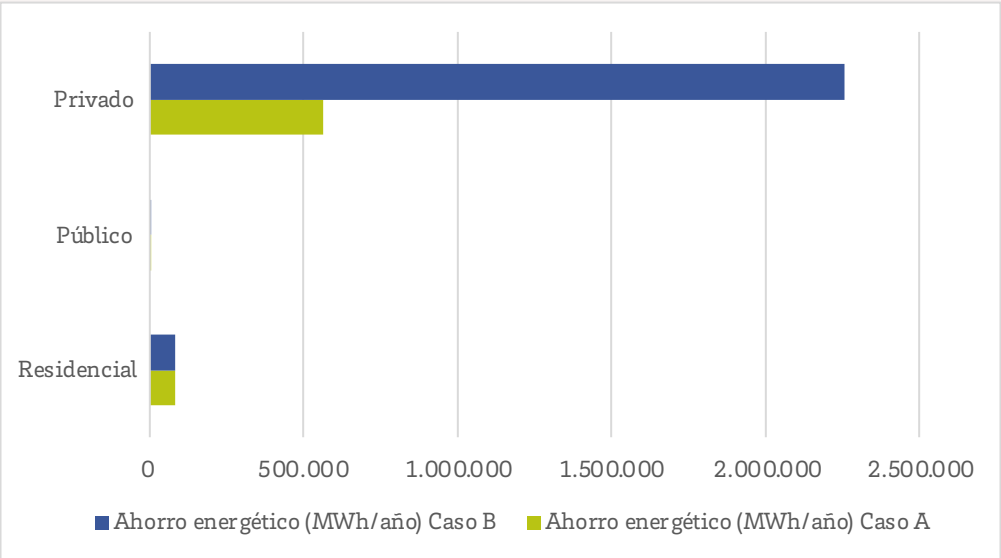


Figura 35. Resumen del potencial ahorro energético estimado.
Fuente: Elaboración propia.





7. PROCESO PARTICIPATIVO

Durante la etapa de recopilación de información territorial y energética se sostuvieron reuniones con funcionarios municipales de diversos departamentos y unidades: Medio Ambiente, Secretaría de Planificación, Desarrollo Comunitario e Infraestructura. En estas instancias se identificaron los programas y proyectos municipales compatibles con el Programa Comuna Energética y también los actores clave a considerar en la construcción del plan de acción.

A continuación, se presenta el proceso de participación implementado para la elaboración del plan de acción de la EEL de Las Condes.

7.1 Talleres participativos: metodología y descripción de actividades

Dada la situación de pandemia por coronavirus, desde el municipio se definió que los talleres participativos se realizarían vía teleconferencia. La principal herramienta utilizada para el trabajo práctico fue una pizarra virtual (*Google Jamboard*).

Para realizar la convocatoria de los actores clave que participaron en los talleres, en primer lugar, se identificaron los medios de comunicación de cada uno: correo electrónico o número telefónico. Se buscó agendar una reunión o llamada telefónica con cada uno de los actores para explicar el proceso de elaboración de la EEL, conocer las necesidades energéticas que identifican en el territorio e invitarlos a participar en los talleres. Alrededor de 70 actores fueron contactados. Posteriormente se enviaron las invitaciones vía correo electrónico con las fechas y el enlace de conexión.

Se desarrollaron tres talleres en el marco de la elaboración de la Estrategia Energética Local de Las Condes: 1. Visión energética, 2. Objetivos y metas energéticas, 3. Priorización de proyectos.

Durante los talleres se presentó una asistencia promedio de 36 personas y hubo una representación equitativa de género, donde en promedio, la participación de mujeres fue del 45% y 55% de hombres (**Tabla 28**). También hubo una participación proporcional de los sectores público, social y privado. Sin embargo, la asistencia a los talleres fue disminuyendo hacia el tercer taller, especialmente desde el sector privado. Los participantes del sector social fueron quienes mantuvieron la participación más pareja durante las tres instancias (**Figura 36**). El detalle de la asistencia a cada taller se encuentra en el **Anexo 11.2**.



	Taller	Mujeres	Hombres	Total
1.	Visión energética	21	26	47
2.	Objetivos y metas energéticas	15	19	34
3.	Priorización de proyectos	12	14	26

Tabla 28. Participación en talleres según sexo.
Fuente: Elaboración propia.

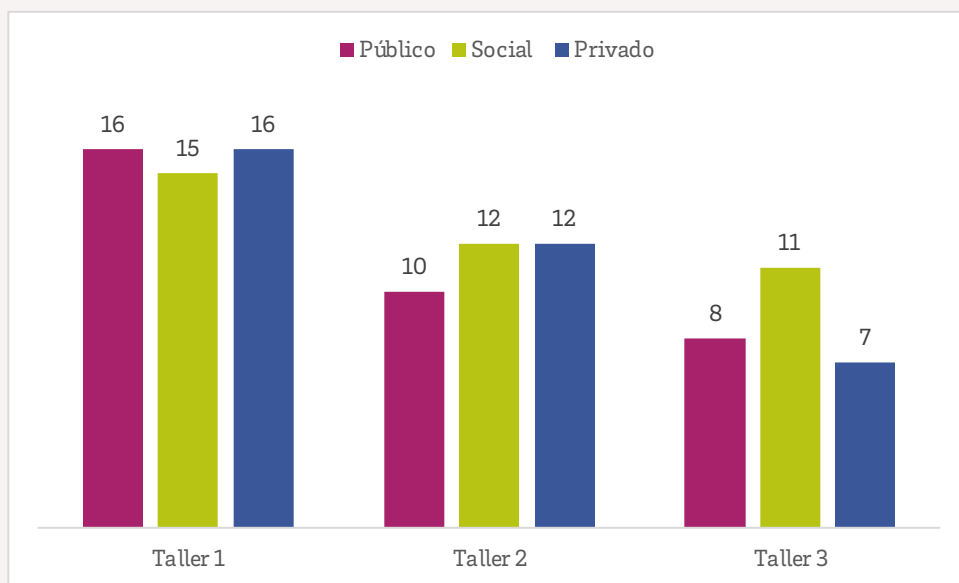


Figura 36. Participación de actores clave en talleres de la EEL, según sector.
Fuente: Elaboración propia.

7.2 Taller 1: Visión energética

El primer taller fue realizado el día martes 18 de mayo del 2021 entre 10:00 y 12:00 horas. En primer lugar, se dieron las palabras de bienvenidas desde el municipio y autoridades presentes. El equipo ejecutor presentó las distintas fases del programa Comuna Energética, con énfasis en el proceso de elaboración de una Estrategia Energética Local. Se expusieron los principales resultados del diagnóstico territorial y energético, así como las estimaciones de los potenciales de energías renovables y eficiencia energética disponibles en la comuna.

Posteriormente se presentó la definición de una visión energética y se mostraron ejemplos de otras comunas. Los participantes fueron separados en 3 grupos (salas virtuales) compuestos por actores de distintos sectores donde se trabajó en una pizarra virtual (Google Jamboard). La discusión para elaborar las propuestas de visiones energéticas fue desarrollada en torno a la pregunta: ¿Cómo te imaginas Las Condes en 15 años más en cuanto a energía y sostenibilidad?



Cada grupo eligió un vocero para que en la sala principal presentara la visión energética elaborada. Las propuestas de visión energética fueron las siguientes:

Visión energética 1

“Comuna referente e innovadora que integra y articula los distintos actores en pro del desarrollo energético sostenible, conformada por ciudadanos educados, conscientes y comprometidos con una sólida cultura socioambiental”.

Visión energética 2

“Comuna autosuficiente y colaboradora que, a través de la gestión, inclusión y educación ciudadana, lidera de manera ejemplar el uso eficiente de energía moderna, limpia y sustentable”.

Visión energética 3

“Comuna en permanente desarrollo y crecimiento que incorpora una gestión energética sostenible e integral, así como la educación y concientización para el uso responsable de sus recursos”.

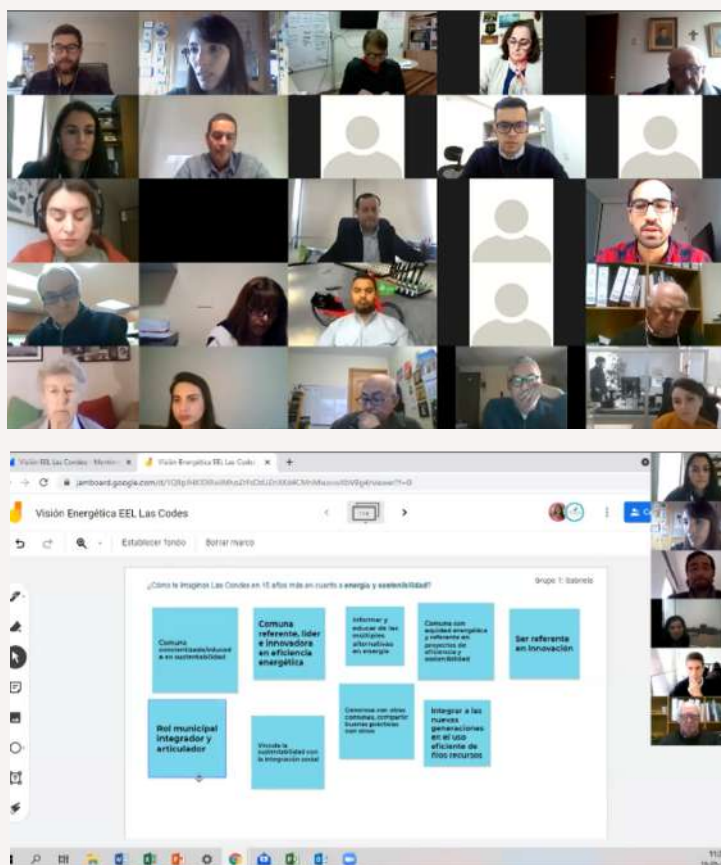


Figura 37. Taller de visión energética de Las Condes.
Fuente: Screenshots del taller.

7.3 Taller 2: Objetivos energéticos

Esta instancia fue desarrollada el día 25 de mayo del 2021 y tuvo por objetivo elaborar los objetivos y metas energéticas para la comuna. Al comenzar el taller el equipo consultor presentó las distintas fases y objetivos del programa Comuna Energética y nuevamente se expusieron los principales resultados del diagnóstico territorial y los potenciales de energías renovables disponibles en el territorio.

Se expusieron las tres propuestas de visión energética elaboradas en el primer taller y se realizó una encuesta para seleccionar la visión energética definitiva. Con el 59% de las preferencias (**Figura 38**), la visión energética para Las Condes es la siguiente:

“Comuna referente e innovadora que integra y articula los distintos actores en pro del desarrollo energético sostenible, conformada por ciudadanos educados, conscientes y comprometidos con una sólida cultura socioambiental”,

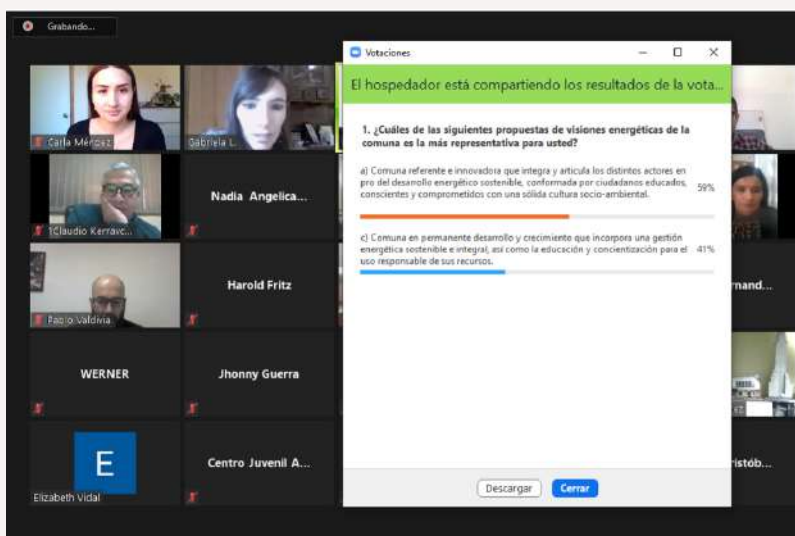


Figura 38. Encuesta para seleccionar la visión energética comunal.
Fuente: Screenshot del taller.

Para la elaboración de objetivos y metas se expuso la estructura que estos deben poseer y ejemplos de otras comunas. Para focalizar el trabajo práctico se agruparon diversas temáticas que fueron identificadas durante el proceso. Los asistentes fueron separados en tres grupos, quienes elaboraron objetivos y metas en torno a los temas designados:

- **Grupo 1:** Energías Renovables | Eficiencia energética
- **Grupo 2:** Construcción e infraestructura sustentable | Gestión energética institucional | Movilidad sostenible
- **Grupo 3:** Educación y capacitación | Articulación e integración municipal | Información energética ciudadana



Cada grupo seleccionó un representante que expuso los principales resultados obtenidos. Los objetivos y metas energéticas elaboradas fueron posteriormente ajustadas y validadas por el equipo consultor y municipal.

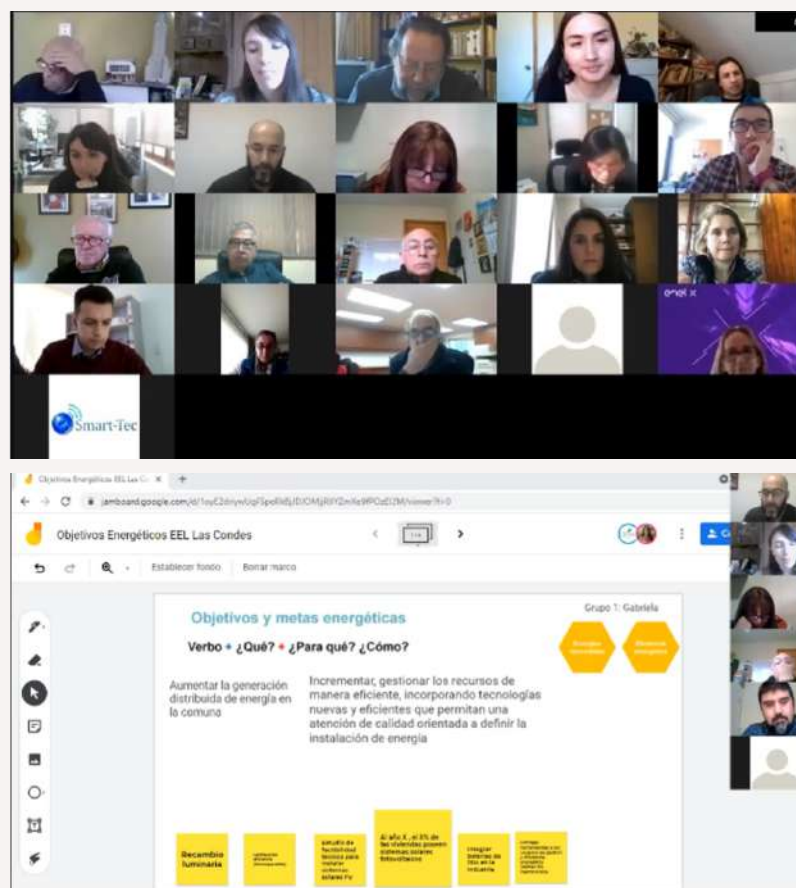


Figura 39. Taller de objetivos y metas energéticas de Las Condes.
Fuente: Screenshots del taller.

7.4 Taller 3: Priorización de proyectos

Previo a este taller se generó un listado de acciones energéticas que fueron identificadas en la elaboración del diagnóstico territorial y energético, en las reuniones bilaterales y durante los primeros talleres participativos.

Esta tercera instancia fue desarrollada el día 01 de junio del 2021. Al inicio se expusieron los principales resultados del taller 1 y 2, y se presentaron las acciones e iniciativas energéticas propuestas por cada objetivo.

Posteriormente se procedió a separar a los asistentes en 3 grupos quienes trabajaron con un set de acciones energéticas diferentes. Cada iniciativa energética se fue posicionando en una línea de tiempo, desde el año 2022 al 2036, según prioridad, urgencia y/o importancia. Durante el taller se ajustaron y eliminaron algunas iniciativas y además se integraron nuevas. Finalmente, un representante de cada grupo presentó sus resultados.

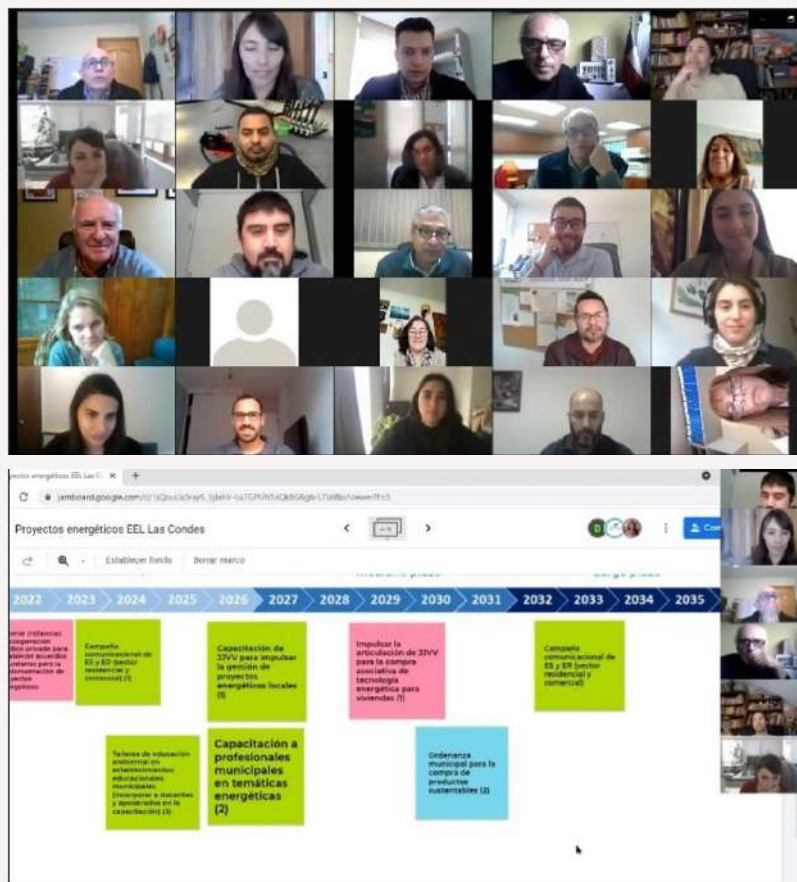


Figura 40. Taller de priorización de proyectos energéticos.
Fuente: Screenshots del taller.



8. PLAN DE ACCIÓN DE LA EEL

Luego del proceso participativo se consolidó el siguiente plan de acción para la comuna de Las Condes, el cual considera una visión energética, objetivos, metas y perfiles de acciones y proyectos definidos.

8.1 Visión

Comuna referente e innovadora que integra y articula los distintos actores en pro del desarrollo energético sostenible, conformada por ciudadanos educados, conscientes y comprometidos con una sólida cultura socioambiental.

8.2 Objetivos y metas

1. Fomentar la generación distribuida en la comuna que aumente el ahorro energético y reduzca emisiones contaminantes

Meta 1

Al año 2031, las instalaciones de generación eléctrica distribuida aumentan la capacidad instalada en 2,2 MW

Se espera alcanzar a nivel residencial que un 3% de las viviendas de la comuna, que correspondan a casas y posean la materialidad adecuada, implementen sistemas de generación energética distribuida. Lo anterior, corresponde a alrededor de 1.084 viviendas, equivalentes a una capacidad instalada de 2,2 MW, mediante sistemas solares fotovoltaicos.

Meta 2

Integrar sistemas renovables en cinco recintos públicos de la comuna al 2030.

El municipio posee diversos establecimientos y recintos que se encuentran bajo su administración. Algunos de estos poseen altos consumos energéticos, tales como establecimientos educacionales, culturales, de salud y de atención al público. Por lo tanto, se impulsará la implementación de sistemas energéticos sustentables en cinco recintos prioritarios.



2.

Optimizar el uso de la energía en los sectores público, residencial y comercial a través de la construcción sustentable y el uso eficiente de la energía

Meta 3

En el año 2030 las viviendas de la comuna se construyen con estándares de eficiencia energética, ahorrando el 50% de los gastos en calefacción respecto al consumo actual

Dentro de los consumos energéticos de una vivienda, en promedio, el 40% se debe a los gastos en calefacción y refrigeración, teniendo ese antecedente, esta meta busca aumentar los estándares en la construcción de la comuna, lo que permitirá disminuir los consumos energéticos en hasta un 80% en esta materia. Junto a esto, se tiene un importante beneficio adicional que es mejorar el confort térmico de sus residentes al existir menor variabilidad de temperatura interior.

Meta 4

En el año 2025 se gestionará el consumo energético del 80% de las dependencias municipales

La Municipalidad de Las Condes cuenta con infraestructuras que tienen importantes consumos energéticos, considerando esto, la presente meta busca la realización de un diagnóstico energético en ellas para conocer sus potenciales en eficiencia energética, posterior a esto se ejecutarán medidas que permitirán la optimización de sus consumos ayudando así la reducción de los gastos energéticos, la disminución de gases de efecto invernadero y la reducción de costos económicos.



3.

Promover la cooperación y sensibilización de actores locales con el fin de impulsar acciones energéticas sostenibles

Meta 5

Al 2030 se encuentran en implementación dos programas municipales permanentes de educación y capacitación energética para estudiantes y vecinos de la comuna

Durante el proceso de elaboración de la EEL una de las principales necesidades identificadas por los actores territoriales ha sido el conocimiento en temas energéticos. Por esto se han definido las organizaciones sociales y los establecimientos educacionales como focos para la implementación de acciones de educación y capacitación.

Meta 6

Se establecen convenios con al menos cinco instituciones privadas para la implementación de proyectos energéticos al 2026

Esta meta se orienta a impulsar el desarrollo de acciones energéticas mediante cooperación público-privada. Se espera establecer convenios con establecimientos de educación superior, empresas de movilidad sostenible, ESCO u otras.

4.

Ampliar y potenciar el acceso al transporte sustentable en la comuna

Meta 7

Al año 2036 se duplican los kilómetros de ciclovías implementadas en la comuna.

Actualmente Las Condes posee 36,7 kilómetros de ciclovías. El municipio tiene planificado ampliar esta superficie al doble para ser una comuna líder en la promoción de diversas formas de movilidad sustentable.

Meta 8

La flota de vehículos municipales es carbono neutral al 2034

Dada la meta que estableció el gobierno para Chile de alcanzar la carbono neutralidad al año 2050, es que se tomarán acciones para que la flota de vehículos municipales (buses, vehículos operativos y de seguridad, maquinaria, entre otros) también lo sea al 2034.

8.3 Plan de acción

El cumplimiento del plan de acción de la Estrategia Energética Local de Las Condes estará dado por el avance en la implementación de las acciones/proyectos energéticos que permitirán cumplir las metas establecidas. Las acciones energéticas fueron ordenadas en una Carta Gantt que permite visualizar el plan de acción al 2036 (**Tabla 29**). Además, se elaboraron fichas que describen a mayor profundidad cada iniciativa (**Anexo 11.3. Fichas de iniciativas energéticas**).

Objetivo	Proyecto	Categoría Sello CE	Criterio	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
				2022-2026	2027-2031	2032-2036
1. Fomentar la generación distribuida en la comuna que aumente el ahorro energético y reduzca emisiones contaminantes	Incorporar sistemas solares fotovoltaicos en colegios municipales bajo modelo ESCO	Energías renovables y generación local	3.3			
	Programa de apoyo para la implementación de SSFV en viviendas	Energías renovables y generación local	3.2-3.4			
	Promover consumos energéticos no contaminantes en grandes consumidores de energía de la comuna	Energías renovables y generación local	3.1-5.5			
	Estudio para la valorización energética de los residuos orgánicos domiciliarios y municipales	Energías renovables y generación local - Planificación energética	3.6-1.3			
	Sistemas energéticos solares en infraestructura de la Corporación Cultural de Las Condes	Energías renovables y generación local	3.4			



				Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Objetivo	Proyecto	Categoría Sello CE	Criterio	2022-2026	2027-2031	2032-2036
2. Optimizar el uso de la energía en los sectores público, residencial y comercial a través de la construcción sustentable y el uso eficiente de la energía	Aumentar al 100% el parque lumínico público a led	Eficiencia energética en la infraestructura	2.8			
	Mejorar la envolvente térmica de establecimientos educacionales municipales	Eficiencia energética en la infraestructura	2.3			
	Incorporar certificación CES o LEED al nuevo colegio municipal	Eficiencia energética en la infraestructura	2.1			
	Compra de electricidad municipal a fuentes renovables	Energías renovables y generación local	3.1			
	Realizar auditoria energética e implementar medidas de EE en los edificios municipales de mayor consumo energético	Eficiencia energética en la infraestructura	2.2 y 2.5			
	Cuantificación de la Huella de Carbono municipal a través del programa Huella Chile	Eficiencia energética en la infraestructura	2.1			
	Plan de gestión energética en edificios residenciales	Sensibilización y cooperación	5.8			
	FONDEVE con énfasis en el acondicionamiento térmico y la regularización eléctrica	Sensibilización y cooperación	5.8			
	Programa de apoyo para incorporar tecnología eficiente de climatización en hogares	Sensibilización y cooperación	5.8			
	Incentivar la incorporación de criterios de EE en la construcción	Planificación energética	1.7			



Objetivo	Proyecto	Categoría Sello CE	Criterio	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
				2022-2026	2027-2031	2032-2036
3. Promover la cooperación y sensibilización de actores locales con el fin de impulsar acciones energéticas sostenibles	Cooperación interinstitucional público privada para la implementación de proyectos energéticos	Sensibilización y cooperación	5.5-5.6			
	Campana comunicacional de EE y ER	Sensibilización y cooperación	5.1			
	Talleres de educación ambiental en establecimientos educacionales municipales	Sensibilización y cooperación	5.9			
	Capacitación a profesionales municipales en temáticas energéticas	Organización y finanzas	4.4			
	Capacitación de JJVV para impulsar la gestión de proyectos energéticos locales	Organización y finanzas - Sensibilización y cooperación	4.7-5.8			
	Impulsar la articulación de JJVV para la compra asociativa de tecnología energética para viviendas	Organización y finanzas - Sensibilización y cooperación	4.7-5.8			
	Protocolo Municipal para la compra de productos sustentables	Organización y finanzas	4.5			

				Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Objetivo	Proyecto	Categoría Sello CE	Criterio	2022-2026	2027-2031	2032-2036
4. Ampliar y potenciar el acceso al transporte sustentable en la comuna	Continuar el desarrollo de la red de ciclovías y paseos peatonales	Movilidad Sostenible	5.5-5.6			
	Plan municipal de movilidad sostenible	Movilidad Sostenible	5.1			
	Establecer convenios con empresas de electromovilidad para aumentar su presencia en la comuna	Movilidad Sostenible	5.9			
	Incorporar exigencias relativas al uso de movilidad sostenible en licitaciones municipales	Movilidad Sostenible - Planificación energética	4.4			
	Disminución de emisiones de la Flota de vehículos municipales	Movilidad Sostenible	4.7-5.8			





9. ANÁLISIS SELLO COMUNA ENERGÉTICA

Posterior a la elaboración de la Estrategia Energética Local y su plan de acción, el municipio deberá seguir las etapas y procesos establecidos para la obtención del Sello Comuna Energética. Para esto se han establecido acciones de seguimiento y evaluación del plan de acción y se determinaron algunas recomendaciones futuras.

9.1 Seguimiento y evaluación del plan de acción

Una de las principales acciones que debe realizar el municipio es conformar el Comité Energético Municipal (CEM), instancia que reunirá profesionales de diversos departamentos y unidades municipales. Su objetivo será realizar un seguimiento de la implementación del plan de acción energético y asegurar su avance. El coordinador y principal responsable del CEM será el encargado energético que haya designado el municipio. En el municipio de Las Condes corresponde a un funcionario de la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA). Se sugiere que el encargado energético posea como función primordial implementar acciones enfocadas en avanzar hacia un desarrollo energético sustentable para la comuna.

9.1.1 Principales funciones del Comité Energético Municipal

1. Definir una hoja de ruta que asegure el cumplimiento del plan de acción.
2. Continuar con los procesos y etapas del programa Comuna Energética, con miras a la obtención del Sello Comuna Energética.
3. Evaluar, actualizar y/o ajustar el plan de acción de la EEL según el avance efectivo de los proyectos y contingencias locales, al menos 1 vez al año.
4. Establecer una orgánica de funcionamiento interno que permita el correcto y exitoso funcionamiento del CEM, estableciendo reuniones sistemáticas de trabajo y reportabilidad.
5. Definir mecanismos de financiamiento para la implementación del plan de acción, tales como postulación a financiamiento público o privado y la implementación de distintos modelos de negocio.
6. Establecer vínculos con múltiples instituciones privadas, públicas y de la sociedad civil para el desarrollo de iniciativas energéticas.
7. Reportar resultados y estado del plan de acción al municipio y concejo municipal, así como a la Agencia de Sostenibilidad Energética y a la SEREMI de Energía.
8. Determinar indicadores clave que permitan evaluar el avance de la comuna en el programa Comuna Energética.



9.1.2 Conformación del Comité Energético Municipal

Se propone que el CEM esté conformado por representantes de los siguientes direcciones y departamentos:

- Secretaría Comunal de Planificación
- Dirección de Desarrollo Comunitario
- Departamento de Organizaciones Comunitarias
- Departamento de Desarrollo Local
- Dirección de Obras Municipales
- Dirección de Infraestructura y Servicios Públicos
- Dirección de Tránsito
- Dirección de Medio Ambiente y Aseo
- Dirección de Relaciones Públicas y Prensa
- Secretaría Comunal de Planificación

Eventualmente se pueden integrar otras unidades municipales según la idoneidad considerada por el encargado energético. Esta instancia también puede invitar a diferentes funcionarios municipales a participar de una o más sesiones de forma temporal según los temas que se vayan tratando, por ejemplo, representantes de la Dirección de Administración y Finanzas, Dirección Jurídica, departamentos técnicos, Corporación Municipal de Salud y Educación, entre otros. Además, se podrá invitar a representantes de actores clave del territorio y asesores expertos según se requiera.

Es importante resaltar que la planificación del trabajo del CEM deberá establecer acciones e hitos de corto, mediano y largo plazo, responsables, plazos, recursos, entre otros.

9.1.3 Primeras acciones

En conjunto con la conformación del Comité Energético se deberán implementar acciones de corto plazo para continuar el proceso del Programa Comuna Energética:

- Validar la Estrategia Energética Local con el Concejo Municipal y el Consejo Comunal de organizaciones de la Sociedad Civil Seleccionar.
- Realizar la publicación oficial de la EEL validada y aprobada. Esta puede ser a través de una ceremonia oficial y/o de forma virtual en la web municipal.
- Seleccionar 3 proyectos emblemáticos según los criterios y principios establecidos en la guía de la EEL 2021. Generar un plan de trabajo para impulsar su implementación.
- Verificar la aplicación de la herramienta del Sello Comuna Energética para evaluar el estado actual de la comuna, estableciendo puntajes según las categorías y criterios que se abordan.

9.2 Recomendaciones futuras

Del proceso de elaboración de la Estrategia Energética Local para la comuna de Las Condes, se desprenden las siguientes recomendaciones:

Socialización de la EEL

Es de suma relevancia establecer acciones para difundir la EEL tanto dentro del municipio como entre los actores clave del territorio y la ciudadanía en general. Estos actores deben conocer el instrumento para establecer un trabajo colaborativo interinstitucional y que facilite la implementación del plan de acción. Para lo anterior se recomienda generar una versión resumida de la EEL, que sea dinámica y facilite su comprensión. Esta puede ser en formato escrito como también mediante un video explicativo.

Colaboración intermunicipal

En línea con el punto anterior, y dada la naturaleza multidisciplinaria del plan de acción energética, es necesario generar instancias de colaboración entre las distintas direcciones y departamentos municipales que permitan la ejecución de iniciativas energéticas y el avance en el Programa. Esto se debe fortalecer mediante el establecimiento de mecanismos de comunicación efectivos e instancias de capacitación municipal.

Acciones de medioambiente

El tema energético está estrechamente relacionado al medio ambiente, por lo tanto, se sugiere establecer acciones conjuntas con la Dirección de Medio Ambiente y Aseo. También se insta a impulsar la integración del municipio al Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) y al Programa Huella Chile, promovidos por el Ministerio del medio Ambiente, y conformar el Comité Ambiental Municipal (CAM) y el Comité Ambiental Comunal (CAC). Estas instancias generan sinergias con el programa Comuna Energética e impulsa un desarrollo energético comunal sustentable.

Asociatividad municipal

Actualmente la comuna forma parte de la Asociación de Municipalidades de la Zona Oriente de la Región Metropolitana; Asociación de Municipalidades para la seguridad ciudadana de la Zona Oriente y la Asociación de Municipalidades de Chile. No obstante, no integra asociaciones municipales relacionadas a energía, medio ambiente y cambio climático. Se sugiere que el municipio forme parte de estas organizaciones, como la Asociación de Municipalidades para la Sustentabilidad Ambiental y la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático, ya que le permitirán avanzar en el cumplimiento de las metas y objetivos energéticos y ambientales, pudiendo desarrollar instrumentos de gestión como el Plan Local de Cambio Climático.

Participación ciudadana

El Programa Comuna Energética posee un fuerte componente participativo en el proceso de elaboración de la EEL. Se espera que el municipio genere instancias de participación ciudadana para las actualizaciones o ajustes del plan de acción, así como también para la implementación de iniciativas energéticas específicas. Estas instancias pueden desarrollarse a través de consultas públicas, mesas de diálogo ciudadano, talleres, capacitaciones, entre otros.

Potenciar I+D+i

El desarrollo tecnológico en el ámbito de la energía va avanzando y cambiando rápidamente con el tiempo, por lo tanto, es importante considerar la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en las iniciativas energéticas que contempla el plan de acción. El municipio de Las Condes ha sido pionero en el testeo e incorporación de innovación tecnológica en el quehacer municipal. Este posee las condiciones y cultura organizacional adecuadas para integrar mejoras en los proyectos, servicios, modelos de negocio y procedimientos actuales o idear nuevos. Lo anterior, estableciendo alianzas de cooperación con instituciones académicas y de tecnología.

Finalmente, es muy relevante generar una estrategia de comunicación interna y externa, que logre informar tanto al municipio como a la población sobre todos los esfuerzos que se han realizado en materia de energía, incentivando a las comunidades a apoyar y gestionar las distintas iniciativas que componen la EEL.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biblioteca del Congreso Nacional (BCN). *lavin-las-condes-vecinos-viviendas-integracion-social_20200510/*
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano. (2019, 25 de abril). CNDU en la prensa. Recuperado de <https://cndu.gob.cl/lun-ranking-de-comunas-que-mas-gastan-energia-electrica-en-el-hogar-busque-la-suya/>
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano. (2019, 12 de diciembre). Elaboraron catastro de ciclovías en la RM. Recuperado de <https://cndu.gob.cl/elaboraron-catastro-de-ciclovias-en-la-rm/>
- Corporación Cultural Las Condes. (2019). Memoria 2019. Santiago, Chile: Autor. Recuperado de <http://www.culturallascondes.cl/wp-content/uploads/2020/07/clac-memoria-2019.pdf>
- EGEA ONG. (2017). Estrategia energética local. Calera de Tango. Recuperado de https://www.comunaenergetica.cl/wp-content/uploads/2016/06/resumen_EEL-Calera-de-tango.pdf
- El Mercurio Online. (2020, 25 de febrero). Ranking de los 20 colegios que promediaron los mejores puntajes en la PSU este año. Recuperado de <https://www.emol.com/noticias/Nacional/2020/02/25/977714/Ranking-colegios-mejores-puntajes-PSU.html>
- Enel Chile. (2019). Memoria anual. Recuperado de <https://www.enel.cl/content/dam/enel-cl/inversionistas/enel-chile/reportes/memorias/2019/Memoria-Enel-Chile-2019.pdf>
- Energía Abierta. (2020). Consumo Eléctrico Anual por Comuna y Tipo de Cliente. Recuperado de <http://datos.energiaabierta.cl/dataviews/241686/consumo-electrico-anual-por-comuna-y-tipo-de-cliente/>
- Fraunhofer Chile. (2015). Estrategia Energética Local. Comuna Diego de Almagro. Recuperado de https://www.comunaenergetica.cl/wp-content/uploads/2016/06/INFORME-DIEGO-DE-ALMAGRO_27112017.pdf
- Fundación Chile Descentralizado. (2019, 1 de octubre). Presupuesto por habitante: comunas tienen diferencias de hasta ocho veces. Recuperado de <https://chiledescentralizado.cl/presupuesto-por-habitante-comunas-tienen-diferencias-de-hasta-ocho-veces/>
- Fundación Observatorio Fiscal. (2019, 1 de noviembre). ¿Cuáles son las brechas que existen entre los ingresos municipales de cada comuna? Recuperado de <https://observatoriofiscal.cl/Informate/Repo/BrechasentreMunicipios>
- Gamma Ingenieros S.A. (2009). Estudio: Diagnóstico Energético del Sector Retail. Informe Final. Santiago: Autor. Recuperado de http://old.acee.cl/576/articles-61760_doc_pdf.pdf
- Garat, P. (2014). Potencial de energía geotérmica de baja entalpía para calefacción domiciliar en la cuenca de Santiago (tesis de grado). Santiago: Universidad de Chile.
- Ilustre Municipalidad de Las Condes. (2020). Programa Viviendas de Las Condes. Recuperado de <https://www.lascondes.cl/descargas/transparencia/subsidios/>

- programas_sociales/2020/
VIVIENDA-DE-LAS-CONDES-2020.pdf.
- Ilustre Municipalidad de Las Condes. (2012). Subsidios/Programas Sociales. Recuperado de https://www.lascondes.cl/descargas/transparencia/subsidios/programas_sociales/2012/03.prog.apoyo.a.personas.vulnerables.2012.pdf
- Ilustre Municipalidad de Las Condes. (2017). Plan de Desarrollo Comunal 2018-2021. Santiago, Chile: Autor.
- Ilustre Municipalidad de Las Condes. (2020, 6 de abril). Conoce los resultados de la encuesta Las Condes Te Cuida. Recuperado de <https://www.lascondes.cl/noticias/las-condes-al-dia/detalle/506/conoce-los-resultados-de-la-encuesta-las-condes-te-cuida>
- Ilustre Municipalidad de Las Condes. (2020). Las Condes Verde. Recuperado de <https://www.lascondes.cl/las-condes-verde/retiro-cachureos/retiro-cachureos.html>
- Ilustre Municipalidad de Las Condes. (2021). Mapa de Juntas de Vecinos. Recuperado de <https://www.lascondes.cl/georeferencia/junta-vecinos>
- Ilustre Municipalidad de Las Condes. (s.f.). Información Comunal. Recuperado de <https://www.lascondes.cl/municipalidad/informacion-comunal/superficie.html>
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2017). Resultados censo 2017. Recuperado de <http://resultados.censo2017.cl/Region?R=R02>
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2015). Indicadores Regionales y Comunales. Recuperado de http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadores/indicadores_reg_com_2015.php
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2017). Encuesta Casen 2017. Santiago, Chile: Observatorio Social. Obtenido de http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/Resultados_trabajo_Casen_2017.pdf
- Ministerio de Educación. (2020). Directorio de Establecimientos 2019. Recuperado de <http://datos.mineduc.cl/dataviews/253515/directorio-de-establecimientos-2019/>
- Ministerio de Energía. (2019). Mapa de vulnerabilidad energética. Síntesis metodológica y resultados. Santiago, Chile: Autor. Recuperado de https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/documento_de_metodologia_y_resultados_0.pdf
- Ministerio de Energía. (s.f.). Explorador eólico. Recuperado de <http://eolico.minenergia.cl/inicio>
- Ministerio de Energía. (s.f.). Explorador solar. Recuperado de <http://solar.minenergia.cl/inicio>
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT). 2021. Visor de ciclovías. Recuperado de <https://ciclovias.visorterritorial.cl/>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2020, 11 de mayo). Minvu y Las Condes acuerdan traspaso de terreno para nuevas viviendas sociales en la comuna. Recuperado de <https://www.minvu.cl/noticia/noticias/minvu-y-las-condes-acuerdan-traspaso-de-terreno-para-nuevas-viviendas-sociales-en-la-comuna/>
- Ministerio de Energía. (2019). Seremi de Energía participa en lanzamiento de proyecto que utilizará la basura para generar energía. Recuperado de <https://energia.gob.cl/noticias/valparaiso/seremi-de-energia-participa-en-lanzamiento-de-proyecto-que-utilizara-la-basura-para-generar-energia>
- Miranda, B. (2017, 3 de octubre). Villa Colón Oriente: La población de Las Condes que se debate entre la pasta base y los drones de Lavín. The Clinic.

- Muffler, L.J.P. and Cataldi, R. (1978) Methods for Regional Assessment of Geothermal Resources. *Geothermics*, 7, 53-89.
- Pöyry y Ebp. (2018). Estudio de Factibilidad de una Planta Waste to Energy para la Región Metropolitana. Recuperado en: <https://autoconsumo.minenergia.cl/wp-content/uploads/2018/06/Informe-Final-Estudio-WTE-RM-2018.pdf>
- Ramos, A. (2011). Evaluación del potencial geotérmico de muy baja entalpía de la Región de Murcia mediante el uso de sistemas de información geográficos para la implantación de sistemas de climatización y ACS. Recuperado de <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1867/pfm233.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2020). Buscar y revisar proyectos. Recuperado de <https://www.sea.gob.cl/>
- Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). (2021). Clasificación de los residuos. Recuperado de <https://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/residuos/>.
- Sistema de Indicadores y Estándares. (s.f.). Explorar indicadores. Recuperado de <http://siedu.ine.cl/descargar/descarga.html>.
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). (2018). Diagnóstico Nacional y Regional sobre generación y eliminación de residuos sólidos domiciliarios y asimilables. Recuperado de http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/4.8_region_metropolitana_agosto_2018.pdf.
- Sunbelt. (s.f.). Proyecto fotovoltaico Villa Escuela Las Condes. Recuperado de <https://sunbelt.cl/proyectos/proyecto-fotovoltaico-villa-escuela-las-condes/>
- Transporteinforma. (2020, 10 de mayo). Nuevas ciclovías temporales son implementadas en Las Condes. Recuperado de <https://www.transporteinforma.cl/nuevas-ciclovias-temporales-seran-implementadas-en-las-condes/>
- Universidad de Chile. (2014). Material docente Diplomado de Energías Renovables No Convencionales: Biodiésel. Santiago de Chile.
- U.S. Energy Information Administration. (2020). Biomass explained Waste-to-energy (Municipal Solid Waste). Recuperado de <https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/waste-to-energy-in-depth.php>.

11. APÉNDICES Y ANEXOS

11.1 Cálculo de la proyección de consumos eléctricos

a) Residencial

Para el uso residencial se evaluó por una parte el historial de consumo de los últimos 5 años, sin embargo, a pesar de verse una baja a partir del año 2017, los consumos eléctricos residenciales son parejos y no muestran una tendencia clara, por lo tanto, se utiliza el crecimiento de la población proyectado por el INE como factor de proyección de los consumos eléctricos futuros. Para esto se hace un ajuste recalculando el consumo per cápita debido a que en la información proyectada del INE la población del 2017 tiene variaciones con la real encuestada en la comuna de Las Condes en base al Censo. A partir de este valor se multiplica por la población proyectada por el INE año a año, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$E_i = P_{Pi} * C_{pc'}$$

E_i = Energía total residencial en el año i

P_{Pi} = Población proyectada por el INE en el año i

$C_{pc'}$ = Consumo per cápita ajustado

b) Comercial

Para el caso del sector comercial⁴ existe buena correlación en los datos de consumos históricos, tal como lo muestra la curva de consumos de la **Figura 41** (1 es 2015, 2 es 2016 y así sucesivamente hasta el 5 que es 2019), sin embargo, esto se debe al aumento de los clientes libres. Al utilizar esta tendencia, en 2 años más los consumos serían negativos, lo que no tiene sentido práctico.

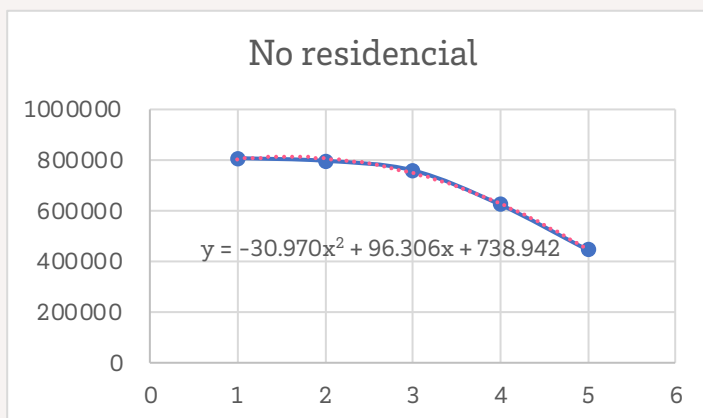


Figura 41. Consumo comercial de la comuna de Las Condes.
Fuente: Elaboración propia.

⁴ Considera el sector privado y el sector público.

Por lo tanto, se realizaron dos metodologías de proyección, una basada en el PIB tendencial y una segunda en base a la aproximación lineal de la curva histórica.

1) Proyección en base al PIB tendencial

La Dirección de Presupuestos (DIPRES), en su acta del 4 de mayo de 2020 llamada Resultados del Comité Consultivo del PIB Tendencial, realizó una estimación del crecimiento del PIB Tendencial hasta el año 2025, luego, para complementar los datos hasta el 2035 se utilizó una extrapolación lineal simple de los datos. Con estos datos de crecimiento, se utilizaron los valores del consumo energético comercial y se obtuvo lo que muestra la **Tabla 30**.

Año	Tendencia PIB	Consumo comercial [MWh]
2020	1,8%	454.356
2021	1,9%	462.989
2022	2,1%	472.711
2023	2,2%	483.111
2024	2,3%	494.223
2025	2,4%	506.084
2026	2,5%	518.736
2027	2,6%	532.223
2028	2,7%	546.593
2029	2,8%	561.898
2030	2,9%	578.193
2031	3,0%	595.539
2032	3,1%	614.000
2033	3,2%	633.648
2034	3,3%	654.559
2035	3,4%	676.814

Tabla 30. Proyección de crecimiento en base al PIB tendencial.
Fuente: Elaboración propia.

2) Proyección en base a la aproximación polinómica de segundo grado

Se obtiene la ecuación de la curva que representa la línea de la tendencia polinómica de segundo orden, la que se muestra en la **Figura 41** en la línea punteada. La ecuación que la describe es la siguiente:

$$y = -30.970x^2 + 96.306x + 738.942$$

A partir de esta recta se obtuvieron las proyecciones futuras, las que se muestran en la **Tabla 31**.

Año	Consumo comercial [MWh]
2021	-104.446
2022	-472.690
2023	-902.874
2024	-1.394.998
2025	-1.949.062
2026	-2.565.066
2027	-3.243.010
2028	-3.982.894
2029	-4.784.718
2030	-5.648.482
2031	-6.574.186
2032	-7.561.830
2033	-8.611.414
2034	-9.722.938
2035	-10.896.402

Tabla 31. Proyección de crecimiento en base a la aproximación lineal.
Fuente: Elaboración propia.

11.3 Fichas de iniciativas energéticas

Se adjuntan a este documento anexo con las fichas energéticas, que describen en mayor profundidad cada iniciativa o proyecto indicado en **Tabla 29**.

11.4 Diagnóstico de la gestión energética local en base al Sello Comuna Energética

Se adjunta a este documento anexo que incluye la evaluación interna de avance del Sello de Comuna Energética, en cada una de sus categorías.



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile



Agencia de
Sostenibilidad
Energética

COMUNA 
ENERGÉTICA