



# **Mapa de Vulnerabilidad Energética**

**Síntesis metodológica y resultados**

**División de Acceso y Desarrollo Social**

**Mayo 2019**

*"Resulta inconcebible que en pleno siglo XXI aún existan miles de compatriotas que viven sin electricidad en sus casas. No es posible pensar en que podamos ser un país desarrollado si no nos hacemos cargo de llevar energía a aquellas familias que parecen haber quedado rezagadas en el pasado."*

Susana Jiménez, Ministra de Energía.

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	METODOLOGÍA.....	5
2.1.	Fuentes de información .....	5
2.2.	Etapas de elaboración .....	6
3.	RESULTADOS .....	12
3.1.	Viviendas sin acceso a energía eléctrica .....	12
3.2.	Viviendas en sistemas eléctricos aislados y sistemas individuales de autogeneración ....	14
3.3.	Viviendas sin energía o con suministro parcial .....	16
4.	ANÁLISIS .....	16
5.	CONCLUSIONES .....	17
6.	Anexo 1. Cantidad de viviendas sin energía por región. ....	19
7.	Anexo 2. Viviendas sin energía por comuna y región. ....	19
8.	Anexo 3. Cantidad de viviendas sin energía o con suministro parcial por región. ....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios del segundo Gobierno del Presidente Sebastián Piñera, como Ministerio hemos decidido reconocer y relevar la dimensión más humana de la energía. Es lo que hemos denominado *‘Energía con sello social’*, título de uno de los ejes fundamentales de nuestra Ruta Energética 2018-2022, y que se ha traducido en líneas de acción específicas y una serie de medidas concretas que buscan avanzar de manera sostenida hacia el acceso universal a los servicios energéticos. En este sentido, hemos hecho un énfasis especial en la necesidad de disminuir las brechas que aún persisten en materia de energía eléctrica, para que cada familia a lo largo y ancho de Chile cuente con suministro eléctrico estable, seguro y sostenible en sus hogares.

La realidad de nuestro país es que aún existen miles de personas que carecen de electricidad o tienen acceso parcial a ella. Esta vulnerabilidad energética se traduce en múltiples dificultades tanto para la vida doméstica, como para el desarrollo de actividades productivas, formativas y recreativas. Cuando no hay suministro eléctrico continuo, las personas rigen sus vidas en gran medida por la luz solar, y el resto del tiempo utilizan generadores de alto costo y dependientes de combustibles fósiles, o en su defecto encuentran otras formas más precarias para iluminarse, como es el uso de velas. Las familias no consiguen refrigerar sus alimentos ni medicinas, no pueden ocupar artefactos básicos para aliviar la carga del trabajo doméstico, así como tampoco equipos de comunicación, limitando considerablemente su acceso a la información y a la entretenimiento. Las posibilidades de desarrollar emprendimientos también se ven restringidas por la ausencia de suministro estable y suficiente para el uso de máquinas que permitan la elaboración y conservación de productos.

Es por todas estas razones que hemos relevado la importancia de acortar la brecha que aún persiste en materia de acceso a energía eléctrica en nuestro país, con el objetivo de que cada día sean menos las familias que no cuentan con un suministro eléctrico estable y seguro en sus hogares. Para lograr lo anterior, el primer Mega Compromiso de la Ruta Energética fue elaborar un mapa del acceso eléctrico a lo largo y ancho del territorio nacional, que permitiera identificar las viviendas que no cuentan con energía eléctrica o tienen acceso parcial a ella, con el objeto de conocer y dimensionar la brecha. Este trabajo nos permitirá focalizar adecuadamente los recursos públicos destinados a la electrificación rural, permitiendo priorizar soluciones costo-efectivas en las zonas rezagadas y vulnerables energéticamente, para avanzar de forma coordinada hacia la meta que hemos comprometido de conectar o mejorar el suministro de al menos 2.500 viviendas anualmente.

Luego de un año de trabajo, contamos con la primera versión del Mapa de Vulnerabilidad Energética, el que se constituye como la brújula que orientará nuestros esfuerzos para acortar las brechas existentes.

## 2. METODOLOGÍA

El Mapa de Vulnerabilidad Energética fue desarrollado entre julio de 2018 y marzo de 2019 por el equipo de la División de Acceso y Desarrollo Social del Ministerio de Energía, con el apoyo técnico de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), sumado al trabajo en terreno de las Secretarías Regionales Ministeriales de Energía.

Para el análisis de la información se utilizó el software de sistemas de información geográfica ArcGis versión 10.5.1. y el programa informático de imágenes satelitales Google Earth Pro.

### 2.1. Fuentes de información

En el trabajo se utilizaron distintas capas de información geográfica, tanto específicas del ámbito energético como de otras áreas, a saber:

Capas de información ámbito energético:

- Redes de distribución eléctrica, junio 2018. *Fuente: SEC*
- Zonas de concesión de distribución eléctrica, junio 2018. *Fuente: SEC*
- Puntos de consumo, junio 2018. *Fuente: SEC*
- Puntos de transformadores, junio 2018. *Fuente: SEC*
- Sistemas aislados de generación eléctrica, marzo 2018<sup>1</sup>. *Fuente: Ministerio de Energía.*
- Sistemas individuales de autogeneración eléctrica, marzo 2018. *Fuente: Ministerio de Energía.*

Capas de información censal y otros ámbitos:

- Viviendas rurales Pre-Censo 2016. *Fuente: INE*
- División política y administrativa del país. *Fuente: SUBDERE*
- Cartografía Censo 2017, límites y fronteras, entidades censales. *Fuente: INE*
- Cabeceras comunales. *Fuente: INE*
- Redes viales a nivel nacional. *Fuente: MOP*

Antecedentes entregados por otras instituciones:

- Información de proyectos de electrificación rural (coordenadas geográficas, redes de distribución y antecedentes generales): *Sistema Nacional de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social, SUBDERE, Empresas distribuidoras y cooperativas eléctricas y Ministerio de Energía.*
- Información sobre viviendas sin acceso a energía eléctrica, sistemas aislados de generación eléctrica y sistemas individuales de autogeneración: *Gobiernos Regionales, Municipalidades y Ministerio de Energía.*

---

<sup>1</sup> Tanto esta capa, como la de sistemas individuales de autogeneración, fueron corregidas y actualizadas en el marco del trabajo de construcción del Mapa de Vulnerabilidad Energética.

## 2.2. Etapas de elaboración

La elaboración del mapa se realizó en 6 etapas (ver Figura 1), analizando las 16 regiones del país por separado, para luego unificar la información y obtener el Mapa de Vulnerabilidad Energética a nivel nacional.

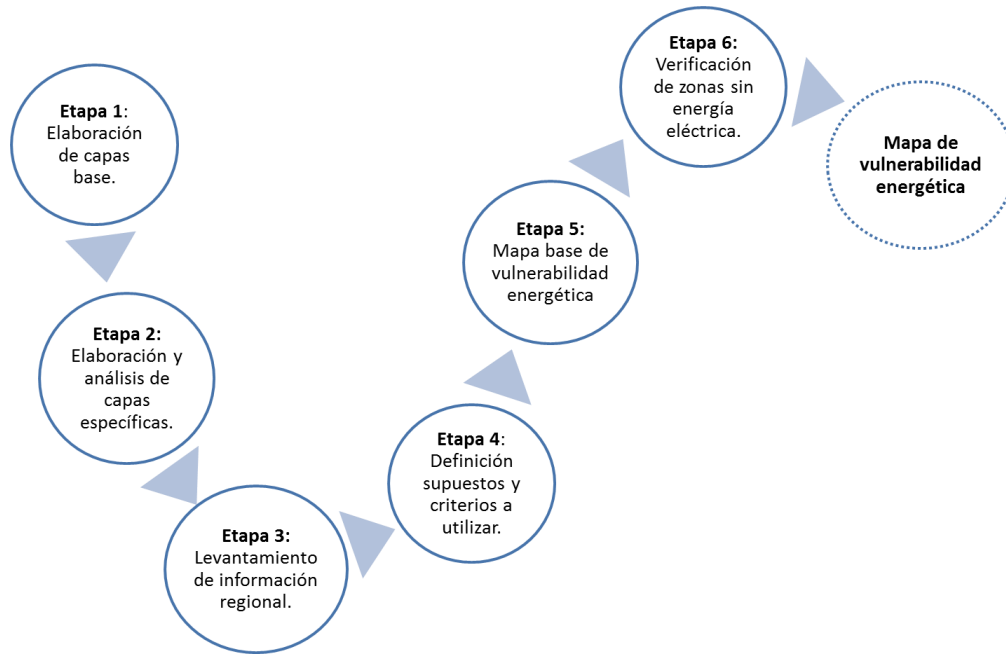


Figura 1. Etapas para la elaboración del Mapa de Vulnerabilidad Energética

### Etapa 1: Elaboración de capas base

En primer lugar, para generar las capas de sistemas aislados de autogeneración<sup>2</sup> y sistemas individuales<sup>3</sup>, sus características y la ubicación de las viviendas abastecidas, se trabajó con la información recopilada por el Ministerio de Energía, y de forma complementaria con antecedentes entregados por Gobiernos Regionales, Municipios y SUBDERE.

En cuanto a la capa de proyectos de electrificación rural, se solicitó la información a las empresas distribuidoras y cooperativas eléctricas sobre los proyectos finalizados desde el año 2016 y aquellos que se encuentran actualmente en ejecución o próximos a ejecutar. Además, se recopiló información a partir del Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social y a través de SUBDERE<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Corresponden a aquellos sistemas eléctricos cuyo tamaño es igual o inferior a 1.500 kilowatt y cuyo principal atributo es su autonomía respecto a generación, transmisión y distribución, motivo por el cual sus características no son asimilables a los otros sistemas, particularmente en cuanto a sus tarifas, disponibilidad, calidad y seguridad de suministro, o en cuanto a las fuentes de generación de electricidad.

<sup>3</sup> Corresponden a sistemas de generación eléctrica, en general a partir de energía fotovoltaica, que sólo abastecen a una vivienda.

<sup>4</sup> Algunos de los proyectos de electrificación rural se financian a través de esta institución, en el marco del Programa de Mejoramiento de Barrios.

Se generaron capas de información con la ubicación de las viviendas beneficiadas por los proyectos a partir de las coordenadas de ubicación geográfica y los planos disponibles.

Del total de 115 proyectos de electrificación ejecutados en el periodo 2016-2018, solamente fue posible ubicar geográficamente a 32 de ellos e identificar las respectivas viviendas beneficiadas, esto debido a que parte de la información recibida no contaba con coordenadas o ubicación referencial clara y/o las viviendas consideradas en los proyectos se encontraban muy cerca de las redes eléctricas existentes, por lo que no fue posible diferenciarlas de aquellas que contaban con suministro con anterioridad. En cuanto a los 210 proyectos en construcción, a partir de la información disponible, solamente fue posible ubicar geográficamente 130 de ellos.

Respecto de los proyectos próximos a ejecutar, proyectos que cuentan con rentabilidad social positiva para ser materializados, a partir de la información disponible, fue posible ubicar geográficamente a las 39 iniciativas.

En segundo lugar, se desagregaron a nivel regional las siguientes capas: redes de distribución, zonas de concesión, puntos de consumo, puntos de transformadores, cartografía del Censo 2017 (límites y fronteras, entidades censales y cabeceras comunales), las redes viales y viviendas del Pre-Censo 2016.

En tercer lugar, a partir de la capa de viviendas del Pre-Censo 2016, la de concesiones de distribución y la de entidades censales<sup>5</sup>, se elaboró la capa base de análisis, cuyo fin fue consolidar la información de cada punto de vivienda para realizar los análisis posteriores.

En particular, la capa de viviendas rurales del Pre-Censo 2016 (996.986 puntos de viviendas), se encuentra desagregada territorialmente hasta el nivel comunal y cuenta con información del uso o destino de la vivienda (desocupada, de temporada, ocupada con moradores presentes, entre otras). En primera instancia, dicha capa fue intersectada con la de concesiones de distribución, y luego con la de entidades censales del INE que contiene información desagregada por localidad, entidad y categoría de asentamiento. Luego, se obtuvo la distancia de cada punto de vivienda al tramo de red de distribución más cercano.

Finalmente, se hizo la composición cartográfica base de los mapas regionales, considerando los elementos fundamentales como: nombre, autor, leyenda, orientación norte, escala, localizador, mapa de detalle, su disposición en los planos y formato a utilizar, a fin de generar todos los planos y resultados bajo la misma composición, y que los resultados se puedan visualizar de forma clara.

## **Etapas 2: Análisis de capas específicas**

Se realizaron análisis particulares en las distintas capas de información geográfica que se utilizaron para la estimación base de zonas sin acceso a energía eléctrica (Etapas 3 y 4).

### Infraestructura eléctrica

Se analizó la información de redes de distribución y puntos de consumo, respecto a la ubicación de las viviendas del Pre-Censo 2016 y redes viales. En base a ello, se identificaron diferencias de entre 300 y 2.000 metros en las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Maule, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes. El error más significativo se identificó en el

---

<sup>5</sup> Las entidades censales corresponden a parte de la división administrativa en zonas rurales que utiliza el INE.

sector cordillerano de la Región de La Araucanía, comuna de Lonquimay, donde existe un desplazamiento de la infraestructura de aproximadamente 2.000 metros de distancia.

Los errores indicados podían afectar la aplicación de los criterios para definir las zonas sin acceso a energía eléctrica, por lo que se consideró realizar las correcciones pertinentes en la Etapa 4.

Sobre la información de puntos de consumo, si bien estos representan los equipos compactos de medida, en varios casos dichos equipos registran la misma ubicación geográfica a pesar de corresponder a unidades diferentes. Lo anterior dificultó el uso de la información de puntos para estimar ubicación de las viviendas sin energía. Lo mismo ocurrió en el caso de los transformadores.

#### Zonas de concesión de distribución

Se analizó la cobertura de las zonas de concesión en comparación con la infraestructura eléctrica, así como su tramitación por parte de las empresas distribuidoras y cooperativas eléctricas, evaluando las implicancias en cuanto al suministro eléctrico para las viviendas. Esto a fin de precisar los criterios a utilizar para generar el mapa base de acceso.

Según los antecedentes entregados por la Unidad de Concesiones de la SEC, la tramitación de las zonas de concesión de distribución no tiene relación directa con el reporte de infraestructura que realizan las empresas ante dicho organismo. Esto implica que parte de la infraestructura eléctrica no está dentro de una zona de concesión.

Según lo anterior, considerar la ubicación de las viviendas dentro o fuera de las zonas de concesión como un indicador de acceso o déficit de energía eléctrica, conduciría a errores importantes de estimación de viviendas y zonas sin acceso. Por lo tanto, sólo se utilizaron las zonas de concesión para subdividir el análisis en dos grupos, pero no como parte de los criterios para definir las viviendas con o sin acceso a energía eléctrica.

#### Sistemas aislados de generación eléctrica (SS.AA.)

Los SS.AA. entregan suministro eléctrico a un conjunto concentrado de viviendas. En primera instancia, se definieron zonas de abastecimiento de los SS.AA., generando una capa de información geográfica con 118 polígonos a partir del catastro inicial con el que contaba el Ministerio de Energía. Luego, estas zonas fueron clasificadas en función de las horas de suministro, estableciendo que existe acceso permanente a energía eléctrica cuando el SS.AA. abastece las 24 horas del día y que existe acceso parcial cuando los sistemas suministran electricidad por menos de 24 horas diarias. Esta información fue actualizada durante la construcción del Mapa, donde finalmente se identificaron 129 sistemas aislados.

#### Sistemas individuales de autogeneración eléctrica

A diferencia de los anteriores, los sistemas individuales se ubican de manera dispersa y abasteciendo a una sola vivienda, en general, mediante sistemas fotovoltaicos.

Los sistemas fueron categorizados en función de la capacidad de suministro actual. De esta manera, aquellas soluciones que entregan menos de 65 kWh/mes se consideraron como sistemas individuales de suministro parcial y en caso que entreguen una cantidad igual o mayor de energía, como sistemas de suministro permanente, lo cual obedece al estándar de suministro definido por



el Ministerio de Energía para la formulación de proyectos de autogeneración en el marco del Sistema Nacional de Inversiones<sup>6</sup>.

### Proyectos de electrificación rural

Las viviendas que se benefician de los proyectos financiados por el Estado mediante subsidios a la inversión a las empresas distribuidoras y cooperativas eléctricas fueron contrastadas con las capas de infraestructura de la SEC. Dentro del total de proyectos de electrificación rural construidos, para los cuales se contaba con información geográfica, la mayor parte no estaban incorporados en las capas de infraestructura, por lo que fueron considerados en el análisis posterior.

Es importante indicar que esta información es muy dinámica, debido a que los proyectos cambian de estado constantemente a medida que obtienen financiamiento, son contratados o que finalizan su construcción y se realiza la puesta en servicio. En este caso se utilizó la información disponible a diciembre de 2018.

Además, dado que no se contaba con información geográfica para muchos de los proyectos terminados o en proceso de construcción, la cantidad de viviendas identificadas en el mapa “con proyecto” no reflejan la cantidad exacta de viviendas beneficiarias de los mismos.

### **Etapas 3: Levantamiento de información regional**

Para verificar y contrastar los resultados del mapa base de acceso a energía eléctrica (Etapa 5), a través de las Secretarías Regionales Ministeriales de Energía se recopiló la siguiente información específica existente en las distintas regiones:

- Catastros previos realizados por las SEREMI sobre las viviendas que no tendrían suministro.
- Información entregada por Municipios, Gobiernos Regionales y otras instituciones relevantes como FOSIS e INDAP.
- Catastros realizados en el contexto de algún instrumento de planificación (Ejemplo: Plan Marco de Desarrollo Territorial).

A partir de estos antecedentes, se generó una capa de información geográfica para cada región, identificando sectores o puntos de viviendas según fuera el caso, caracterizándolos a partir del acceso o déficit actual a energía eléctrica, las que fueron utilizadas en la elaboración de la base del mapa.

### **Etapas 4: Supuestos y criterios utilizados**

#### Supuestos establecidos

Para elaborar la base del Mapa de Vulnerabilidad Energética, fue necesario definir supuestos, esto considerando la información disponible a la fecha y el análisis realizado en la Etapa 2. Estos fueron:

---

<sup>6</sup> Ministerio de Energía, Oficio Ordinario N° 973 del 27 de Julio del 2015. Requisitos de información para postulación de iniciativas de inversión, sector Energía, subsector Autogeneración.

- La información asociada a la infraestructura eléctrica es representativa de la realidad a junio de 2018.
- Las viviendas rurales levantadas en el marco del Pre-Censo 2016 son representativas del total de viviendas rurales del país.
- Las viviendas que se encuentran fuera de zona de concesión, pero que se ubican en sectores donde existen redes de distribución en baja tensión y puntos de consumo (que representan los equipos compactos de medida), se considera que tienen acceso a energía eléctrica.
- Las viviendas que se encuentran dentro de zona de concesión pueden no contar con suministro eléctrico a pesar de la obligatoriedad de las empresas distribuidoras de entregar suministro dentro de sus respectivas zonas de concesión. Esto debido a la ubicación geográfica de las viviendas en relación con la infraestructura existente y otros factores como la propiedad de los terrenos, autorizaciones sectoriales, servidumbres, entre otros.
- Mientras más lejos se ubique una vivienda con respecto a las redes de distribución eléctrica, existe mayor probabilidad de que no cuente con energía.

#### Criterios de análisis

Además de los supuestos utilizados, se definieron una serie de criterios que hicieran posible la cuantificación de las viviendas sin acceso a energía eléctrica:

#### ***Criterios base***

- Categoría de viviendas rurales: a fin de identificar aquellas viviendas de uso permanente, se consideraron sólo aquellas viviendas categorizadas como “ocupadas” en el Pre-Censo 2016, ya sea con moradores presentes o ausentes. Del total de viviendas rurales consideradas en dicha capa, el 71,6% está en esta categoría. Este criterio excluye las viviendas de temporada, desocupadas, colectivas y de otros usos.
- Distancia a las redes de distribución: se tomó como criterio base identificar las viviendas ubicadas a más de 300 metros de la red de distribución eléctrica más cercana de media o baja tensión. Esta distancia fue definida luego de realizar una prueba piloto en dos regiones del país a partir de una distancia mínima de 100 metros<sup>7</sup>.

#### ***Criterios específicos***

Se analizaron los puntos de viviendas rurales categorizándolos “sin acceso” a energía eléctrica, siempre y cuando cumplieran con los siguientes criterios específicos:

- Ubicación fuera de algún sistema aislado de generación.
- Ubicación no coincidente con sistemas individuales de autogeneración.

---

<sup>7</sup> Se aplicó una distancia mínima de 100 metros a la red de distribución más cercana para comenzar el análisis, considerando que es la franja mínima sobre la cual una empresa distribuidora puede solicitar una concesión de distribución, según el Art. 25, Decreto con Fuerza de Ley N° 4 del 2006, Ministerio de Economía (LGSE). Se aplicaron los criterios base, específicos y correcciones pertinentes, y se evidenció que más del 90% de las viviendas se encontraban a más de 300 metros de la red más cercana, por lo que se ajustó la distancia mínima a utilizar en las demás regiones.

- Ubicación no coincidente con algún proyecto de electrificación construido el año 2016 o 2017, en construcción o próximo a materializarse. Si bien las viviendas que cuentan con un proyecto en construcción o por construir no tienen energía actualmente, se contabilizaron de manera independiente.
- Ubicación no coincidente con otras zonas con suministro eléctrico que no están identificadas en las capas de información de la SEC.

Para hacer este análisis se utilizaron campos específicos para cada una de las categorías anteriores, asignando el valor 1 en caso que las viviendas cumplieran con alguna de ellas y 0 en caso contrario. De esta forma, el resultado de viviendas sin energía se obtuvo a partir de la agrupación de estos filtros en valor 0.

### **Correcciones**

Luego de aplicar los criterios base y específicos en cada región, se realizaron las siguientes correcciones:

- Se realizaron correcciones considerando los desfases o diferencias en la ubicación geográfica de la infraestructura eléctrica y las viviendas pues, en estos casos, el criterio de distancia a las redes de distribución generó errores en la identificación de viviendas sin energía. Se analizaron las coincidencias de las capas de redes de distribución con respecto a las redes viales, la ubicación de los puntos de consumo con respecto a las viviendas y se utilizaron las imágenes satelitales disponibles en ArcMap, identificando aquellas viviendas que, considerando el análisis anterior, se ubican a menos de 300 metros de la red de distribución más cercana aun cuando el criterio base indicara lo contrario.
- Utilizando la información levantada por las SEREMI en la etapa anterior, se corroboró información y/o se agregaron nuevos antecedentes en el mapa, por ejemplo, viviendas que no contaban con suministro a pesar de estar a menos de 300 metros de la red más cercana, o viviendas sin energía que no estaban identificadas en la capa del INE. En el primer caso, se incorporó un campo que permitiera registrar esto y así excluirlas de la aplicación del criterio base de distancia a las redes.
- Se identificaron casos particulares donde las capas de infraestructura eléctrica no entregaban información suficiente para filtrar algunas viviendas, como parcelas de agrado, haciendas o condominios privados donde, en la mayoría de los casos, existen redes de propiedad de terceros que las empresas distribuidoras no están obligadas a reportar ante la SEC. Por lo anterior, estos sectores fueron identificados con suministro eléctrico a partir de la ubicación de transformadores y/o tipo de viviendas según imágenes satelitales disponibles en ArcMap.

Cuando se identificó una vivienda que sí contaba con suministro en alguno de los casos anteriores, a pesar de que los criterios no indicaban, se utilizó un campo adicional para registrarlo y excluirla del total de viviendas sin energía.

### **Etapas 5: Mapa base de viviendas sin acceso a energía eléctrica**

Una vez definidos los supuestos y criterios a utilizar, estos fueron aplicados y se generó el mapa base de acceso a energía eléctrica, el cual identificó las viviendas que no tienen suministro por región y comuna.

Además, se generaron otras tres capas de información:

- Viviendas que, si bien no tienen acceso, son parte de algún proyecto de electrificación que les permitirá contar con suministro eléctrico en el corto plazo.
- Viviendas que tienen acceso a energía eléctrica a partir de un sistema eléctrico aislado, pudiendo contar con suministro permanente las 24 horas del día o sólo de forma parcial.
- Viviendas que tienen acceso a energía eléctrica a partir de un sistema individual de autogeneración, pudiendo contar con suministro permanente las 24 horas del día o sólo de forma parcial.

#### **Etapas 6: Verificación de zonas sin energía eléctrica**

Una vez identificadas las viviendas que no tendrían suministro, se realizó un trabajo con cada SEREMI de Energía para verificar las viviendas, ya fuera directamente con los distintos municipios o a través de una validación en terreno.

Además, se incorporó información sobre proyectos de electrificación rural, sistemas aislados y sistemas individuales de autogeneración entregada por las secretarías regionales, realizando las correcciones pertinentes en el mapa.

A partir de lo anterior, se ajustó el mapa base y la cantidad de viviendas sin energía identificadas, con lo cual se obtuvo el Mapa de Vulnerabilidad Energética para cada región.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Viviendas sin acceso a energía eléctrica**

A partir de las etapas anteriores se identifican en total 24.556 viviendas sin energía a nivel nacional, siendo la Región de Los Lagos la que presenta el mayor déficit y la Región de O'Higgins el menor (ver Figura 2. Detalle en Anexo 1). Dicha cantidad de viviendas equivale a cerca de 75.000 personas<sup>8</sup> y representa el 0,4% del total de la población a nivel nacional y el 3,5% del total de la población rural.

---

<sup>8</sup> Considerando los resultados de viviendas y población del Censo 2017.

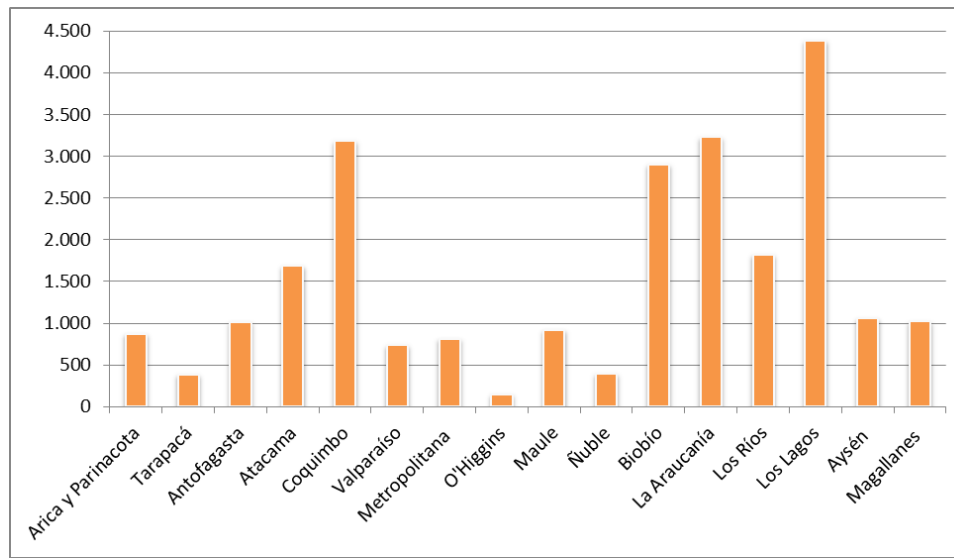


Figura 2. Viviendas sin energía por región

El déficit en el acceso a suministro eléctrico se concentra en cuatro regiones: Los Lagos, La Araucanía, Coquimbo y Biobío, llegando a más de 4.000 en el caso de la primera. En el Anexo 2 se detalla de la cantidad de viviendas sin acceso a energía eléctrica por comuna.

Asimismo, en la Tabla 1 se puede apreciar el porcentaje de viviendas sin energía en relación con el total de viviendas a nivel regional, considerando sólo aquellas viviendas “ocupadas” según el último censo:

Tabla 1. Porcentaje de viviendas sin energía sobre el total regional y en área rural, por región.

Región	Viviendas sin energía total	% sobre total de viviendas a nivel regional	% sobre total de viviendas rurales a nivel regional
Arica y Parinacota	873	1,3%	15,2%
Tarapacá	384	0,4%	8,2%
Antofagasta	1.016	0,6%	21,8%
Atacama	1.687	1,8%	16,6%
Coquimbo	3.181	1,3%	6,3%
Valparaíso	735	0,1%	1,3%
Metropolitana	814	0,0%	1,0%
O'Higgins	147	0,0%	0,2%
Maule	920	0,3%	0,9%
Ñuble	394	0,2%	0,7%
Biobío	2.901	0,6%	4,7%
La Araucanía	3.225	1,0%	3,3%
Los Ríos	1.819	1,4%	4,6%
Los Lagos	4.383	1,5%	5,4%
Aysén	1.058	2,7%	11,8%
Magallanes	1.019	1,8%	26,8%
<b>TOTAL</b>	<b>24.556</b>		

Es importante señalar que de las 24.556 viviendas que no tendrían suministro eléctrico a nivel nacional, 6.637 cuentan con algún proyecto de electrificación en construcción o próximo a construir (27% del total), que les permitirá contar con suministro permanente en el corto plazo. Los resultados a nivel regional son los siguientes (detalle en Anexo 1):

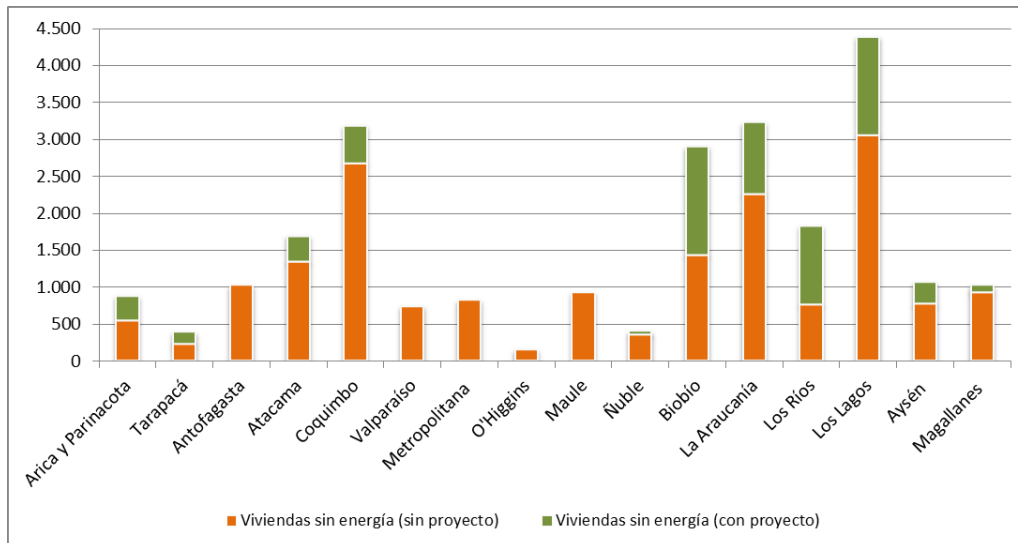


Figura 3. Viviendas sin energía con y sin proyecto de electrificación en construcción o próximo a construir.

Por otra parte, la cantidad de viviendas con proyecto de electrificación utilizada corresponde al total de beneficiarios de los mismos, y no a la cantidad de viviendas identificada en el mapa, considerando tres factores: la falta de información de coordenadas geográficas de las viviendas beneficiadas, la existencia de viviendas nuevas que no están registradas en la capa del Pre-Censo 2016 y porque, en varios casos, las coordenadas de viviendas asociadas a algún proyecto no coincidían con los criterios base utilizados.

Por lo anterior, en una segunda versión del Mapa de Vulnerabilidad Energética, la información asociada a proyectos de electrificación debe ser complementada y corregida a fin de ubicar geográficamente, todas o la mayor parte de las viviendas consideradas.

### 3.2. Viviendas en sistemas eléctricos aislados y sistemas individuales de autogeneración

En cuanto a las viviendas que se ubican en sistemas aislados de generación eléctrica se identificaron 15.708, de las cuales el 18,2% tienen suministro parcial. Por región, los resultados son los siguientes:

Tabla 2. Cantidad de viviendas en sistemas aislados por región y tipo de suministro.

Región	Suministro parcial	Suministro permanente	Total
Arica y Parinacota	182	13	195
Tarapacá	1.224	33	1.257

Antofagasta	376	2.908	3.284
Atacama	0	5	5
Coquimbo	21	0	21
Valparaíso	0	2.930	2.930
Metropolitana de Santiago	0	0	0
O'Higgins	0	0	0
Ñuble	0	0	0
Maule	0	14	14
Biobío	0	739	739
La Araucanía	0	0	0
Los Ríos	0	0	0
Los Lagos	676	3.128	3.804
Aysén	226	2809	3035
Magallanes	148	276	424
<b>Total</b>	<b>2.853</b>	<b>12.855</b>	<b>15.708</b>

Se identificaron 129 sistemas aislados, considerando el catastro base del Ministerio de Energía y la información entregada por las distintas instituciones. De éstos, 72 tienen suministro parcial y 57 permanente.

Con respecto a los sistemas individuales de autogeneración, se identificaron 2.496 sistemas, de los cuales el 89% tienen suministro parcial. Por región, los resultados son los siguientes:

Tabla 3. Cantidad de viviendas en sistemas individuales de autogeneración por región y tipo de suministro.

Región	Suministro parcial	Suministro permanente	Total
Arica y Parinacota	0	0	0
Tarapacá	76	0	76
Antofagasta	0	0	0
Atacama	95	0	95
Coquimbo	1.739	0	1.739
Valparaíso	4	0	4
Metropolitana	0	0	0
O'Higgins	4	0	4
Maule	0	0	0
Ñuble	0	0	0
Biobío	0	103	103
La Araucanía	0	0	0
Los Ríos	0	114	114
Los Lagos	10	37	47
Aysén	305	9	314
Magallanes	0	0	0
<b>Total</b>	<b>2.233</b>	<b>263</b>	<b>2.496</b>

### 3.3. Viviendas sin energía o con suministro parcial

Contabilizando tanto las viviendas sin energía como aquellas con suministro parcial, se identifican 29.642 viviendas, que corresponde a cerca de 90.000 personas, de las cuales el 17% tienen suministro parcial y el 83% no tienen acceso a energía eléctrica (Detalle en Anexo 3).

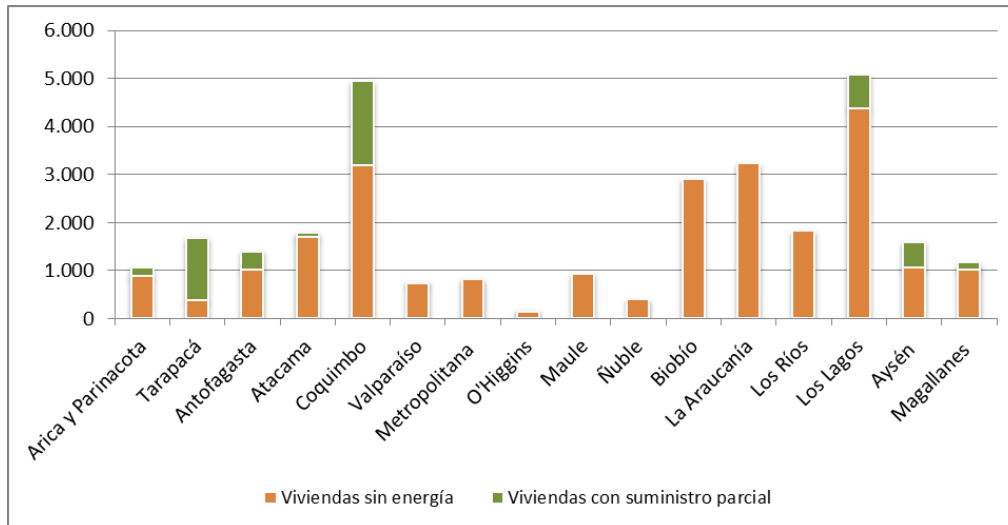


Figura 4. Viviendas sin acceso a energía eléctrica y con suministro parcial, por región.

## 4. ANÁLISIS

Considerando la información disponible, el resultado del Mapa de Vulnerabilidad Energética es la mejor aproximación realizada a la fecha sobre la cantidad de viviendas que actualmente no tendrían suministro eléctrico en nuestro país. La información se encuentra desagregada a nivel comunal y cada punto de vivienda cuenta con detalle de localidad, entidad, manzana, categoría los antecedentes de la concesión de distribución en caso de encontrarse en una y distancia a la red más cercana, todos datos útiles a la hora de generar acciones específicas o focalizar proyectos de electrificación para que dichas viviendas tengan suministro permanente en el corto o mediano plazo.

Con respecto a la sobre o subestimación de viviendas, y teniendo en cuenta las consideraciones planteadas en la Etapa 4, las fuentes de error más significativas son la falta de información de redes de distribución eléctrica de propiedad de terceros y la información de redes de distribución e infraestructura eléctrica que puede estar incompleta, especialmente fuera de las zonas de concesión. La mayor parte de las correcciones realizadas tanto por desfases espaciales, como a partir de la información entregada por las secretarías regionales, tuvo relación con estos aspectos.

Cabe destacar, que la verificación en terreno o a través de los municipios fue fundamental para corregir la cantidad de viviendas sin energía, y si bien, no todas las comunas contaban con la información o no se pudieron verificar las viviendas identificadas en el mapa base, los insumos obtenidos permitieron hacer correcciones en todas las regiones. Además, este trabajo permitió evidenciar otras problemáticas asociadas al suministro eléctrico, como son las conexiones irregulares, variables de calidad y seguridad del servicio eléctrico, dificultades en el acceso al



suministro por no contar con la propiedad de los terrenos, entre otras. Si bien dichos aspectos no son abordados en esta primera versión del Mapa de Vulnerabilidad Energética, son antecedentes relevantes para otras áreas de trabajo.

En cuanto a la información relativa a los proyectos de electrificación rural, dado que no fue posible identificar todas las viviendas beneficiarias en el mapa, es necesario trabajar en conjunto con las empresas distribuidoras, cooperativas eléctricas y los municipios para contar con las coordenadas geográficas de cada vivienda, a fin de precisar la información y resultados del mapa en futuras versiones.

Sobre los criterios base utilizados, si bien permitieron acotar significativamente el número de viviendas a analizar, es importante revisar el criterio de distancia a las redes de distribución a fin de precisar la distancia mínima que se debiera considerar. Por otra parte, resultará interesante diferenciar esta distancia considerando las redes de baja y media tensión por separado, una vez que se cuente con toda la información disponible de la infraestructura eléctrica.

Otro aspecto que podría tomarse en cuenta al momento de revisar los criterios, es la relación entre los puntos de consumo y los puntos de viviendas bajo el supuesto de que cada punto de consumo correspondería a una vivienda con suministro eléctrico. Además, a partir de la información de puntos de transformadores eléctricos podrían definirse radios de suministro, considerando la capacidad de los mismos y la cantidad de viviendas existentes.

Finalmente, a pesar de los criterios que pueden definirse y las correcciones que pueden realizarse a partir de las herramientas disponibles en el software ArcGis, el análisis geográfico realizado siempre debe complementarse y validarse con la información levantada localmente a través de Municipios, Gobiernos Regionales, secretarías regionales ministeriales y otros servicios. En primer lugar, porque la información de infraestructura eléctrica, proyectos de electrificación y demás fuentes utilizadas, son incompletas (en mayor o menor medida) y, en segundo lugar, porque son los principales servicios donde la población acude a solicitar suministro eléctrico cuando no lo tiene, y donde se formulan los proyectos de electrificación cuando es pertinente.

## 5. CONCLUSIONES

La elaboración del Mapa de Vulnerabilidad Energética permitió visibilizar una problemática hasta ahora ausente para el sector energético chileno: en pleno siglo XXI, y en una sociedad ad portas del desarrollo, aún existen miles de compatriotas que viven sin electricidad en sus casas.

Más allá de las cifras puntuales de vulnerabilidad, este mapa nos provee de una serie de variables determinantes a la hora de medir brechas energéticas, las que van desde factores geográficos y ambientales hasta aspectos socioeconómicos y culturales que inciden en la condición de rezago de aquellas comunidades que no cuentan con electricidad.

En este sentido, la información levantada es una herramienta muy útil que permitirá mejorar la política pública asociada a la entrega de soluciones para estos hogares que tanto lo requieren. Esta información permitirá orientar adecuada y oportunamente los recursos, de manera tal que se puedan focalizar las acciones donde las necesidades sean mayores, entendiendo que las condiciones de ruralidad y/o aislamiento no necesariamente indican pobreza o problemas de acceso.

A su vez, los datos disponibles permitirán una mejor planificación de los proyectos, identificando con mayor antelación el tipo de solución más costo eficiente, ya sea a través de extensiones de la red eléctrica, proyectos aislados con energías renovables u otro tipo de solución. Por otra parte, al contar con información específica a nivel regional y comunal, será factible la agregación de demanda por zonas geográficas, generando economías de escala y, con ello, el acceso a costos de implementación más competitivos y atractivos para el mercado.

Con esta herramienta disponible nos embarcamos en el desafío de llevar la modernización a los rincones más remotos de nuestro país, a través de una iniciativa potente e integradora que hemos denominado **Ruta de la Luz**. En ella encarna un objetivo superior: reducir las brechas de acceso a la energía eléctrica a lo largo y ancho de Chile, a través de soluciones seguras y sostenibles, en el menor plazo posible. Esto significa dar sentido de urgencia y agotar los esfuerzos para satisfacer esta necesidad tan básica para la vida moderna y que, sin embargo, aún no se encuentra resuelta para miles de familias chilenas.

**6. Anexo 1. Cantidad de viviendas sin energía por región.**

Región	Viviendas sin energía	Viviendas sin energía con proyecto	Viviendas sin energía total
Arica y Parinacota	533	340	873
Tarapacá	219	165	384
Antofagasta	1.016	0	1.016
Atacama	1.337	350	1.687
Coquimbo	2.669	512	3.181
Valparaíso	735	0	735
Metropolitana	814	0	814
O'Higgins	147	0	147
Maule	920	0	920
Ñuble	355	39	394
Biobío	1.423	1.478	2.901
La Araucanía	2.258	967	3.225
Los Ríos	752	1.067	1.819
Los Lagos	3.053	1.330	4.383
Aysén	763	295	1.058
Magallanes	925	94	1.019
<b>Total</b>	<b>17.919</b>	<b>6.637</b>	<b>24.556</b>

**7. Anexo 2. Viviendas sin energía por comuna y región.**

Región	Comuna	Viviendas sin energía
Arica y Parinacota	Arica	319
Arica y Parinacota	General Lagos	242
Arica y Parinacota	Camarones	211
Arica y Parinacota	Putre	101
Tarapacá	Huara	185
Tarapacá	Pozo Almonte	61
Tarapacá	Colchane	78
Tarapacá	Iquique	<50
Tarapacá	Alto Hospicio	<50
Tarapacá	Pica	<50
Tarapacá	Camiña	<50
Antofagasta	Calama	312

Antofagasta	Taltal	254
Antofagasta	Tocopilla	217
Antofagasta	Antofagasta	92
Antofagasta	San Pedro de Atacama	69
Antofagasta	Mejillones	<50
Antofagasta	Ollagüe	<50
Antofagasta	María Elena	<50
Antofagasta	Sierra Gorda	<50
Atacama	Huasco	520
Atacama	Vallenar	344
Atacama	Caldera	247
Atacama	Freirina	169
Atacama	Chañaral	135
Atacama	Copiapó	125
Atacama	Tierra Amarilla	100
Atacama	Diego de Almagro	<50
Atacama	Alto del Carmen	<50
Coquimbo	La Serena	624
Coquimbo	Ovalle	613
Coquimbo	Combarbalá	281
Coquimbo	Punitaqui	280
Coquimbo	Canela	238
Coquimbo	Monte Patria	199
Coquimbo	Coquimbo	157
Coquimbo	Salamanca	144
Coquimbo	Illapel	140
Coquimbo	La Higuera	127
Coquimbo	Los Vilos	115
Coquimbo	Andacollo	93
Coquimbo	Vicuña	88
Coquimbo	Río Hurtado	55
Coquimbo	Paiguano	<50
Valparaíso	Olmué	94
Valparaíso	Limache	70
Valparaíso	Catemu	55
Valparaíso	Calle Larga	<50
Valparaíso	Putendo	<50
Valparaíso	Algarrobo	<50
Valparaíso	Cabildo	<50
Valparaíso	La Ligua	<50
Valparaíso	Llailay	<50

Valparaíso	San Esteban	<50
Valparaíso	Casablanca	<50
Valparaíso	Nogales	<50
Valparaíso	Quilpué	<50
Valparaíso	Rinconada	<50
Valparaíso	Hijuelas	<50
Valparaíso	San Felipe	<50
Valparaíso	Zapallar	<50
Valparaíso	Cartagena	<50
Valparaíso	Santo Domingo	<50
Valparaíso	Valparaíso	<50
Valparaíso	Petorca	<50
Valparaíso	Papudo	<50
Valparaíso	Villa Alemana	<50
Valparaíso	El Tabo	<50
Valparaíso	Quintero	<50
Valparaíso	Puchuncaví	<50
Valparaíso	La Cruz	<50
Valparaíso	Los Andes	<50
Valparaíso	San Antonio	<50
Valparaíso	Concón	<50
Valparaíso	Juan Fernández	<50
Valparaíso	Viña del Mar	<50
Valparaíso	Isla de Pascua	<50
Valparaíso	Quillota	<50
Valparaíso	Calera	<50
Valparaíso	El Quisco	<50
Valparaíso	Panquehue	<50
Valparaíso	Santa María	<50
Metropolitana	San Pedro	144
Metropolitana	San José de Maipo	95
Metropolitana	Melipilla	70
Metropolitana	Tiltil	69
Metropolitana	Buin	50
Metropolitana	Lampa	<50
Metropolitana	Curacaví	<50
Metropolitana	Paine	<50
Metropolitana	Quilicura	<50
Metropolitana	Maipú	<50
Metropolitana	Peñaflor	<50
Metropolitana	Isla de Maipo	<50
Metropolitana	Calera de Tango	<50
Metropolitana	Colina	<50
Metropolitana	Pudahuel	<50
Metropolitana	Alhué	<50

Metropolitana	Padre Hurtado	<50
Metropolitana	San Bernardo	<50
Metropolitana	Lo Barnechea	<50
Metropolitana	María Pinto	<50
Metropolitana	Pirque	<50
Metropolitana	El Monte	<50
Metropolitana	Talagante	<50
Metropolitana	Huechuraba	<50
Metropolitana	Puente Alto	<50
Metropolitana	Santiago	<50
Metropolitana	Cerrillos	<50
Metropolitana	Cerro Navia	<50
Metropolitana	Conchalí	<50
Metropolitana	El Bosque	<50
Metropolitana	Estación Central	<50
Metropolitana	Independencia	<50
Metropolitana	La Cisterna	<50
Metropolitana	La Florida	<50
Metropolitana	La Granja	<50
Metropolitana	La Pintana	<50
Metropolitana	La Reina	<50
Metropolitana	Las Condes	<50
Metropolitana	Lo Espejo	<50
Metropolitana	Lo Prado	<50
Metropolitana	Macul	<50
Metropolitana	Ñuñoa	<50
Metropolitana	Pedro Aguirre Cerdea	<50
Metropolitana	Peñalolén	<50
Metropolitana	Providencia	<50
Metropolitana	Quinta Normal	<50
Metropolitana	Recoleta	<50
Metropolitana	Renca	<50
Metropolitana	San Joaquín	<50
Metropolitana	San Miguel	<50
Metropolitana	San Ramón	<50
Metropolitana	Vitacura	<50
O'Higgins	Chépica	72
O'Higgins	San Vicente	<50
O'Higgins	Codegua	<50
O'Higgins	La Estrella	<50
O'Higgins	Coltauco	<50
O'Higgins	Chimbarongo	<50
O'Higgins	Marchihue	<50
O'Higgins	Lolol	<50

O'Higgins	Pumanque	<50
O'Higgins	Peumo	<50
O'Higgins	Quinta de Tilcoco	<50
O'Higgins	Navidad	<50
O'Higgins	San Fernando	<50
O'Higgins	Santa Cruz	<50
O'Higgins	Palmilla	<50
O'Higgins	Rancagua	<50
O'Higgins	Las Cabras	<50
O'Higgins	Coinco	<50
O'Higgins	Doñihue	<50
O'Higgins	Graneros	<50
O'Higgins	Machalí	<50
O'Higgins	Malloa	<50
O'Higgins	Mostazal	<50
O'Higgins	Olivar	<50
O'Higgins	Pichidegua	<50
O'Higgins	Rengo	<50
O'Higgins	Requínoa	<50
O'Higgins	Pichilemu	<50
O'Higgins	Litueche	<50
O'Higgins	Paredones	<50
O'Higgins	Nancagua	<50
O'Higgins	Peralillo	<50
O'Higgins	Placilla	<50
Maule	Cauquenes	128
Maule	San Clemente	127
Maule	Constitución	84
Maule	Colbún	72
Maule	Parral	<50
Maule	Longaví	<50
Maule	Molina	<50
Maule	Curepto	<50
Maule	Empedrado	<50
Maule	Rauco	<50
Maule	Pencahue	<50
Maule	Vichuquén	<50
Maule	Chanco	<50
Maule	Sagrada Familia	<50
Maule	Linares	<50
Maule	Retiro	<50
Maule	Teno	<50
Maule	Hualañé	<50
Maule	Maule	<50
Maule	Villa Alegre	<50

Maule	Licantén	<50
Maule	Romeral	<50
Maule	Río Claro	<50
Maule	Curicó	<50
Maule	Pelarco	<50
Maule	Yerbas Buenas	<50
Maule	Pelluhue	<50
Maule	San Javier	<50
Maule	Talca	<50
Maule	San Rafael	<50
Ñuble	Coihueco	78
Ñuble	Treguaco	<50
Ñuble	Cobquecura	<50
Ñuble	Quirihue	<50
Ñuble	Ñiquén	<50
Ñuble	San Nicolás	<50
Ñuble	El Carmen	<50
Ñuble	San Ignacio	<50
Ñuble	Quillón	<50
Ñuble	San Fabián	<50
Ñuble	Coelemu	<50
Ñuble	San Carlos	<50
Ñuble	Ninhue	<50
Ñuble	Ranquil	<50
Ñuble	Bulnes	<50
Ñuble	Chillán Viejo	<50
Ñuble	Yungay	<50
Ñuble	Chillán	<50
Ñuble	Pemuco	<50
Ñuble	Pinto	<50
Ñuble	Portezuelo	<50
Biobío	Alto Biobío	587
Biobío	Cañete	318
Biobío	Arauco	267
Biobío	Nacimiento	240
Biobío	Contulmo	179
Biobío	Tomé	157
Biobío	Florida	142
Biobío	Hualqui	107
Biobío	Los Angeles	104
Biobío	Mulchén	84
Biobío	Curanilahue	75
Biobío	Los Alamos	75
Biobío	Tirúa	70
Biobío	Santa Juana	63



Biobío	Lebu	58
Biobío	Quilleco	<50
Biobío	Santa Bárbara	<50
Biobío	Quilaco	<50
Biobío	Yumbel	<50
Biobío	Laja	<50
Biobío	Antuco	<50
Biobío	Hualpén	<50
Biobío	Concepción	<50
Biobío	Coronel	<50
Biobío	Talcahuano	<50
Biobío	Tucapel	<50
Biobío	Cabrero	<50
Biobío	Negrete	<50
Biobío	Penco	<50
Biobío	Lota	<50
Biobío	San Rosendo	<50
Biobío	San Pedro de la Paz	<50
Biobío	Chiguayante	<50
La Araucanía	Villarrica	411
La Araucanía	Padre Las Casas	174
La Araucanía	Pucón	171
La Araucanía	Cunco	169
La Araucanía	Victoria	161
La Araucanía	Teodoro Schmidt	159
La Araucanía	Angol	158
La Araucanía	Freire	149
La Araucanía	Pitrufquén	145
La Araucanía	Saavedra	121
La Araucanía	Lonquimay	111
La Araucanía	Los Sauces	105
La Araucanía	Lumaco	98
La Araucanía	Collipulli	85
La Araucanía	Gorbea	82
La Araucanía	Vilcún	81
La Araucanía	Curarrehue	80
La Araucanía	Cholchol	72
La Araucanía	Curacautín	67
La Araucanía	Nueva Imperial	66
La Araucanía	Renaico	65
La Araucanía	Galvarino	61
La Araucanía	Purén	59
La Araucanía	Lautaro	58
La Araucanía	Loncoche	52
La Araucanía	Temuco	<50

La Araucanía	Perquenco	<50
La Araucanía	Toltén	<50
La Araucanía	Carahue	<50
La Araucanía	Traiguén	<50
La Araucanía	Ercilla	<50
La Araucanía	Melipeuco	<50
Los Ríos	Panguipulli	465
Los Ríos	Lago Ranco	298
Los Ríos	Valdivia	198
Los Ríos	Futrono	176
Los Ríos	Mariquina	148
Los Ríos	Corral	111
Los Ríos	Río Bueno	85
Los Ríos	Los Lagos	81
Los Ríos	Paillaco	81
Los Ríos	Lanco	78
Los Ríos	La Unión	53
Los Ríos	Máfil	<50
Los Lagos	San Juan de la Costa	485
Los Lagos	Cochamó	274
Los Lagos	Chonchi	250
Los Lagos	Chaitén	241
Los Lagos	Quellón	212
Los Lagos	Mauñín	208
Los Lagos	Ancud	203
Los Lagos	Frutillar	201
Los Lagos	Puerto Varas	195
Los Lagos	Calbuco	172
Los Lagos	Purranque	164
Los Lagos	Puerto Montt	155
Los Lagos	Los Muermos	155
Los Lagos	San Pablo	148
Los Lagos	Dalcahue	146
Los Lagos	Fresia	144
Los Lagos	Osorno	132
Los Lagos	Puerto Octay	127
Los Lagos	Puyehue	127
Los Lagos	Hualaihué	122
Los Lagos	Río Negro	110
Los Lagos	Futaleufú	101
Los Lagos	Quemchi	96
Los Lagos	Queilén	94
Los Lagos	Palena	52
Los Lagos	Curaco de Vélez	<50

Los Lagos	Llanquihue	<50
Los Lagos	Puqueldón	<50
Los Lagos	Quinchao	<50
Los Lagos	Castro	<50
Aysén	Coihaique	420
Aysén	Aisén	129
Aysén	Cisnes	115
Aysén	Cochrane	100
Aysén	Río Ibáñez	98
Aysén	Chile Chico	92
Aysén	Lago Verde	74
Aysén	O'Higgins	<50
Aysén	Tortel	<50
Aysén	Guaitecas	<50
Magallanes	Porvenir	230
Magallanes	Punta Arenas	188
Magallanes	Natales	112
Magallanes	San Gregorio	107
Magallanes	Torres del Paine	82
Magallanes	Primavera	79
Magallanes	Río Verde	76
Magallanes	Laguna Blanca	71
Magallanes	Timaukel	54
Magallanes	Cabo de Hornos	<50

**8. Anexo 3. Cantidad de viviendas sin energía o con suministro parcial por región.**

Región	Viviendas sin energía	Viviendas con suministro parcial	Viviendas total
Arica y Parinacota	873	182	1.055
Tarapacá	384	1300	1.684
Antofagasta	1.016	376	1392
Atacama	1.687	95	1782
Coquimbo	3.181	1760	4941
Valparaíso	735	4	739
Metropolitana	814	0	814
Libertador	147	4	151
Maule	920	0	920
Ñuble	394	0	394
Biobío	2.901	0	2901
La Araucanía	3.225	0	3225
Los Ríos	1.819	0	1819
Los Lagos	4.383	686	5069
Aysén	1.058	531	1589

Magallanes	1.019	148	1167
<b>Total general</b>	<b>24.556</b>	<b>5.086</b>	<b>29.642</b>