



**UNIVERSIDAD DE TALCA  
MAGÍSTER EN GESTIÓN TECNOLÓGICA**

**“Diagnóstico del sistema de generación eléctrica distribuida en Chile”**

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAGÍSTER EN GESTIÓN TECNOLÓGICA**

**Autor:** Diego Aliaga Espinoza  
**Profesor guía:** Ernesto Labra Lillo  
**Profesor co-guía:** Carlos Torres Fuchslocher

Talca, Chile  
2018

## CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2019

## ÍNDICE

RESUMEN.....	5
1 INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 Objetivo General.....	11
1.2.2 Objetivos Específicos.....	11
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	11
2 ESTADO DEL ARTE .....	15
2.1 FALLAS SISTÉMICAS EN LA ADOPCIÓN DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA.....	15
2.1.1 Altos costos y bajos rendimientos.....	15
2.1.2 Incertidumbre en mercados y regulaciones futuras.....	16
2.1.3 Problemas de escalabilidad por falta de legitimidad.....	17
2.1.4 Bloqueo por actores del sistema tradicional.....	18
2.2 MODELOS DE NEGOCIOS EN LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA.....	19
3 DISEÑO METODOLÓGICO.....	24
3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	24
3.2 COBERTURA DEL ESTUDIO.....	24
3.3 HERRAMIENTAS UTILIZADAS .....	26
3.3.1 Análisis relacional de fallas sistémicas.....	26
3.3.2 Análisis de catalizadores y obstaculizadores .....	26
3.3.3 Caracterización estratégica de acciones de mejora. ....	27
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	29

4.1	CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE GD .....	29
4.1.1	Actores .....	29
4.1.2	Instituciones .....	32
4.1.3	Infraestructura del sistema de innovación.....	33
4.1.4	Interacciones .....	35
4.1.5	Análisis del SI de la generación distribuida .....	37
4.2	ADOPCIÓN TECNOLÓGICA DE SISTEMAS DE GD .....	38
4.2.1	Adopción tecnológica de sistemas GD en el tiempo.....	38
4.2.2	Adopción tecnológica de sistemas GD según zona geográfica.....	41
4.2.3	Adopción tecnológica de sistemas GD según tipo de generación.....	44
4.2.4	Índices de precios de tecnologías de sistemas de GD .....	46
4.2.5	Tiempos involucrados en la materialización de proyectos de GD .....	48
4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
4.4	RECOMENDACIONES .....	53
5	CONCLUSIONES.....	58
6	BIBLIOGRAFÍA .....	61
	ANEXOS.....	64
	ANEXO 1: ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS .....	64
	ANEXO 2: GLOSARIO.....	65
	ANEXO 3: NORMA TÉCNICA E INSTRUCTIVOS .....	66
	ANEXO 4: INSTRUMENTOS DE FINANCIAMIENTO .....	67

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Matriz de doble entrada para un análisis relacional.....	27
Ilustración 2: Caracterización del sistema de innovación de la GD.....	29
Ilustración 3: Diagrama de relación de actores y estructuras de la GD .....	38
Ilustración 4: Declaración de instalaciones por mes .....	39
Ilustración 5: Declaraciones por sector - año 2015.....	39
Ilustración 6: Declaraciones por sector - año 2016.....	40
Ilustración 7: Declaraciones por sector - año 2017.....	41
Ilustración 8: Distribución geográfica de instalaciones de GD.....	42
Ilustración 9: Distribución geográfica sectorial de instalaciones GD .....	42
Ilustración 10: Distribución geográfica sectorial por potencia instalada .....	43
Ilustración 11: Distribución de instaladores y empresas según zona geográfica .....	44
Ilustración 12: Precio neto de 1Wp por sistema FV ofertado a nivel nacional.....	46
Ilustración 13: Comparación de precios promedio de Chile, TSP y Alemania .....	47
Ilustración 14: Procedimiento de conexión de instalación de generación distribuida. ....	49
Ilustración 15: Tiempo medio (días) en la tramitación legal de instalaciones de GD .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	25
Tabla 2: Organizaciones no gubernamentales del sistema de innovación de la GD.....	31
Tabla 3: Organizaciones gubernamentales del sistema de innovación de la GD.....	32
Tabla 4: Programas del sistema de innovación de la GD.....	34
Tabla 5: Acciones de formación e I+D del sistema de innovación de la GD .....	34
Tabla 6: Análisis relacional de preguntas de investigación .....	52
Tabla 7: Obstáculos y recomendaciones en la adopción de instalaciones de GD.....	54
Tabla 8: Plan de acciones catalizadoras en la adopción de instalaciones de GD.....	55
Tabla 9: Norma técnica e instructivos del sistema de innovación de la GD.....	66
Tabla 10: Instrumentos de financiamiento del sistema de innovación de la GD .....	67

A todos aquellos quienes hicieron de este viaje, una gran experiencia.

*Se hacen eternas cuando las quieren  
Y siempre viven y nunca mueren  
Cuando se duermen son indefensas  
Y se despiertan cuando las piensas  
Y las atacan y las defienden  
Las más valiosas nunca se venden  
Alcanzan todo lo que desean  
Así de grande son las ideas*

## RESUMEN

El sistema eléctrico chileno ha sido, tradicionalmente, un mercado oligopólico regulado, con una generación escasamente diversificada y basada en hidrocarburos importados, altamente contaminantes. El año 2014, y tras la entrada en vigencia de la Ley 20.571, se abre una oportunidad para reestructurar la forma en la que el sistema eléctrico ha funcionado, permitiendo a los usuarios, generar su propia energía a través de ERNC e inyectar sus excedentes a la red. Sin embargo, a tres años desde su implementación, la cantidad de instalaciones no supera las 2.000 unidades, demostrando un lento proceso de adopción de este tipo de tecnologías.

La presente investigación constituye un esfuerzo en caracterizar el sistema de innovación de la generación distribuida y en analizar la efectividad en la adopción de estas tecnologías, identificando las causas y los potenciales catalizadores que podrían fomentarla. Se recurrió a una revisión del estado del arte y a un análisis observacional de tipo cuantitativo, con el fin de entender la trayectoria en la adopción tecnológica. Finalmente, se contrastan las causas y acciones catalizadoras, asociadas al sistema de innovación caracterizado, con las fallas sistémicas identificadas en experiencias análogas.

## SUMMARY

The Chilean electricity system is a regulated oligopoly based on highly polluting imported fuels. The introduction of Law n°20,571 in 2014 opens an opportunity to change the way in which the electrical system works. It, allows users to generate their own energy using renewable energy grid tied plants. However, three years later the number of plants lies under 2.000, i.e. a slow process of technology adoption.

This work describes the distributed generation innovation system and analyzes the technology adoption effectiveness. It explores the causes and catalysts that might foster renewable energy adoption. The methodology includes the state of the art review and an observational quantitative analysis. Finally, the causes and catalysts are contrasted with systemic failures identified in similar cases.



# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Históricamente y previo a la firma del protocolo de Kyoto, las políticas energéticas tenían como objetivo principal la construcción de un sistema energético asequible, fiable y seguro para facilitar al máximo los procesos industriales intensivos en energía. En 1997 se adoptó Kyoto; acuerdo en el que 37 países se comprometieron a reducir los gases de efecto invernadero. A partir de esto, el cambio climático y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero se convirtieron en pilares claves en las políticas energéticas del período posterior a Kyoto (Negro, 2012).

En el mismo período, la inestabilidad geopolítica originada por la guerra en Irak, la crisis energética durante los años 2000 y la disputa de gas natural entre Rusia y Ucrania mostraron el carácter internacional del sistema energético y la dependencia de estos sistemas en algunos países (Negro, 2012), como por ejemplo Chile, quien en 2014 importó el 90% de sus requerimientos de combustibles fósiles (Ministerio de Energía, 2015).

En aquel escenario, las energías renovables surgen como uno de los principales medios para reducir el impacto del sistema energético en el clima global y para reducir la dependencia de los sistemas energéticos nacionales basados en generación termoeléctrica mediante carbón, gas y petróleo extranjero, fomentando así la inversión en investigación y desarrollo dentro de las energías renovables (Foxon, 2005).

A pesar de las acciones políticas y económicas realizadas para acelerar el desarrollo, adopción e implementación de las energías renovables, las experiencias en diferentes países muestran que este proceso ha resultado ser lento y complejo (Negro, 2012). En Chile, por su parte, la fracción renovable no convencional dentro de la matriz eléctrica, pasó del 0,8% en 1997 a un 4,6% en 2014, sin embargo, estas cifras ratifican que la participación real de energías renovables sigue siendo baja, especialmente cuando se compara con las ambiciones políticas que comprometen una reducción del 30% de las emisiones de gases de

efecto invernadero asociadas a la generación eléctrica al año 2030 (Ministerio de Energía, 2015).

Por otra parte, considerando el último compromiso adoptado en la cumbre de Copenhague por los países de la OCDE, consistente en reducir las emisiones de carbono en un 80% en 2050, significó a Chile incluir en su política energética, el compromiso de que al menos el 60% de la generación en 2030 sería de origen renovable y el 70% al año 2050 (Ministerio de Energía, 2015). A lo anterior y en 2017, Chile ratifica el acuerdo de París, el cual establece como meta la contención de la temperatura media global por debajo de los 2 grados centígrados, respecto a los valores preindustriales hacia fin de siglo.

Al igual que en otros países, la velocidad de desarrollo y adopción de las energías renovables en Chile ha sido menor esperada, lo que de acuerdo a Negro (2012), en su artículo “Porqué las energías renovables se difunden lentamente” es atribuible a dos paradigmas. El primero relativo al paradigma económico neoclásico que destaca las fallas del mercado para la obtención de los precios correctos. El segundo se refiere al carácter sistémico de la matriz energética como el responsable de la falla; es decir, la velocidad, la dirección y el éxito de los procesos de innovación están fuertemente influenciados por el entorno en el que se desarrollan las innovaciones.

Las soluciones a las fallas de mercado identificadas según Negro (2012) buscan la obtención de los precios correctos mediante impuestos y subsidios, y las subvenciones públicas de I+D para promover las inversiones privadas. Sin embargo, este enfoque ha sido particularmente débil para identificar dónde estas subvenciones deben ir y cuál debe ser su nivel (Smith, 2007).

La segunda perspectiva planteada ha buscado explicaciones para esta lenta adopción tanto en la naturaleza como en las características de los sistemas históricos y de los sistemas alternativos emergentes. El sistema energético existente dificulta la adopción de nuevas tecnologías debido a la inercia inherente a los grandes sistemas tecnológicos por la fuerte interrelación entre el sistema energético y el socioeconómico; por lo tanto, cualquier transformación en el sistema eléctrico afectará a todas las otras partes de la sociedad,

generando altos costos de cambio tecnológico, que debe ser impulsado en primeras etapas desde el estado (Smith, 2007).

En el contexto nacional, la creación de una nueva política energética y los compromisos medioambientales adquiridos internacionalmente conllevan una transición en la matriz energética nacional, desde una que incluye un 60% de potencia instalada en generación termoeléctrica mediante combustibles fósiles, a una matriz predominantemente renovable (Ministerio de Energía, 2015).

Se ha materializado ya, una serie de proyectos orientados a fomentar el uso de energías renovables, acrecentar la eficiencia energética y asegurar el aprovisionamiento eléctrico, distinguiéndose entre estas medidas, la interconexión de los dos grandes sistemas eléctricos nacionales (SIC y SING), la interconexión internacional entre Chile, Perú, Argentina, Bolivia y Ecuador, la disminución de precios obtenidos en las licitaciones de energía para distribución y medidas de equidad tarifaria (Ministerio de Energía, 2016).

Dentro del sistema asociado al sector energético chileno y con el objeto de facilitar la adopción de las energías renovables no solo a nivel de grandes generadores, sino también dentro de clientes regulados, en 2012 se crea la Ley de *Netbilling* (Ley 20.571), la cual busca regular la autogeneración, el autoconsumo y las inyecciones de excedentes a la red por medios renovables no convencionales y la cogeneración eficiente (Ministerio de Energía, 2015).

La Ley 20.571, en su origen no solo buscaba regular el acceso al autoconsumo, sino que era el puente entre el pequeño consumidor y las energías renovables, descongestionando el consumo desde la red y aumentando la potencia instalada en este tipo de energías de forma distribuida. Sin embargo a tres años desde la aprobación del reglamento de la Ley de *Netbilling*, el número de este tipo de instalaciones aun es escaso, alcanzando solo 1.622 declaraciones al 31 de octubre de 2017 (Ministerio de Energía, 2017), escenario similar al revisado por Negro (2012).

Si bien la generación distribuida bajo el alero de la Ley 20.571 nació como una respuesta a una falla del sistema sectorial energético, en la actualidad la generación distribuida es

posible caracterizarla a través de un propio sistema, el cual difiere significativamente del principal, ya que se atomiza el mercado y las asimetrías de información toman un rol protagónico (Ministerio de Energía, 2016).

En este escenario y considerando el nuevo sistema y las metas que como país se tienen, tanto a mediano como a largo plazo, es que el presente estudio busca caracterizar el sistema de innovación asociado a la generación distribuida en Chile y analizar el proceso de adopción de las tecnologías afines, proponiendo acciones que agilicen su funcionamiento sistémico y sostenido.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo General

Analizar el sistema de generación distribuida en Chile, identificando el avance en el proceso de adopción de tecnologías afines y sus factores determinantes.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- i. Describir la estructura del sistema de generación distribuida en Chile y la interacción de los actores.
- ii. Analizar la efectividad en la adopción de la generación distribuida en Chile desde su implementación.
- iii. Identificar los obstáculos y potenciales catalizadores en el proceso de adopción de tecnologías asociadas a la generación distribuida.
- iv. Proponer acciones que faciliten el funcionamiento y la adopción de las tecnologías afines a la generación distribuida.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

Diversas evidencias indican que existe una serie de fallas sistémicas en el proceso de adopción de las energías renovables y la generación distribuida, las que han sido

identificadas como reiteradas y particulares para este tipo de sistemas, Negro (2012). Por esto se hace necesario caracterizar el sistema de innovación (SI) de la generación distribuida y a cada uno de los actores que en él participan, identificando como se relacionan entre ellos y analizando la adopción de tecnologías afines. Además se entregan recomendaciones que podrían contribuir a un mejor funcionamiento de este sistema.

De acuerdo a Proaño (2015), a partir de la entrada en vigencia de la Ley General de Servicios Eléctricos (DFL N° 1) en el año 1982, el mercado eléctrico fue organizado en segmentos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Simultáneamente, a través de un proceso de privatización, el Estado delegó en privados la potestad para definir dónde, cómo y cuándo desarrollar los proyectos de generación eléctrica, así como las condiciones tarifarias aplicables a los mayores usuarios, encargándose sólo de funciones de fiscalización y planificación indicativa de inversiones. Esta estructura, ha determinado que hoy Chile posea una matriz energética dependiente de factores externos, con propiedad concentrada, no diversificada en cuanto a las fuentes energéticas, de alto costo y contaminantes.

Actualmente, la generación de energía eléctrica en Chile, es gestionada totalmente por el sector privado. La industria eléctrica nacional está integrada por un limitado grupo de empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras que suministraron una oferta agregada de aproximadamente 72.000 GWh en 2017. Dicho mercado eléctrico, posee un alto grado de distorsión, debido a la concentración de la generación en sólo tres empresas (Endesa, Colbún y Gener), que generan y comercializan más del 84 % de la energía en el Sistema Interconectado Central (SIC). Otras tres empresas (E-CL, Gener y Gas Atacama) generan y comercializan más del 94% de la energía en el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Estas cinco empresas además, a través del sistema de licitaciones para clientes regulados y contratos de largo plazo con clientes libres, tienen capturado más de 90% del mercado eléctrico hasta el año 2020.

En este contexto la importancia de la generación distribuida, llega a cambiar la forma en que se genera y se estructura el sector eléctrico nacional. Permitiendo la incorporación de nuevos actores a un mercado concesionado y por lo tanto, cambiando la manera en que el

sistema se relaciona. Así, los clientes regulados (usuarios) pueden autoabastecerse y vender sus excedentes de generación a la red, actuando así como pequeños generadores eléctricos. Además, empresas instaladoras que no poseen dominios en dicha concesión, pueden vender energía a estos usuarios mediante un modelo ESCO y así romper la monopolización existente en las redes de distribución nacional. Junto a esto, y en vista de que la generación distribuida es factible solo mediante ERNC y la cogeneración eficiente, la matriz eléctrica tradicional, que durante la última década se ha concentrado en hidrocarburos, pueda diversificarse a nuevas fuentes no contaminantes.

De esta manera, la generación distribuida es posible de entenderla como parte de un sistema de innovación sectorial, que promueve la diversificación de la matriz eléctrica y la reorganización de cómo se estructura el sistema eléctrico nacional. Por ello, la importancia de la presente la investigación radica en identificar dentro del SI de la generación distribuida, las acciones necesarias para catalizar el proceso de adopción de tecnologías de tipo renovable y en particular la solar fotovoltaica, la cual destaca en Chile, por la alta disponibilidad de radiación solar nacional  $GHI > 5 \text{ kWh/m}^2 \text{ día}$  y un bajo costo de los sistemas fotovoltaicos ( $< 1 \text{ dólar/W}$ ). A lo anterior se suma el alto costo de la electricidad para clientes residenciales, el cual se ubica como uno de los más alto de Sudamérica (15,80 centavos de dólar por kWh), siendo mayor que el promedio de la región (10,21 centavos de dólar) y solo superado por Perú (Ministerio de Energía, 2016).

# CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE



## 2 ESTADO DEL ARTE

### 2.1 FALLAS SISTÉMICAS EN LA ADOPCIÓN DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

#### 2.1.1 Altos costos y bajos rendimientos.

Según Geels (2008) en su revisión retrospectiva en base a los principios de la economía para la innovación, las innovaciones "verdes" se enfrentan a varios obstáculos que dificultan su rápida adopción, las cuales en su base pueden reconocerse en características ya planteadas por Schumpeter (1934). Las tecnologías sostenibles tienden a ser más costosas y tienen un menor rendimiento que las tecnologías existentes.

Por su parte, de acuerdo a Geels (2008), los nichos de mercado asociados a innovaciones radicales, corresponden a usuarios particulares que aceptan los problemas para ganar una ventaja competitiva en su dominio. Generando así *free riders* en el mercado, ya que un medio ambiente limpio es un bien colectivo, y solo quienes la adoptan son quienes asumen los costos.

Johnson (2000), plantea que las nuevas tecnologías, ven frenada su adopción como consecuencia del bloqueo originado por aquellas de tipo tradicional, que son conocidas y legitimadas por tener una mejor relación precio/rendimiento, como así también el efecto “*Path dependence*” (Dosi, 1982). La incertidumbre del cliente con respecto al rendimiento tecnológico y los beneficios económicos del nuevo sustituto es a menudo uno de los principales argumentos para las decisiones conservadoras, muy propias de los procesos iniciales de la adopción tecnológica.

Estudios empíricos muestran como Suecia enfrentó el bloqueo dentro del sistema de innovación energético, mediante la creación de incentivos gubernamentales al precio de éstas tecnologías, permitiendo disminuir el precio y legitimar el rendimiento, reduciendo así las incertidumbres asociadas a dicha tecnología, Johnson (2000).

### 2.1.2 Incertidumbre en mercados y regulaciones futuras

Las incertidumbres sobre los mercados y reglamentos futuros, según Geels (2008), también obstaculizan el compromiso de los desarrollos de tecnologías sostenibles. Por un lado, muchas empresas de energía y fabricantes invierten en tecnologías 'verdes', porque reconocen el problema del cambio climático, por ejemplo Shell en los desarrollos con el hidrógeno, Toyota en automóviles híbridos y Ford en autos de pila de combustible, lo que forma parte no solo de sus estrategias comerciales sino también de sus políticas de responsabilidad social. En el otro lado, están los que no se comprometen totalmente con estas innovaciones, debido a las incertidumbres del mercado y el miedo de canibalizar sus productos existentes, en una visión más neoclásica. Por lo tanto, muchas innovaciones quedan en el estante o sólo en demostraciones.

De acuerdo a Geels (2008), las tecnologías existentes y los sistemas sociotécnicos se sitian mediante mecanismos de bloqueo, mientras que otros autores señalan que los incentivos servirían también como herramientas para corregir imperfecciones. Largos períodos de retorno dinámico y creciente los ponen en ventajosas posiciones. Normas y regulaciones favorables, inversiones hundidas y los intereses creados también generan un bloqueo general a las innovaciones tecnológicas; es decir, las innovaciones no pueden competir con las tecnologías existentes en igualdad de condiciones.

Por su parte, Negro (2012), en su estudio retrospectivo identifica las principales fallas documentadas en diferentes sistemas de innovación energética, estudiando 167 experiencias dentro de la Unión Europea. Las fallas más recurrentes se encuentra relacionadas a las “instituciones *hard*” (30,5%.de los casos), destacando dentro de las prácticas la “*stop and go policy*”, referida a la falta de continuidad en regulaciones de largo plazo, políticas inconsistentes y regulaciones inexistentes. En el mismo nivel también han sido identificadas acciones “*attention shift*”, causadas por los responsables políticos que sólo apoyan las tecnologías si contribuyen a resolver un problema actual y la falla de “desalineamiento” entre las políticas sectoriales, como agricultura, economía y energía (Negro, 2012). Un ejemplo de ello, es el presentado por Vasseur (2011), respecto a gobiernos regionales en Países Bajos, que estimularon fuertemente las actividades locales

con exenciones fiscales para las aplicaciones de biocombustibles y subsidios para la producción solar, mientras que el gobierno nacional dificultó el desarrollo y la adopción de esas tecnologías, quitando la continuidad de subsidios a nivel nacional y declaraciones explícitas de no apoyar estas tecnologías.

De acuerdo a lo anterior, Johnson (2000) señala que la falta de visión gubernamental a largo plazo en energías renovables dentro del sistema energético, puede bloquear las funciones del sistema de innovación en diferentes formas. En primer lugar, mientras las expectativas del gobierno sobre el futuro de las energías renovables en Suecia no estuviesen claras, las tecnologías seguirían careciendo de legitimidad y su potencial de crecimiento en el mercado global no sería reconocido. En segundo lugar, la falta de una visión gubernamental generó medidas políticas inconsistentes, que llevaron a una demanda errática, sesgos en la elección de tecnología e incertidumbres en el mercado. Un ejemplo revisado por este autor, correspondió a las grandes fluctuaciones en el mercado, generadas cuando Suecia anunció sus intenciones de subvencionar los quemadores de pellets, produciendo un bloqueo al desarrollo de sistemas “verdes” hasta que se tomó la decisión y se implementaron las subvenciones.

### 2.1.3 Problemas de escalabilidad por falta de legitimidad

Dentro de las fallas asociadas a las estructuras de mercado identificadas por Negro (2012), se plantean los problemas de escalabilidad de este tipo de tecnologías y la cercanía al mercado, lo cual se sustenta por las fallas en las “instituciones soft” que sienten una falta de legitimidad y expresan una oposición o resistencia al cambio.

En el mismo estudio, Negro (2012) identificó que en el 11,4% de los casos descritos en su revisión, se encuentran fallas relacionadas con las capacidades dentro del sistema, como la falta de conocimiento tecnológico de los responsables, la falta de capacidad de los empresarios para organizarse, la falta de usuarios para visibilizar la demanda y la falta de personal calificado.

Por su parte Johnson (2000), identificó la falta de legitimidad a causa de los problemas de red, ya que las relaciones entre las empresas de energías renovables son generalmente débiles. Para las empresas más grandes, esta falta de cooperación podría deberse a la falta de socios potenciales. Por ejemplo, en el caso de Suecia, sólo existían tres productores de calderas de biocombustibles de gran escala. Para las pequeñas, la escasa vinculación pudo deberse a la falta de información sobre otros actores y su carácter individualista, lo que las hizo reacias a cooperar y compartir sus conocimientos con otras empresas. Por otra parte, las empresas de energías renovables ya posicionadas fueron antagónicas a los nuevos participantes, utilizando por ejemplo, un procedimiento de certificación de calidad de colectores solares, como medio para eliminar del mercado a los pequeños productores "poco profesionales".

Por otra parte Johnson (2000), identifica la dificultad de creación de mercado por ser tecnologías de nichos disimiles, generando así la falta de competencia entre potenciales clientes por la variedad de productos existentes en cada nivel. Los productos de pequeña escala (por ejemplo quemadores de pellets, colectores solares y turbinas eólicas) son adecuados para hogares individuales; los productos de mediana escala (por ejemplo, las calderas de biocombustibles) son utilizados por empresas industriales o por municipios y consejos de condado (en escuelas, hogares de ancianos, hospitales, etc.); algunos productos a gran escala (por ejemplo, plantas de gasificación de licor negro, grandes calderas de biocombustibles, etc.) están dirigidos a empresas industriales, dificultando así la formación de mercados y la legitimización de este.

#### 2.1.4 Bloqueo por actores del sistema tradicional

Otra falla planteada por Johnson (2000), asociada al bloqueo de las energías renovables identificado en el caso Sueco, correspondió a la actuación ambigua de algunos de los actores relevantes del sistema energético tradicional (grandes compañías eléctricas) quienes bloquearon la formación del mercado durante décadas. Por ejemplo, aunque la empresa Vattenfall realizó inversiones en I+D y declaró su compromiso con las fuentes de energía renovables, sólo había comprado 4 aerogeneradores comerciales en 1990 y 38 en 1998.

Este tipo de comportamiento ambiguo se suma a la incertidumbre percibida por otros clientes, empresas e inversionistas. De este modo, las compañías eléctricas influyeron en la demanda no sólo directamente (no comprando tecnologías renovables), sino también indirectamente (bloqueando la creación de legitimidad y el reconocimiento del potencial de crecimiento).

## 2.2 MODELOS DE NEGOCIOS EN LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Dentro del sistema energético nacional, el sistema de la generación distribuida se ha distinguido por adoptar las características de un sistema de innovación sectorial, ya sea por su estructura, como por su función, facilitando así el proceso de transformación del sistema eléctrico, en términos de matriz eléctrica y en la forma en la que los actores se relacionan. Por esto, a continuación se presenta una revisión en el estado de la técnica asociada a modelos de negocios existentes e implementados y a algunas patentes relacionadas.

SolarCity (USA), empresa enfocada en los servicios energéticos de diseño, financiamiento, instalación y alquiler de paneles fotovoltaicos, que permiten a propietarios de viviendas, empresas, organizaciones gubernamentales y organizaciones sin fines de lucro, pagar un menor costo en comparación a los distribuidores locales de energía. Lo anterior beneficia a los usuarios a través de un ahorro en sus cuentas mensuales de energía eléctrica, así como también, haciéndolos partícipes de la reducción de las emisiones de gases invernaderos (Solarcity, 2017).

SoliClima (España), empresa que gestiona modelos de negocio para la inversión en proyectos fotovoltaicos propios, alquiler de superficies para realización de instalaciones y la explotación económica conjunta de proyectos entre los inversionistas y consumidores (donadores de techos), permitiendo rentabilizar espacios (cubiertas de planta) ya destinados a producción de otros bienes y servicios. Además mediante la conexión a la red eléctrica existente se entrega la electricidad producida, favoreciendo el consumo de energía renovable en zonas de gran demanda

energética, provocando un menor impacto ambiental que las tradicionales plantas generadoras (Soliclima, 2017).

SunPower (USA), empresa dedicada a la fabricación, arriendo y venta de sistemas fotovoltaicos, con un modelo de inversión costo USD\$0 para el cliente, permitiéndole gozar del arrendamiento y uso de la energía generada por estos sistemas, mediante el pago de boletas con un menor precio respecto a las energías tradicionales. A su vez, ofrece servicios de *leasing* en plazos que van desde los 5 a los 20 años, con cuota mensual compensada con la disminución del gasto energético desde la red (Sunpower, 2017).

The GivePower Foundation (USA), dona e instala sistemas autónomos de generación solar y de almacenamiento energético usando baterías y entregando energía eléctrica a escuelas aisladas en países vulnerables (Givepower, 2017).

CollectiveSun (USA), única compañía en Estados Unidos que ayuda a financiar proyectos solares exclusivamente a organizaciones sin fines de lucro. Fundada en 2011 sobre el principio de que todas las organizaciones deberían tener acceso a la energía solar, entrega proyectos con ventajas fiscales que permiten ahorrar un 15% (Collectivesun, 2017).

Abundance (UK), corresponde a la primera plataforma de crowdfunding e inversión del Reino Unido que permitió que cualquier persona pudiese invertir desde £5 para ayudar a financiar proyectos de energía verde. En la actualidad posee miles de personas construyendo carteras, realizando inversiones directas en proyectos y negocios que generan beneficios sociales o ambientales reales. A lo largo del camino, sus inversionistas han ayudado a financiar más de 30 negocios y proyectos diferentes, desde energía eólica a pequeña escala, hasta energía mareomotriz y geotérmica (Abundanceinvestment, 2017).

Mosaic (USA), fondo de inversiones lanzado en 2011, comenzó utilizando los principios de *crowdfunding* para permitir que la gente común invirtiera en energía limpia. En 2014, continuó con la financiación solar residencial con la ayuda de socios

de capital de terceros. En la actualidad, continúa su crecimiento con la primera bursatilización de cartera de préstamos residenciales, así como con el programa de préstamos para mejoras en el hogar, permitiendo que miles de hogares puedan acceder a tecnologías renovables sin invertir inicialmente (Mosaic, 2017).

Estos casos, muestran cómo ha sido el desarrollo e implementación del uso de energía solar fotovoltaica de forma distribuida en países donde ya hace tiempo existe una legislación respecto a la inyección y venta de la energía a la red, sentando las bases del proceder dentro del contexto de la Ley de generación distribuida (Ley 20.571). A continuación se presentan algunos de los modelos puestos en marcha en Chile.

Sünplicity (Chile), emprendimiento conjunto entre dos compañías con gran trayectoria en la industria energética: Tritec Energy y Engie, que busca impulsar las ERNC, acercando la energía solar FV mediante el financiamiento de proyectos renovables a través de *leasing* (Sunplicity, 2017).

Eollice (Chile), *start up* que buscaba formar una red de financiamiento colectivo (Crowdfunding) para energías renovables en Latinoamérica. Si bien durante el año 2014 materializa su primer proyecto, el modelo de negocios no prosperó en Chile y no continuó sus actividades.

Dentro de las solicitudes de patente relacionadas con los modelos de negocio identificados están:

*“Methods, systems and financial instruments for financing renewable energy consumer premises equipment”*, de Gary Kremen, establece métodos e instrumentos financieros para solventar equipos de energía en instalaciones de consumo renovable (United States Patent Application n° 20080091590).

*“Methods for financing renewable energy systems”*, de Solarcity Corporation, establece un modelo de negocio para la financiación de sistemas de energía renovable

mediante un préstamo hipotecario con interés deducible de impuestos (United States Patent Application n° 8175964B2).



# CAPÍTULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO

### 3 DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación busca desarrollar un estudio exploratorio descriptivo de la situación actual del sistema de innovación de la generación distribuida (GD) en Chile, caracterizando cada una de las partes del sistema y analizando cuantitativamente su desempeño respecto a la línea base establecida en la estrategia energética 2050, del ministerio de energía.

#### 3.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para estudiar las fallas existentes en el sistema de innovación de la generación distribuida en Chile se utilizará como referencia la revisión bibliográfica realizada, estableciendo a partir de ello, las siguientes preguntas de investigación.

- i. ¿La adopción de la GD se ha dificultado por tratarse de una tecnología costosa y con menor rendimiento?
- ii. ¿El desarrollo de la GD se ha obstaculizado debido a la incertidumbre existente respecto al mercado y a la potencial reglamentación futura?
- iii. ¿La adopción de la GD ha sufrido problemas de escalabilidad por falta de legitimidad en el mercado?
- iv. ¿El progreso de la GD se ha limitado por el bloqueo realizado por los actores del sistema eléctrico tradicional?

#### 3.2 COBERTURA DEL ESTUDIO

La naturaleza de la información recolectada para realizar la descripción del sistema de innovación de la generación distribuida y estudiar las preguntas de investigación planteadas, será a partir de fuentes secundarias, de tipo cuantitativa y cualitativa a partir de la información y literatura existente respecto a cada uno de los actores y funciones del sistema.

La cobertura del estudio considera todo el estado del arte existente desde abril de 2014, fecha de implementación de la Ley 20.571, al 31 de octubre de 2017, incluyendo todo el marco regulatorio vigente, políticas y programas implementados y bases de datos asociadas del periodo en observación. No se contempla muestreo ni encuestas ya que será un estudio retrospectivo de tipo observacional.

Como fuentes de información se utilizarán solamente del tipo secundario, tal como se presenta en la Tabla 1. Estas referencias, corresponden a todas aquellas fuentes que sustentan la normativa vigente con respecto a la generación distribuida, así como los registros de instalaciones registradas al 31 de octubre de 2017, lo que permite asumir que se analizará gran parte de la información relevante para esta industria nacional.

Tabla 1: Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

<b>Datos</b>	<b>Fuente</b>	<b>Técnica - Tratamiento</b>
Registro de declaración de puesta en servicio.	SEC	Análisis cuantitativo de tipo observacional y descriptivo.
Registro de instalaciones programa Techos Solares Públicos.	Ministerio de Energía	Análisis cuantitativo de tipo observacional y descriptivo.
Reporte de costos de instalaciones programa Techos Solares Públicos.	Ministerio de Energía	Análisis cuantitativo de tipo observacional y descriptivo
Marco regulatorio Ley de <i>Netbilling</i> .	SEC	Análisis cualitativo de tipo observacional y descriptivo.
Estrategia energética 2050	Ministerio de Energía	Análisis cualitativo de tipo observacional y descriptivo

Fuente: Elaboración propia en base a revisión bibliográfica.

En términos de registro de instalaciones de GD, se considera la base de datos de la SEC, institución encargada de registrar y aprobar este tipo de sistemas conectados a la red. Por lo tanto, todas las instalaciones que han sido ejecutadas y declaradas de acuerdo a la normativa vigente, están contenidas en estos registros. Como base de datos complementaria, se utilizó el registro del programa Techos Solares Públicos, el cual al ser contrastado con la anterior, permite validar la proporción de instalaciones financiadas por el

estado de forma directa. Por su parte, la estrategia energética y el marco regulatorio revisado, corresponde a la totalidad de información rectora de este tipo de instalaciones. Finalmente también se considera el reporte de costos de instalaciones elaborado GIZ (2017), el cual obedece a un estudio de mercado en detalle respecto a los costos de los sistemas solar PV de forma estratificada.

### 3.3 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Dentro de las herramientas a utilizar se considera el análisis relacional de fallas sistémicas, un estudio de catalizadores y obstáculos para la adopción tecnológica y una caracterización estratégica de acciones de mejora.

#### 3.3.1 Análisis relacional de fallas sistémicas

De acuerdo a Klein (2005), en su artículo “*A system failure framework for innovation policy design*”, las fallas de un sistema de innovación es posible enmarcarlas dentro de un análisis relacional de estructuras y actores; entendiendo como estructuras a las infraestructura física, la infraestructura del conocimiento, las instituciones *hard* y *soft*, la estructura de mercado y las interacciones dentro del sistema. Estas estructuras son contrastadas con los actores pertenecientes a dicho sistema, pudiendo así identificar dentro de una matriz de doble entrada, los puntos críticos en donde ocurren las fallas del sistema, para así proponer las mejoras.

#### 3.3.2 Análisis de catalizadores y obstaculizadores

Para estudiar las preguntas de investigación y caracterizar las acciones catalizadoras y obstaculizadoras dentro del sistema de innovación de la GD, se plantea un análisis relacional de doble entrada, en el que para cada una de las preguntas planteadas se proponen acciones de mejora. Este análisis es coherente al análisis planteado por Klein (2005), proponiendo acciones por cada par “estructura / actor” ya identificado.

3.3.3 Caracterización estratégica de acciones de mejora.

A partir de las acciones planteadas en el análisis anterior, se propone una hoja de ruta estratégica en donde se establecen los plazos de implementación de cada acción. De esta forma se elabora un paquete de medidas focalizadas en el tiempo para responder a cada una de las fallas sistémicas identificadas en experiencias internacionales.

Ilustración 1: Matriz de doble entrada para un análisis relacional.

<i>Actors (missing actors)</i>	<b>Demand</b> •Consumers •Large buyers	<b>Companies</b> •Large firms •MNCs •SMEs •Start-ups	<b>Knowledge institutes</b> •Universities •Technology institutes	<b>'Third parties'</b> •Banks, VCs •Intermediaries, consultants •Sector organisations, employers
<b>Rules (system failures)</b>				
<b>Infrastructural failure:</b> ICT, roads, railroads, telecom, ..				
<b>Institutional failure:</b> • Hard: laws, regulations, ... • Soft: norms, values, ...				
<b>Interaction failure</b> • Weak network failure • Strong network failure				
<b>Capabilities failure</b>				

Fuente: Klein (2005)

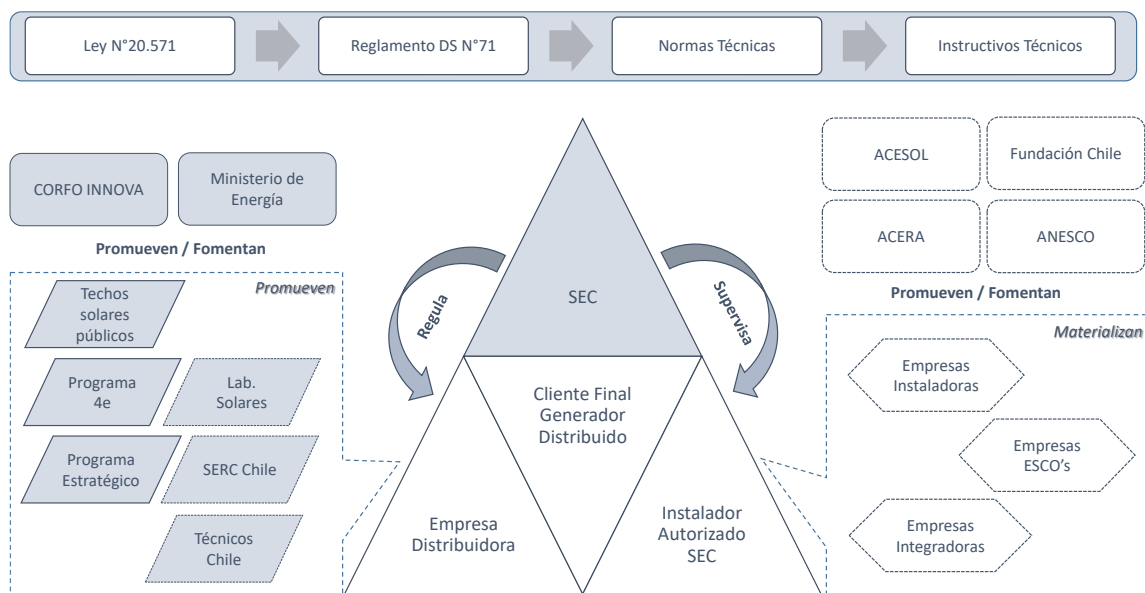
# CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y ANÁLISIS

## 4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE GD

Para la caracterización del sistema de innovación de generación distribuida en Chile será considerado un análisis estructural incorporando el levantamiento de los actores, instituciones, infraestructura y las principales funciones de cada una de ellos, siendo estas representadas en el esquema de la Ilustración 2.

Ilustración 2: Caracterización del sistema de innovación de la GD



Fuente: Elaboración propia en base a revisión bibliográfica.

A continuación se presenta un análisis detallado para cada una de las dimensiones consideradas, utilizando para esto una revisión bibliográfica de la institucionalidad asociada a la generación distribuida en Chile.

#### 4.1.1 Actores

- *Usuario / Cliente final*

Los Usuarios de la generación distribuida, corresponden a todos aquellos clientes regulados sujetos a fijación de precios, que dispongan para su propio consumo de equipamiento de

Generación de energía eléctrica por medios renovables no convencionales o cogeneración eficiente. De esta manera se distingue a estos usuarios ya que hacen uso de su derecho a inyectar los excedentes de energía a la red de distribución.

- *Empresa distribuidora*

Las Empresas Distribuidoras corresponden a aquellas compañías encargadas de la distribución de la electricidad dentro de redes limitadas geográficamente mediante concesiones de largo plazo. Éstas, dentro del sistema de innovación actúan como receptoras de los excedentes inyectados por los usuarios. Además se encargan de velar que la conexión del equipamiento de generación (EG) cumpla con las exigencias de la normativa vigente. Dentro del procedimiento de conexión, serán quienes informarán la factibilidad y los costos asociados en caso de requerirse modificaciones.

- *Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)*

La Superintendencia en el marco de la generación distribuida es el organismo encargado de fiscalizar el cumplimiento de las regulaciones y normativas vigentes y resolver fundadamente los reclamos y controversias suscitadas entre la Empresa Distribuidora y los Usuarios que hagan o quieran hacer uso del derecho establecido en el artículo 149 bis de la Ley General de Servicios Eléctricos. A partir del “Procedimiento de comunicación de Energización: Instrucción Técnica: RGR N° 01/2017”, la SEC además se encargará de controlar la comunicación entre las partes, mediante la administración de una plataforma online en la que se gestionan la tramitación de conexión de generadoras residenciales.

- *Instaladores autorizados SEC*

Los instaladores autorizados, corresponden a profesionales con licencia SEC tipo A o B, con facultades para instalar, conectar y declarar equipamiento de generación distribuida. Lo anterior en conformidad a lo establecido en los reglamentos y normas técnicas vigentes o instrucciones de carácter general de la Superintendencia.



▪ *Empresas instaladoras*

Las empresas instaladoras, son aquellos proveedores encargados de instalar y conectar un sistema de generación distribuida. Estas empresas deben incluir en su equipo al menos un instalador eléctrico autorizado SEC, quien deberá realizar la declaración y supervisar su conexión. Dentro de las empresas instaladoras, es posible identificar, las del tipo “integrador”, que han incorporado a sus servicios todas las actividades de la cadena de valor; es decir, el diseño, importación de equipos, financiamiento y monitoreo de las EG.

▪ *Organizaciones no gubernamentales (ONG)*

Las ONG que participan en el sistema de innovación de generación distribuida, comprenden un conjunto de instituciones promotoras de la tecnología y vigilantes de su desarrollo y penetración en el mercado. En la Tabla 2 se presentan las más relevantes a nivel nacional y su descripción.

Tabla 2: Organizaciones no gubernamentales del sistema de innovación de la GD

ONG	Descripción
ACESOL	Asociación Gremial que reúne a todas las instituciones públicas y empresas interesadas en promover el desarrollo de la energía solar en Chile, con el fin de representarlos, mantenerlos informados y colaborar en el posicionamiento de esta energía.
ACERA	Asociación Gremial que agrupa todos aquellos organismos relacionados a las ERNC. Su principal objetivo es promover un marco regulatorio que permita a ERNC competir en igualdad de condiciones con otras fuentes.
ANESCO Chile	Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética (EE), que representa a empresas que ofrecen soluciones de EE y financiamiento de medios de generación renovable a nivel distribuido. Su objetivo radica en ser un canal de promoción y desarrollo de sus asociados, facilitando la comunicación entre la oferta y demanda en el mercado de la Eficiencia Energética.
Fundación Chile (FCh)	Corporación dedicada a promover soluciones de alto impacto para abordar los desafíos de Chile en sustentabilidad, desarrollo de Capital Humano, Educación, acuicultura, emprendimiento y alimentación.

Fuente: Elaboración propia en base a revisión bibliográfica.

▪ *Organizaciones Gubernamentales*

Al tratarse de un sistema de innovación originado a partir de una Ley de la República, los actores gubernamentales son instituciones claves que articulan la materialización de este tipo de instalaciones. En la Tabla 3, se presentan las principales organizaciones que apoyan este proceso.

Tabla 3: Organizaciones gubernamentales del sistema de innovación de la GD

Organización	Descripción
Ministerio de Energía	Órgano superior de colaboración del Presidente de la República en las funciones del gobierno y administración del sector de energía. ( <a href="http://www.energia.gob.cl/">http://www.energia.gob.cl/</a> )
Comité de energía solar Programas estratégicos CORFO INNOVA	Comité compuesto por actores públicos, privados y de la academia, que tiene por objetivo desarrollar una industria solar en Chile. Su misión principal es velar por la correcta ejecución del programa estratégico nacional para la Industria de la Energía Solar.

Fuente: Elaboración propia en base a revisión bibliográfica.

4.1.2 Instituciones

En el marco del SI, las instituciones se refieren a los marcos normativos, jurídicos o culturales, que regulan las interacciones entre los actores y que permiten catalizar o complejizar alguna acción dentro del sistema.

▪ *Ley 20.571*

La Ley 20.571 también conocida como “Ley de *Netbilling*” o “Ley de generación ciudadana”, con vigencia desde el 22 de marzo de 2012, regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales, a usuarios finales sujetos a fijación de precios, que dispongan para su propio consumo algún equipamiento de generación de energía eléctrica por medios renovables no convencionales o de instalaciones de cogeneración eficiente, otorgando el derecho a inyectar la energía que de esta forma generen a la red de distribución a través de sus respectivos empalmes.

▪ *Reglamento de la Ley 20.571 (DS71)*

El reglamento, vigente desde septiembre de 2014, especifica los requisitos que deben cumplirse para conectar el medio de generación a las redes de distribución e inyectar los excedentes de energía a éstas. Asimismo, el reglamento contempla las medidas que deberán

adoptarse para los efectos de proteger la seguridad de las personas y de los bienes y la seguridad y continuidad del suministro; las especificaciones técnicas y de seguridad que deberá cumplir el equipamiento requerido para efectuar las inyecciones; el mecanismo para determinar los costos de las adecuaciones que deban realizarse a la red; y la capacidad instalada permitida por cada usuario final y por el conjunto de dichos usuarios en una misma red de distribución o en cierto sector de ésta.

Desde su publicación, restringida para medios de generación fotovoltaicos, se inicia el proceso de creación de la curva de aprendizaje y se crean nuevos nichos de mercado, orientados a la generación distribuida a nivel residencial y clientes regulados.

- *Norma técnica e instructivos*

A partir de la entrada en vigencia del reglamento de la Ley 20.571 en 2014 y hasta la actualidad, es que se desarrollan y definen sistemáticamente normas técnicas e instructivos, que en detalle regulan éstas tecnologías y su proceso de adopción. En la Tabla 9, se presenta una recopilación y breve descripción de dicho marco regulatorio (ver anexo 3).

#### 4.1.3 Infraestructura del sistema de innovación

Dentro del análisis estructural del sistema de innovación, se reconoce una infraestructura en desarrollo articulada principalmente por programas, actividades de formación e I+D y acciones de financiamiento, todas estas provenientes principalmente desde actores estatales, existiendo una escasa participación privada.

- *Programas*

Entre los programas para el fortalecimiento de la generación distribuida en Chile, los de mayor relevancia en el sistema de innovación de la generación distribuida se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Programas del sistema de innovación de la GD

Programa	Descripción
Programa Techos solares públicos	Iniciativa del Ministerio de Energía inserta en la Agenda de Energía, orientada a instalar sistemas fotovoltaicos (SFV) en los techos de los edificios públicos, con el objeto de contribuir a la maduración del mercado fotovoltaico para autoconsumo. Tiene una duración de 4 años a partir del 2015 y cuenta con un presupuesto de USD 13 millones.
Programa 4e	Programa desarrollado por el Ministerio de Energía junto con la Cooperación Internacional Alemana (GIZ), que busca promover y desarrollar las condiciones necesarias para diversificar la matriz energética y así contribuir al desarrollo sustentable del sector sin afectar su competitividad internacional.
Programa Estratégico Nacional para la Industria de la Energía Solar	Iniciativa impulsada por CORFO, que busca impulsar un Plan Estratégico Regional, cuyo objetivo es el desarrollo de un Centro Regional, en el cual se lleven a cabo investigaciones para la industria, transferencia de capacidades para las pequeñas y medianas empresas y se forme capital humano cualificado.

Fuente: Elaboración propia en base a revisión bibliográfica.

▪ *Formación I+D*

A partir del programa “Programa Estratégico Nacional para la Industria de la Energía Solar” y otros instrumentos e instituciones, dentro del sistema de innovación para la generación distribuida ya se han materializado algunas acciones de formación e I+D como política pública. En la Tabla 5 se presentan alguna de estas acciones que han contribuido a la disminución de brechas tecnológicas y de conocimiento dentro del sistema.

Tabla 5: Acciones de formación e I+D del sistema de innovación de la GD

Acción	Descripción
Chilean Solar Energy Research Center (SERC Chile)	Centro de investigación conformado por la Universidad de Antofagasta, Universidad de Chile, Universidad de Tarapacá, Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad Adolfo Ibáñez, Universidad de Concepción y Fundación Chile, que busca promover la investigación líder en energía solar a nivel mundial.
Laboratorios solares FV para la capacitación y demostración	Unidades de Capacitación y Demostración que poseen el objeto de promover la formación en energía FV para cubrir la demanda de especialistas técnicos y apoyar así el crecimiento de la industria.
Programa Técnicos	Programa de becas del MINEDUC que tiene como objetivo

para Chile	contribuir a la formación a nivel técnico-profesional a través de la realización de estudios de perfeccionamiento en el extranjero. Este programa se implementa a nivel nacional y, aunque no se limita únicamente al sector de la energía, ha definido a las ERNC como área estratégica.
------------	---

Fuente: Elaboración propia en base a revisión bibliográfica.

▪ *Financiamiento*

Las principales organizaciones que cuentan con instrumentos de financiamiento para proyectos de ERNC en Chile en su mayoría son de forma indirecta, no existiendo ningún subsidio expreso para fomentar la generación distribuida. Como excepción, desde el sector privado, destaca Banco Estado con su crédito “Eficiencia Energética y Energías Renovables Pequeñas y Micro Empresas”, destinado a MiPymes que requieran invertir en medidas de EE y ERNC, para generar ahorros en su gasto eléctrico.

Dentro de los subsidios el “Fondo de Acceso a la Energía, en su línea Energización”, se aproxima al fomento de sistemas de generación fotovoltaicas en organizaciones públicas o corporaciones sin fines de lucro, sin embargo expresamente excluye las instalaciones conectadas bajo la Ley 20.571. A nivel privado, la CNR e INDAP ofrecen una serie de instrumentos asociados a riego, los cuales cofinancian proyectos de generación distribuida en agricultores. A nivel residencial y como un nuevo componente del programa PPPF del MINVU, se permite el financiamiento de instalaciones fotovoltaicas a nivel distribuido en viviendas, sin embargo la utilización de este programa para estos fines se ha restringido a experiencias pilotos y no ha presentado mayor número de instalaciones.

En la Tabla 10, se presenta un resumen con los principales instrumentos disponibles para el financiamiento, directo o indirecto, de este tipo de proyectos (ver anexo 4).

4.1.4 *Interacciones*

A partir de la caracterización del SI de generación distribuida en Chile, esquematizado en la Ilustración 2, es posible identificar, tal como se presenta en el núcleo de la pirámide, que el usuario corresponde al actor principal, ya que es él quien decide la adopción de este tipo de

tecnologías y su materialización, siendo ésta decisión, resultado de programas de estímulos generados por políticas públicas, descritas en el apartado anterior. Tras esto, se incorporan tres actores secundarios, cuyo rol fundamental es concretar el proyecto, de acuerdo a lo establecido por las instituciones. Esta interacción entre el usuario y los instaladores o empresas, es directa y de tipo “uno a uno”.

En un tercer nivel, esquematizados en rectángulos, son presentados los otros agentes del sistema; con fondo gris, los actores del estado y con fondo blanco, las organizaciones no gubernamentales. Dentro de las primeras, es clave identificar el aporte del Ministerio de Energía y el Comité de Energía Solar, organizaciones promotoras, que han generado programas de fomento y acciones de difusión y formación. Las ONG, por su parte, han contribuido con la articulación y promoción para la creación de una oferta y un mercado consolidado para la instalación de este tipo de tecnologías, creando asociaciones gremiales tanto para instaladores como para ESCO's, quienes incluyen hasta el financiamiento de este tipo de instalaciones. La interacción de estos actores en el SI, corresponde a una acción perimetral entre actores particulares (edificaciones públicas y el estado).

La institucionalidad creada a partir del DS71 del año 2014, permitió materializar las primeras instalaciones de GD en el país. De esta forma entregó el marco regulatorio en el que los actores deben relacionarse y los niveles de servicio acordados para cada una de las etapas existentes en un proyecto de este tipo, razón por la cual los actores debieron capacitarse y acogerse a este DS para poder ejecutar una instalación, la que en un inicio tardó más de 377 días en tramitarse, fundamentalmente debido a la falta de armonización entre la institucionalidad y los actores del sistema. En la actualidad y 3 años después de la implementación de la Ley 20.571, la tramitación se ha reducido en promedio a 102,3 días (Ministerio de Energía, 2016).

Dentro de la infraestructura caracterizada, es posible identificar la importancia de los programas ejecutados, los cuales han contribuido a madurar el mercado de instaladores y han regulado los precios a través de licitaciones públicas. A su vez han generado una curva de aprendizaje, que ha disminuido las asimetrías de información y difundido los beneficios de éstas tecnologías. Respecto a la interacción de estos programas, en su mayoría solo ha

involucrado a instituciones públicas limitando la materialización de este tipo de proyecto a nivel privado. A nivel de actores, las actividades fueron ejecutadas mediante la licitación de las instalaciones, fomentando la creación de empresas instaladoras en el mercado y la convergencia de precios, transformándose estos programas en *drivers* para la adopción de tecnologías a fines a la generación distribuida.

A partir del análisis del sistema de innovación realizado, es posible advertir que la pregunta de investigación relacionada con que el desarrollo de la generación distribuida se ha obstaculizado debido a la incertidumbre existente respecto al mercado y a la potencial reglamentación futura, no es aplicable en su totalidad a la realidad nacional, debido a que el sistema de innovación fue creado sobre la base de la institucionalidad y la legitimidad de éste está adoptada por cada uno de los actores del sistema. Por su parte, los mismos programas realizados han permitido disminuir las incertidumbres del mercado, tanto en temas tecnológicos a través de los estándares establecido por la SEC en la certificación del equipamiento, como en los precios en los cuales se transa en el mercado. Sin embargo, la curva de aprendizaje advierte lentos procesos.

#### 4.1.5 Análisis del SI de la generación distribuida

Para efectuar un análisis entre los actores y las estructuras del sistema de innovación de la generación distribuida, se utiliza el diagrama de bloques de configuración de red planteado por Klein (2005), con el fin de relacionar los actores, las estructuras de fallo y las preguntas de investigación definidas.

En el diagrama presentado en la Ilustración 3, las estructuras de fallo del sistema se ubican en el lado izquierdo, mientras que los actores que las pueden causar, y por lo tanto también resolver, están en la parte superior. A partir de esta distinción, es posible entender la interacción entre causa y efecto en términos de funcionamiento del sistema y resultados.

De la misma forma, se puede establecer dónde y en qué nivel podrían actuar las potenciales fallas ya identificadas en experiencias internacionales asociadas a la adopción de

tecnologías afines a las energías renovables. Así cada una de las preguntas de investigación planteadas es circunscrita para un posterior análisis.

Es posible intuir que las potenciales fallas no pertenecen a un solo actor, sino que obedecen a relaciones entre actores, las cuales afectan de forma transversal los niveles estructurales del sistema de innovación.

Ilustración 3: Diagrama de relación de actores y estructuras de la GD

	Actores	Demanda	Proveedores	Instituciones del Estado	Agentes y Fiscalizadores	Instituciones de Conocimiento	Terceras Partes
<b>Características</b>			§ Empresas instaladoras § Instaladores autorizados SEC § Proveedores de equipos	§ Ministerio de energía § CORFO	§ Empresas distribuidoras § SEC	§ Universidades § Centros de investigación	§ Bancos § Consultores § Otros
<b>Infraestructura</b>	§ Programas § Formación I+D						
<b>Instituciones Hard</b>	§ Financiamiento § Ley 20.571 § Reglamento						
<b>Instituciones Soft</b>	§ Norma técnica	P2: Incertidumbre existente respecto a la potencial reglamentación futura.					
<b>Interacciones</b>		P3: Problemas de escalabilidad e incrementalidad por falta de legitimidad en el mercado.					
<b>Capacidades</b>					P4: Bloqueo de los actores del sistema eléctrico tradicional		
<b>Estructura de mercado</b>		P2: Incertidumbre respecto al mercado		P1: Tecnología costosa, menor rendimiento.			

Fuente: Elaboración propia en base a Klein (2005)

## 4.2 ADOPCIÓN TECNOLÓGICA DE SISTEMAS DE GD

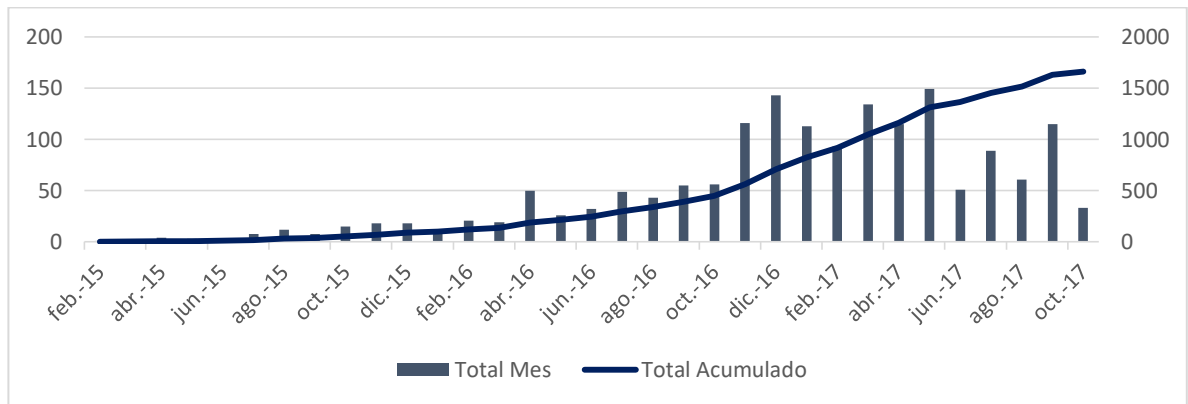
### 4.2.1 Adopción tecnológica de sistemas GD en el tiempo

A partir de la entrada en vigencia del reglamento de la Ley 20.571 el 2014, comenzó el desarrollo de proyectos para el autoconsumo a partir de ERNC y cogeneración eficiente. Cada una de estas instalaciones, tal como se presentó en la sección 4.1.2, debió ser ejecutada y declarada por un instalador autorizado SEC, generando así la trazabilidad de cada una de éstas instalaciones.



En la Ilustración 4 es presentada gráficamente la trayectoria de instalaciones de generación distribuida declaradas, tanto en frecuencia como en valor acumulado, desde el año 2015 al 31 de octubre de 2017. Es posible identificar que las primeras instalaciones fueron recién ejecutadas, durante febrero de 2015, demorando 5 meses la primera declaración. Durante el año 2015 el número de instalaciones se limitó a una centena.

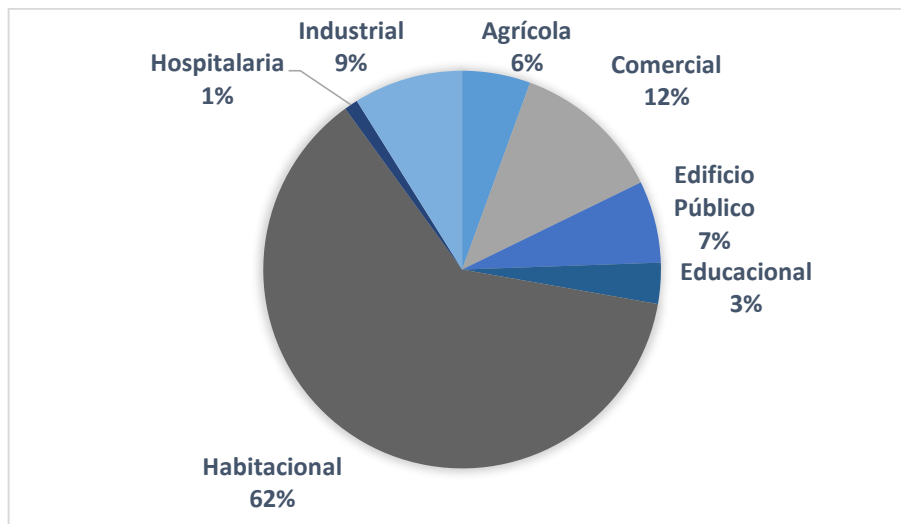
Ilustración 4: Declaración de instalaciones por mes



Fuente: Elaboración propia en base a plataforma Energía abierta (Ministerio de Energía, 2017)

En la Ilustración 5, se presenta la distribución sectorial de las instalaciones declaradas en el mismo periodo, destacando el interés existente en el sector residencial con un 62%.

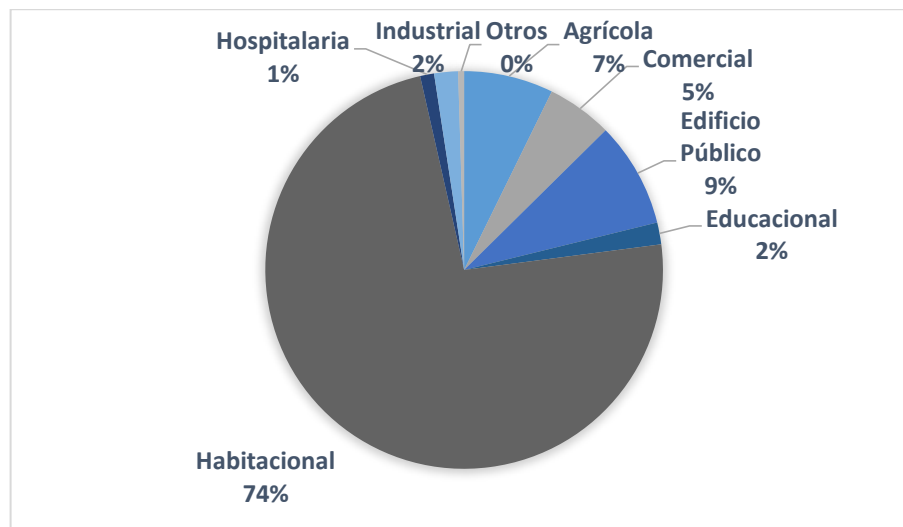
Ilustración 5: Declaraciones por sector - año 2015



Fuente: Elaboración propia en base a plataforma Energía Abierta (Ministerio de Energía, 2017)

Durante el año 2016, la tendencia al alza de instalaciones declaradas aumentó significativamente, cerrando el año 2016 con 709 instalaciones acumuladas; gran parte de ellas provenientes de los programas TSP, FAE y proyectos privados con fondos de INDAP y CNR, tal como se aprecia en la distribución sectorial del año 2016 presentada en la Ilustración 6. Al igual que en el 2015, destaca el sector residencial con un 74% de las instalaciones, sin embargo, el 54% de éstas últimas correspondieron a pequeños pilotos realizados en la reconstrucción de viviendas en las comunas de Copiapó y Diego de Almagro, no superando los 0,6kWp por instalación, lo que demostraría la necesaria intervención del sector público para impulsar la adopción de este tipo de tecnologías.

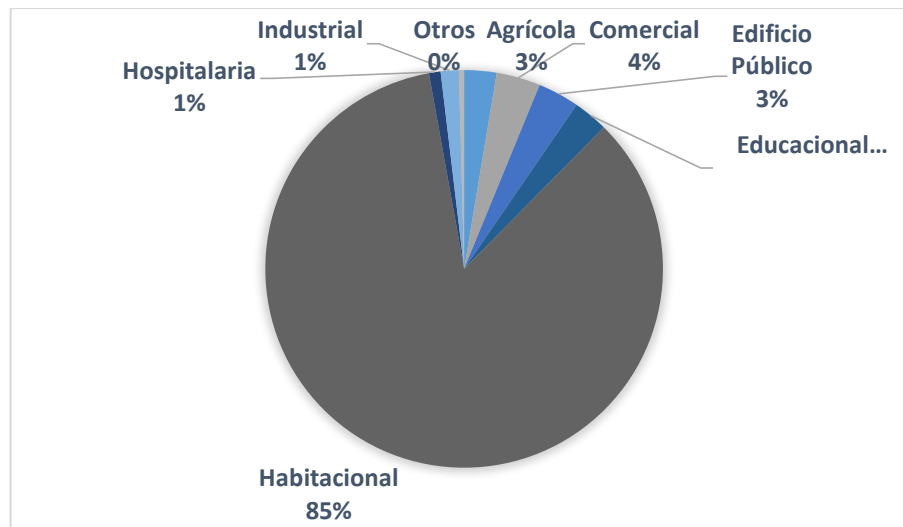
Ilustración 6: Declaraciones por sector - año 2016



Elaboración propia en base a plataforma Energía abierta (Ministerio de Energía, 2017)

A comienzo del año 2017, la tendencia al alza se mantuvo a partir de la ejecución de instalaciones bajo los programas ya mencionados y la incorporación de nuevos proyectos de reconstrucción de viviendas y el programa PPPF financiados por el MINVU, alcanzando el sector habitacional el 85% de las instalaciones declaradas durante el transcurso del 2017. Sin embargo, de ésta cantidad de instalaciones, el 55% se trató de pequeñas plantas (<0,6kWp) instaladas en la región de Atacama financiadas por los programas mencionados.

Ilustración 7: Declaraciones por sector - año 2017



Elaboración propia en base a plataforma Energía abierta (Ministerio de Energía, 2017)

No obstante al dinamismo del primer semestre de 2017, durante el segundo semestre existió un importante decrecimiento en la tendencia de declaraciones a causa de la disminución de proyectos provenientes de fondos públicos, escenario congruente a lo revisado por Negro (2012) en experiencias internacionales, debido a la discontinuidad de programas de subvención de tecnologías renovables.

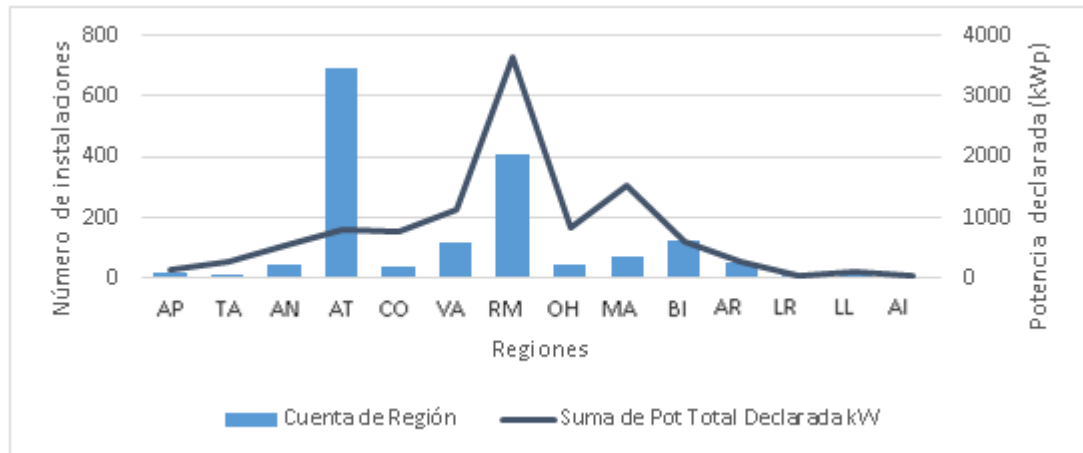
#### 4.2.2 Adopción tecnológica de sistemas GD según zona geográfica.

Al estudiar la adopción de estas tecnologías a lo largo del territorio nacional es posible identificar si existe correlación entre las zonas geográficas con mayor disponibilidad de radiación ( $GHI > 5 \text{ kWh/M}^2$ ) y la materialización de este tipo de proyectos. Además de caracterizar la distribución territorial de los incentivos públicos e interés privado para el desarrollo de la generación distribuida.

Al analizar la distribución geográfica del número de instalaciones ejecutadas y la potencia instalada (kWp). Dicha distinción es presentada en la Ilustración 8 es posible identificar que aun cuando la mayor cantidad de instalaciones declaradas fue en la región de Atacama, la mayor potencia instalada se encuentra en las regiones Metropolitana, Maule y de Valparaíso. Esta situación es consecuencia de la gran cantidad de instalaciones de pequeña

potencia ejecutadas por el MINVU en la reconstrucción y mejoramiento habitacional en Atacama, así como del impacto de los programas TSP y al FNR.

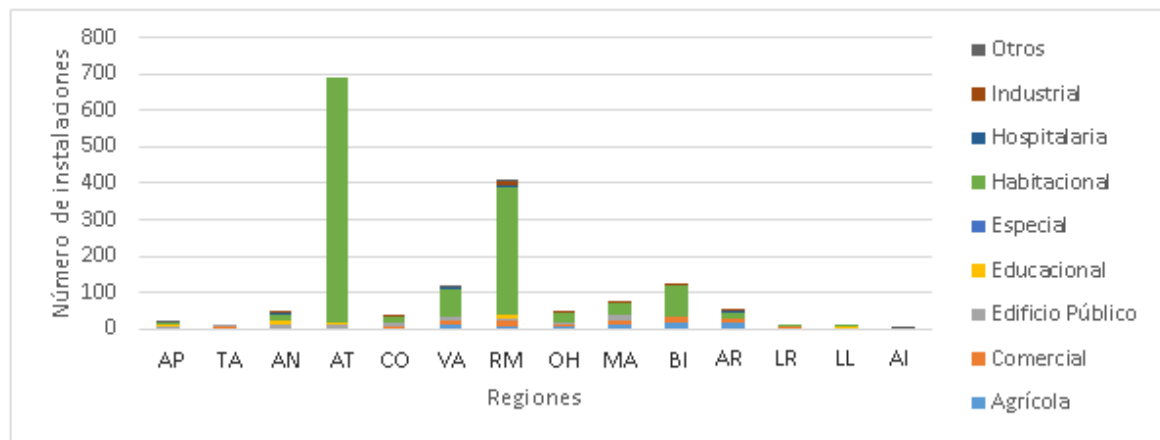
Ilustración 8: Distribución geográfica de instalaciones de GD



Fuente: Elaboración propia en base a plataforma Energía abierta (Ministerio de Energía, 2017)

En la Ilustración 9, es presentada la distribución geográfica de instalaciones por sector, destacando la tercera región, con sus 671 instalaciones de tipo habitacional y baja potencia instalada (< 0,5kWp).

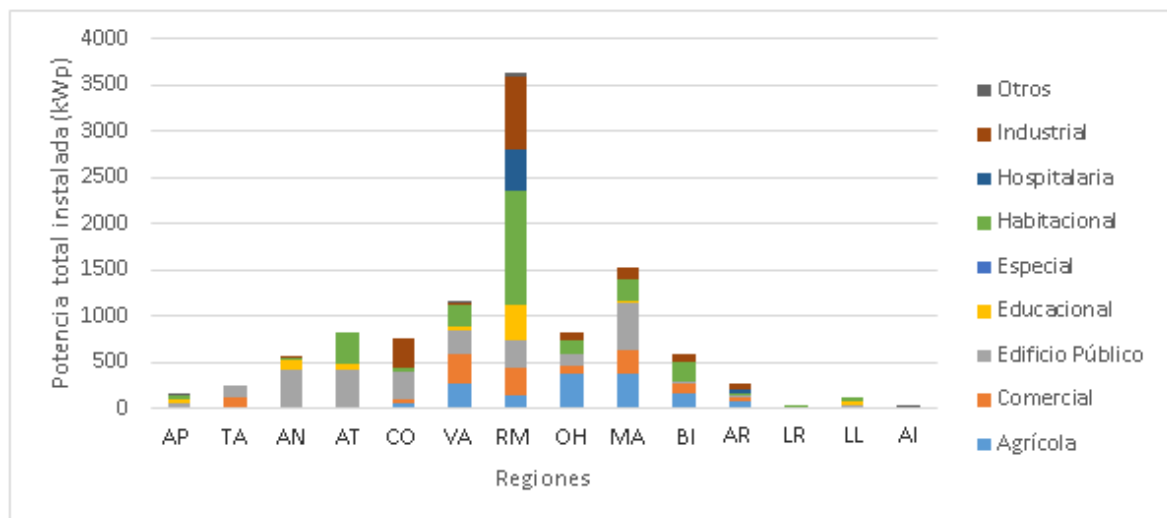
Ilustración 9: Distribución geográfica sectorial de instalaciones GD



Fuente: Elaboración propia en base a plataforma Energía abierta (Ministerio de Energía, 2017)

Al estudiar la distribución geográfica de forma sectorial a través de la potencia instalada (Ilustración 10) se advierte que las zonas con mayor desarrollo en generación distribuida, poseen un carácter heterogéneo según la zona geográfica. Por ejemplo, desde la región de Valparaíso al Maule, el sector agrícola posee una participación importante en conjunto al sector público y hospitalario. Lo anterior se debería al impacto de los programas de fomento de la CNR y TSP, los cuales estuvieron focalizados en estas regiones. Además, y a diferencia de otras regiones, la Metropolitana destaca con proyectos habitacionales con fondos privados, los cuales se han podido materializar gracias a la presencia de un importante número de instaladores y ESCO's presentes en esta región.

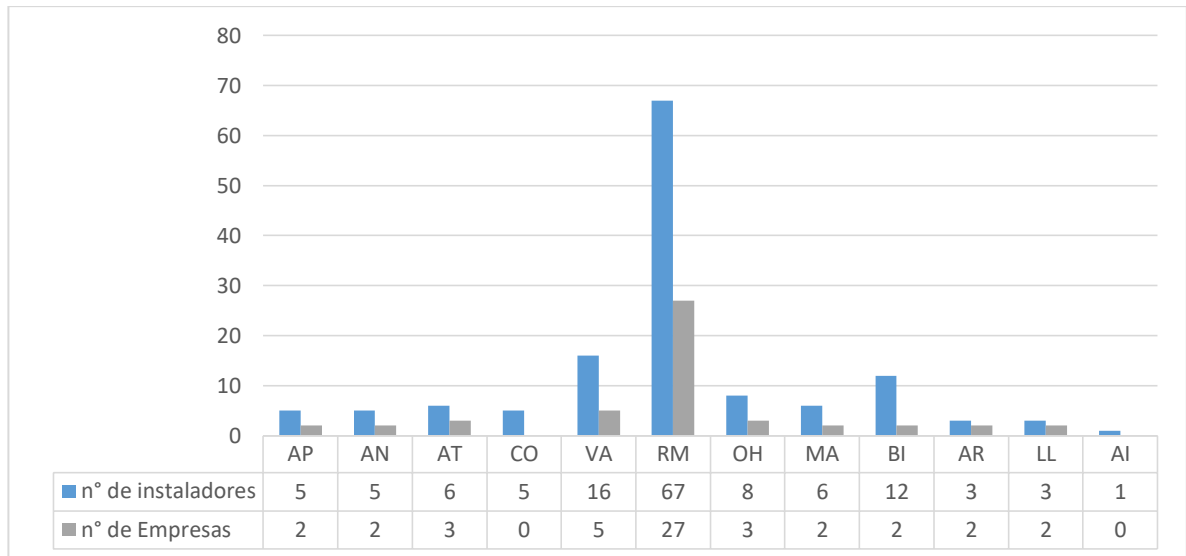
Ilustración 10: Distribución geográfica sectorial por potencia instalada



Elaboración propia en base a plataforma Energía abierta (Ministerio de Energía, 2017)

Finalmente y con el objeto de visualizar la formación de mercado de empresas e instaladores con experiencia en generación distribuida, en la Ilustración 11, es presentada la distribución geográfica de empresas y profesionales autorizados SEC que a la fecha han ejecutado instalaciones.

Ilustración 11: Distribución de instaladores y empresas según zona geográfica



Elaboración propia en base registro (SEC, 2017)

En base al listado de profesionales con experiencia en GD y considerando el total de instaladores autorizados SEC para ejecutar este tipo de proyectos (Clase A: 2.294 y Clase B: 1.358), es posible advertir que solo el 3,8% de ellos posee experiencia con este tipo de sistemas (SEC, 2017). Por su parte, al revisar las empresas que han realizado alguna instalación, este número disminuye significativamente a solo 50, existiendo regiones en las que aún no existen organismos instaladores. De esta forma es posible dar respuesta a la pregunta de investigación referente a que la GD ha sufrido problemas de escalabilidad debido al limitado número de instaladores y empresas dedicadas al rubro.

#### 4.2.3 Adopción tecnológica de sistemas GD según tipo de generación

Dentro de la Ley 20.571, tal como se presentó en la sección 4.1.2, los sistemas de generación distribuida, consideran la autogeneración para clientes regulados a partir de fuentes renovables no convencionales y la cogeneración eficiente, entendiéndose por energías renovables no convencionales aquellas definidas como tales en la aa) del artículo 225° Del DFL N° 4/20.018 del 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, e instalaciones de cogeneración eficiente, las señaladas en la letra ac) del

DFL N° 4/20.018 del 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. De acuerdo a lo anterior, las ERNC contempladas son la generación solar, minihidro, eólica y biomasa y las fuentes de cogeneración eficiente (instalaciones en las que se genera energía eléctrica y calor en un solo proceso de elevado rendimiento energético).

El año 2014, junto con la aprobación del reglamento que especificaba la Ley 20.571, se publicó la instrucción técnica RGR N° 02/2014, que definía los requisitos de diseño y ejecución de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red. No obstante esto, las otras instrucciones técnicas referentes a sistemas eólicos no fueron publicadas hasta octubre de 2016, y las de minihidro y cogeneración eficiente hasta el segundo semestre de 2017.

Dicho desfase en la creación de un marco normativo para cada uno de los sistemas significó que a la fecha no existan instalaciones declaradas bajo la Ley 20.571 de tipo eólico y minihidro, existiendo solo un caso de cogeneración eficiente. Por su parte, para la generación a partir de biomasa no existe aún una instrucción técnica que la regule, dificultando aún más la materialización de este tipo de proyectos.

A partir de esto, es posible ratificar, exceptuando para la generación solar, que la adopción de la GD se ha obstaculizado en parte por la incertidumbre existente en la potencial reglamentación futura. Ya que en que en ningún caso podría ser de interés de un usuario, el desarrollar un proyecto en el cual no existía una instrucción técnica que certifique el equipamiento a instalar y los parámetros de conexión de esta instalación.

Esto último y el nulo desarrollo de mercado de estas tecnologías, confirma que la GD a través de estas fuentes, ha sufrido problemas de escalabilidad por no existir norma técnica, ni equipamiento, ni instaladores especializados, afectando la adopción de estas tecnologías en el marco de la Ley 20.571.

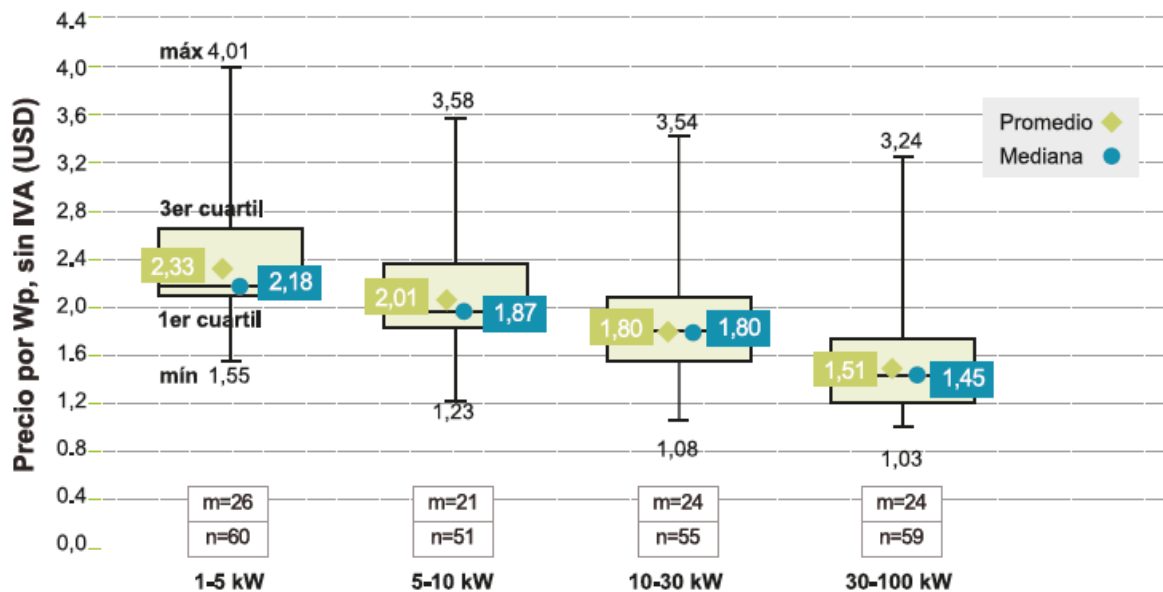
Finalmente y como explicación al lento desarrollo de las instrucciones técnicas de las diferentes fuentes de generación, es posible visibilizar que la GD se ha dificultado por la falta de conocimiento técnico y un enfoque erróneo de las actividades de fiscalización. Esto último debido a que los actores del sistema de innovación descrito en la sección 4.1.1, no poseían el conocimiento técnico para el desarrollo y manejo de este tipo de tecnologías.

4.2.4 Índices de precios de tecnologías de sistemas de GD

Desde la entrada en vigencia de la Ley 20.571, la competitividad de la energía solar y la tendencia hacia una evolución positiva del mercado en Chile, ha resaltado por sobre las otras fuentes de generación.

Con el fin de estudiar la variación del costo de instalaciones de generación distribuida de tipo solar fotovoltaico se utilizó la comparación de adquisición de los servicios de diseño, equipamiento e instalación (llave en mano) realizado por el proyecto “NAMA, Energías Renovables para Autoconsumo en Chile” (GIZ, 2017). La Ilustración 12, muestra el número de cotizaciones por rango [n] y el número de proveedores cotizados [m], para la construcción del boxplot.

Ilustración 12: Precio neto de 1Wp por sistema FV ofertado a nivel nacional



Fuente: Adaptación de reporte “Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos” (GIZ, 2017)

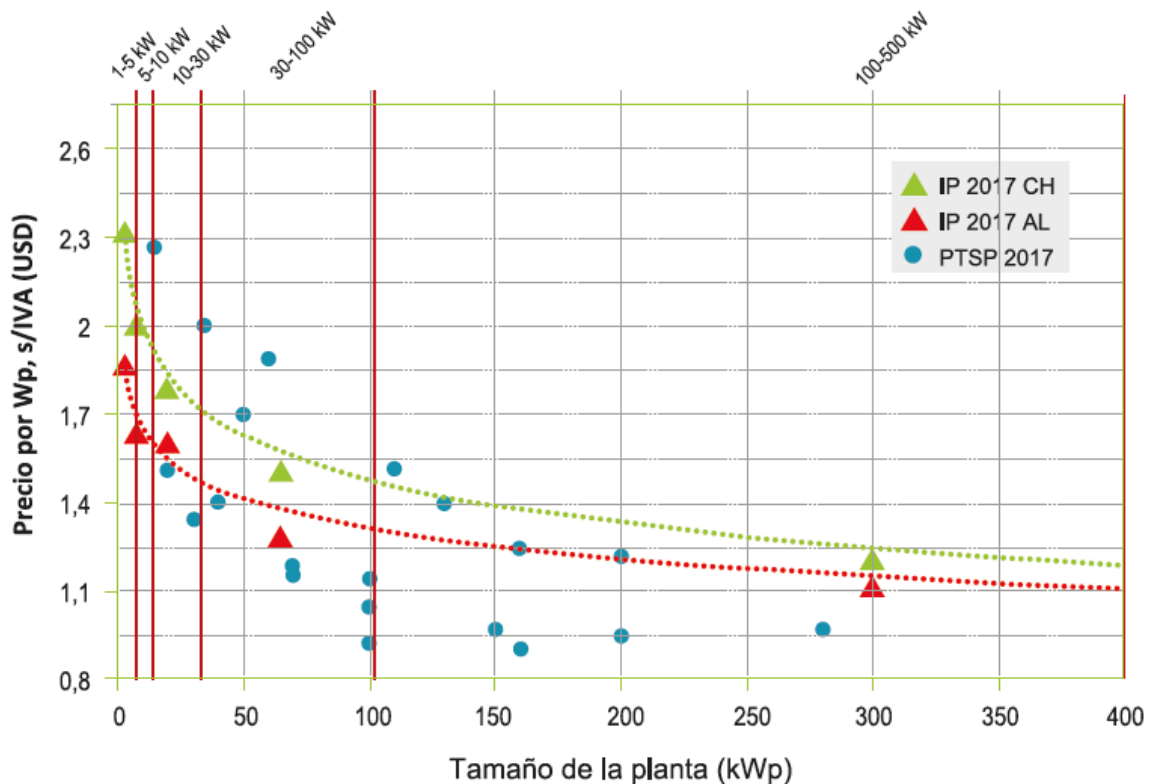
Al comparar los distintos segmentos, se aprecia una dispersión importante para sistemas menores a 100kWp (potencia máxima factible en una instalación de generación distribuida). Dicha dispersión en todos los casos se concentra en el cuartil superior, con esto, el precio promedio decrece con el aumento de la potencia instalada, lo que es



coincidente con los principios de economías de escala. Es factible identificar que el precio promedio por Wp instalado varía entre 1,55 y 2,33 USD.

Por su parte, al comparar los precios obtenidos en Chile, respecto a los existentes en un mercado ya maduro como el Alemán (ver Ilustración 13), es posible identificar que en todos los rangos de precios, los chilenos son mayores, siendo en particular un 25%, 22%, 12% y 17%, más alto que los precios alemanes, para 1-5kWp, 5-10kWp, 10-30kWp y 30-100kWp, respectivamente. Esta diferencia podría deberse a un mercado maduro más competitivo y eficiente. Del mismo modo, los precios obtenidos en las últimas licitaciones del programa TSP durante el año 2017, fueron en promedio un 5% más bajo en los intervalos 10-30kWp y 30-100kWp.

Ilustración 13: Comparación de precios promedio de Chile, TSP y Alemania



Fuente: Adaptación de reporte “Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos” (GIZ, 2017)

Al comparar los resultados obtenidos en el reporte “Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución comercializados en Chile” del año 2017 respecto al del año 2016, es posible identificar una rápida aproximación del mercado chileno al alemán, donde las diferencias obtenidas en los mismo rangos fueron de 64%, 56%, 47% y 55% (GIZ, 2017).

Finalmente y a partir de los estudios revisados, se desprende que en general existe una baja constante y sostenida de precios, tanto para el índice de precios de Chile como el obtenido en el programa TSP. De este último se observa un aumento en la cantidad de participantes y adjudicados, demostrando un mayor interés de parte de los proveedores para participar en el programa.

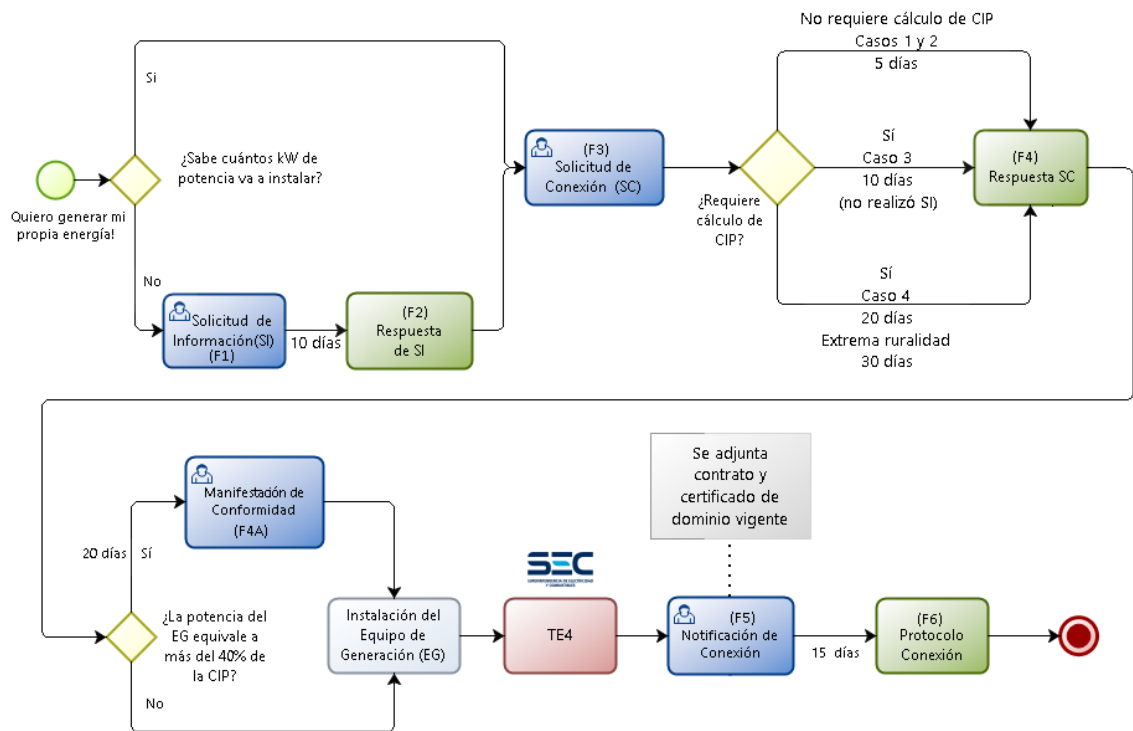
A partir de esto, se descarta lo planteado en la pregunta de investigación que indicaba que la adopción de tecnologías a fines a la generación distribuida se ha dificultado por tratarse de una tecnología costosa, ya que los precios de sistemas solares fotovoltaicos han disminuido significativamente alcanzando similares valores al de mercados ya maduros.

Para el caso de las otras tecnologías incluidas dentro de la Ley de generación distribuida, no es posible desarrollar el presente análisis, debido a que no ha existido una real penetración de mercado de éstas, no existiendo instalaciones de este tipo declaradas a la fecha.

#### 4.2.5 Tiempos involucrados en la materialización de proyectos de GD

Dentro de la Ley 20.751 y toda su normativa asociada, se creó el marco técnico y legal para la ejecución de instalaciones de generación distribuida. El procedimiento lógico que un usuario debe efectuar para poder inyectar sus excedentes de acuerdo al marco regulatorio es presentado en la Ilustración 14, en el cual es posible identificar actividades tanto del usuario, empresa distribuidora, instalador autorizado SEC y la misma Superintendencia.

Ilustración 14: Procedimiento de conexión de instalación de generación distribuida.

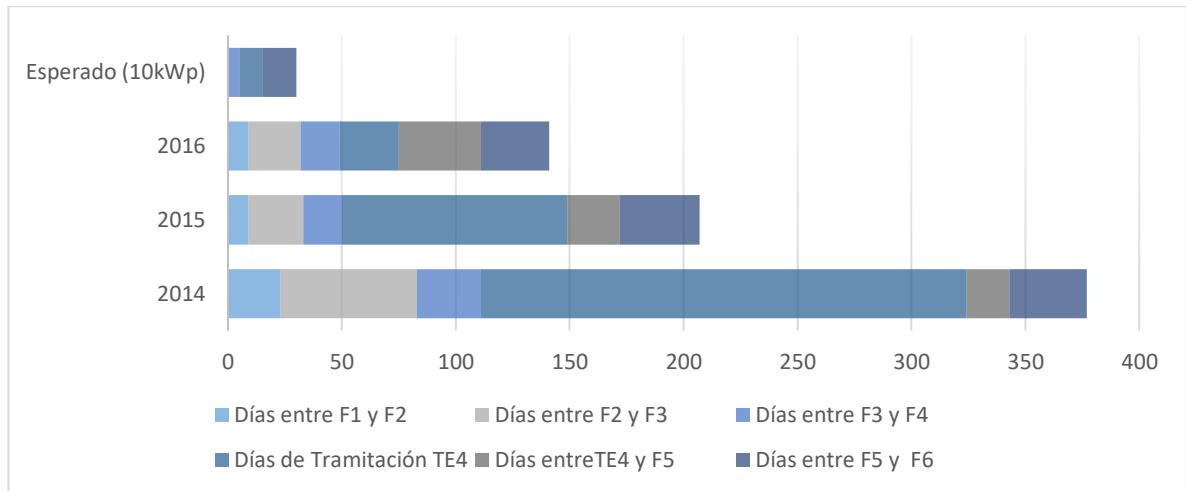


Fuente: Adaptación de diagrama “Generación distribuida” (Ministerio de Energía, 2016)

El proceso comienza con la tramitación de una “Solicitud de Información” o “Solicitud de Conexión”, según sea el conocimiento previo del usuario respecto a la potencia deseada a conectar. Al tratarse de un derecho a inyectar los excedentes de la generación por medios renovables no convencionales o cogeneración eficiente, contenido en la Ley 20.571, en ningún caso la empresa distribuidora podrá oponerse a su conexión. Sin embargo, si el usuario requiere una conexión mayor a la capacidad del empalme o CIP estimado, el usuario deberá asumir los costos asociados a las mejoras y adaptaciones requeridas en la red.

Al analizar los plazos del procedimiento, es posible advertir que una tramitación completa demoraría al menos 50 días hábiles. No obstante ello, la SEC establece como objetivo una tramitación reducida para proyectos de hasta 10kWp, en un tiempo total de 30 días hábiles, plazo que tal como se aprecia en la Ilustración 15, no ha sido cumplido durante los primeros años de funcionamiento de la Ley.

Ilustración 15: Tiempo medio (días) en la tramitación legal de instalaciones de GD



Fuente: Adaptación de diagrama “Generación distribuida” (Ministerio de Energía, 2016)

Si bien los tiempos de tramitación han disminuido significativamente desde las primeras instalaciones (377 días hábiles en 2014 hasta 147 días en 2016), a través de la simplificación de la documentación requerida para la “Solicitud de Conexión” y la facultad de tramitación conjunta de proyectos inmobiliarios y la tramitación en línea, el tiempo de tramitación sigue siendo una barrera de entrada tanto para usuarios como instaladores. Lo anterior se suma al desinterés de contratistas por el desarrollo de este tipo de proyectos asociados a subsidios del MINVU y del programa PPPF, debido a los tiempos de pago, por la lenta tramitación de certificaciones, respecto a otros tipos de mejoramientos habitacionales incluidos en dicho programa.

Al estudiar la causalidad respecto a los plazos de tramitación de las conexiones de *Netbilling*, es posible advertir, tal como se aprecia en la Ilustración 15, que las principales demoras se encuentran en los tiempos asociados a las empresas distribuidoras respecto a los plazos contemplados por la superintendencia de electricidad y combustibles. Si bien esto es atribuible a la curva de aprendizaje, a 3 años desde la vigencia de la Ley 20.571 aún persiste, lo que podría entenderse como un bloqueo efectuado por las actuales empresas que poseen el mercado de la distribución eléctrica, frente a la entrada de nuevos competidores a pesar de las concesiones geográficas existentes por éstas. A partir de esto, es posible validar la pregunta de investigación que plantea que el progreso de la generación distribuida se ha

limitado por el bloqueo realizado por los actores predominantes en el sistema eléctrico tradicional.

### 4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir de la caracterización del sistema de innovación de la generación distribuida en Chile, y considerando el avance de su adopción, el desarrollo de mercado en cada una de las tecnologías consideradas en la Ley 20.571, y los obstáculos y catalizadores identificados, es posible señalar que ha existido una lenta adopción. No obstante lo anterior, no todas las tecnologías tuvieron una misma trayectoria, distinguiéndose positivamente el caso de la solar fotovoltaica por sobre la eólica, mini hidro, biomasa y la cogeneración eficiente, lo que se debería a la priorización de las acciones del SEC, evidenciándose esto en que fue la primera norma técnica en publicarse el año 2014. Además fue esta tecnología la que recibió una mayor cantidad de incentivos públicos, como lo fueron los programas exclusivos para la materialización y promoción de instalaciones solar fotovoltaicas de generación distribuida “Techos Solares Públicos”, “Programa 4e”, y el “Programa Estratégico Nacional para la Industria de la Energía Solar”..

Si bien los resultados de la adopción de la energía solar FV dentro de la GD, la mostraron como la tecnología con mayor penetración en el mercado (1.600 instalaciones aproximadamente), este avance no demuestra un alto nivel de adopción tecnológico, debido a que gran parte de las instalaciones correspondieron a resultados de programas y fondos públicos como el PPPF.

Al analizar el mercado de la energía solar FV asociado a la GD, es posible caracterizarlo como un mercado en proceso de maduración debido a que ya se ha establecido una masa crítica de empresas e instaladores y los precios de la tecnología se han convergido a valores internacionales. Junto a esto y a partir de los estándares establecidos por la SEC para certificar los equipos, las instalaciones se han transformado en un *comodity*, ya que los paneles solares son prácticamente indiferenciados en términos de especificaciones técnicas, garantía y rendimiento esperado.

El caso de las otras tecnologías consideradas dentro de la Ley 20.571, la limitada adopción estaría relacionada al retraso de las normas técnicas, siendo publicadas el año 2016 para las instalaciones eólicas y 2017 para la mini hidro y la cogeneración eficiente, inexistiendo aun la normativa para instalaciones de Biomasa. Desde esta perspectiva, es posible ratificar la pregunta de investigación que indica que la generación distribuida a partir de estas tecnologías se ha obstaculizado debido a la incertidumbre existente asociadas a potenciales regulaciones futuras.

Lo anterior, además ratifica el lento proceso de adopción de éstas tecnologías en el mercado, lo cual se traduce en la inexistencia de un mercado nacional consolidado con instaladores y empresas, generando que no exista una normalización de precios y una amplia oferta de productos disponibles.

A partir de las preguntas de investigación establecidas respecto a la adopción y materialización de instalaciones de generación distribuida y en base a los antecedentes revisados a lo largo del capítulo es posible establecer las relaciones presentadas en la Tabla 6.

Tabla 6: Análisis relacional de preguntas de investigación

Preguntas de investigación	Solar PV	Eólico	Mini Hidro	Biomasa	Cogeneración
i. La adopción de la GD se ha dificultado por tratarse de una tecnología costosa y con menor rendimiento.	Mercado en proceso de maduración. Los precios de la tecnología han disminuido, alineándose a precios internacionales.	No existe en Chile un mercado maduro en este tipo de instalaciones.			
ii. El desarrollo de la GD se ha obstaculizado debido a la incertidumbre	Se registran 1600 instalaciones declaradas, existiendo un desarrollo en	No se registran instalaciones declaradas, no existiendo	No se registran instalaciones declaradas a, no existiendo	No se registran instalaciones declaradas, no	Sólo se registra una instalación declarada, no existiendo

existente respecto al mercado y a la potencial reglamentación futura.	este tipo de tecnologías. Primera norma técnica en implementarse en 2014.	desarrollo de esta tecnología. Norma técnica implementada en 2° semestre de 2016.	desarrollo de esta tecnología. Norma técnica fue implementada en el 1° semestre de 2017.	existiendo norma técnica ni desarrollo de esta tecnología.	desarrollo de esta tecnología. Norma técnica fue implementada en el 2° semestre de 2017.
iii. La difusión de la GD ha sufrido problemas de escalabilidad e incrementalidad por falta de legitimidad en el mercado.	La tecnología se ha difundido principalmente por incentivos públicos, legitimándose progresivamente en el mercado.	No se registran instalaciones declaradas, inexistiendo legitimidad en el mercado.		Se registra solo una instalación declarada, inexistiendo legitimidad en el mercado.	
iv. El progreso de la GD se ha limitado por el bloqueado realizado por los actores del sistema eléctrico tradicional.	Los actores predominantes en el mercado eléctrico tradicional han dificultado la adopción de este tipo de tecnologías a usuarios e instaladores, obstaculizando el proceso de tramitación de <i>Netbilling</i> y aprovechando sus ventajas dentro de sus concesiones para la monopolización del mercado.				

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos.

#### 4.4 RECOMENDACIONES

Tras estudiar las diversas dimensiones asociadas al sistema de innovación de la generación distribuida en Chile, es posible identificar como cada una de las preguntas de investigación planteadas en base a las experiencias internacionales, se han presentado en nuestro país así como los principales obstáculos que las propician.

En virtud de los obstáculos y *drivers* identificados en este estudio, se proponen acciones catalizadoras para contribuir en la adopción de las tecnologías asociadas a la Ley 20.571 (Tabla 7).

Tabla 7: Obstáculos y recomendaciones en la adopción de instalaciones de GD

Pregunta de investigación	Obstáculos	Recomendaciones
¿La adopción de la GD se ha dificultado por tratarse de una tecnología costosa y con menor rendimiento?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los instrumentos de financiamiento existentes han sido enfocados en segmentos particulares.</li> <li>▪ Las asimetrías de información existentes no visibilizan los reales costos ni rendimientos de éstas tecnologías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crear un instrumento de financiamiento o subvención abierto para el sector residencial y empresarial.</li> <li>▪ Promover la creación de productos bancarios privados con tasas preferentes para el financiamiento de proyectos FV.</li> <li>▪ Capacitar y difundir acerca los reales costos y rendimientos de éstas tecnologías.</li> </ul>
ii. El desarrollo de la GD se ha obstaculizado debido a la incertidumbre existente respecto al mercado y a la potencial reglamentación futura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las experiencias pilotos se han centralizado sectorial y geográficamente, generando incertidumbre en el mercado.</li> <li>▪ A excepción de las tecnologías FV, la no existencia oportuna de normativas técnicas, mano de obra calificada, ni equipamiento certificado han generado incertidumbre para la materialización de proyectos de GD.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecer las normas técnicas y definir los requerimientos del equipamiento factible a instalar.</li> <li>▪ Materializar pilotos demostrativos, promoviendo la formación de mercado de instaladores y equipamiento.</li> <li>▪ Promover la creación y materialización de proyectos mediante modelo ESCO geográficamente descentralizados.</li> </ul>
iii. La difusión de la GD ha sufrido problemas de escalabilidad e incrementalidad por falta de legitimidad en el mercado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limitado número de instaladores y empresas en el mercado.</li> <li>▪ El Proceso de conexión resulta extenso no cumpliendo los plazos establecidos por norma.</li> <li>▪ Alta dispersión de precios en proyectos de baja escala (1-5kWp).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ejecutar actividades de difusión y promoción de los beneficios de la generación distribuida sectorialmente.</li> <li>▪ Promover la creación de empresas instaladoras de forma descentralizada mediante la valoración de iniciativas locales.</li> <li>▪ Fomentar la creación de modelos de negocios innovadores para la materialización de proyectos FV.</li> <li>▪ Establecer estrategias energéticas locales que incluyan una hoja de ruta respecto a la GD.</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Promover la convergencia de precios a través de licitaciones públicas y privadas.</li> </ul>
iv. El progreso de la GD se ha limitado por el bloqueo realizado por los actores del sistema eléctrico tradicional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Empresas distribuidoras adquieren posición dominante en el mercado debido a las concesiones geográficas existentes.</li> <li>▪ Las empresas distribuidoras gestionan tramitaciones y conexiones de generación distribuida de forma desfavorable las solicitudes de terceros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecer regulaciones para distribuidoras que permitan mantener condiciones competitivas y eviten monopolizar el sector mediante la actuación independiente del giro de su concesión.</li> <li>▪ Regular y fiscalizar efectivamente los plazos de tramitación y conexión de proyectos <i>Netbilling</i>.</li> <li>▪ Incorporar mecanismos de regulación como seguimientos en línea y/o normas de calidad para la materialización de instalaciones de GD.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a resultados obtenidos.

Con el fin de proponer un plan que facilite el funcionamiento del sistema de innovación para la materialización de instalaciones de generación distribuida en Chile, en la Tabla 8 se presenta una segmentación temporal de cada una de las acciones catalizadoras propuestas. De manera de entender de forma alineada a la estrategia energética nacional, cada una de las actividades que pueden contribuir a la adopción de estas tecnologías.

Tabla 8: Plan de acciones catalizadoras en la adopción de instalaciones de GD

Pregunta	Recomendaciones	CP	MP	LP
P1	Crear un instrumento de financiamiento o subvención abierto para el sector residencial y empresarial.	x	x	
	Promover la creación de productos bancarios privados con tasas preferentes para el financiamiento de proyectos FV.		x	x
	Capacitar y difundir acerca los reales costos y rendimientos de éstas tecnologías.	x		

P2	Establecer las normas técnicas y definir los requerimientos del equipamiento factible a instalar.	x		
	Materializar pilotos demostrativos diferentes a los FV, promoviendo la formación de mercado de equipos e instaladores.	x		
	Promover la creación y materialización de proyectos mediante modelo ESCO geográficamente descentralizados.	x	x	
	Fiscalizar las competencias técnicas de empresas distribuidoras en la conexión de equipos y en la administración y medición de los excedentes inyectados a la red.		x	
P3	Ejecutar actividades de difusión y promoción de los beneficios de la generación distribuida sectorialmente.	x		
	Promover la creación de empresas instaladoras de forma descentralizada mediante la valoración de iniciativas locales.		x	x
	Fomentar la creación de modelos de negocios innovadores para la materialización de proyectos FV.	x	x	x
	Establecer estrategias energéticas locales que incluyan una hoja de ruta respecto a la GD.	x	x	x
	Promover la convergencia de precios a través de licitaciones públicas y privadas.	x		
P4	Establecer regulaciones para distribuidoras que permitan mantener condiciones competitivas y eviten monopolizar el sector mediante la actuación independiente del giro de su concesión.	x	x	
	Regular y fiscalizar efectivamente los plazos de tramitación y conexión de proyectos <i>Netbilling</i> .	x		
	Incorporar mecanismos de regulación como seguimientos en línea y/o normas de calidad para la materialización de instalaciones de GD.		x	x

Fuente: Elaboración propia a resultados obtenidos.

# CONCLUSIONES

## 5 CONCLUSIONES

El cambio estructural observado mundialmente en la propiedad y manejo de la industria eléctrica ha tomado especial relevancia desde la segunda mitad de la década del 90. En aquel esquema, Chile destacó como un país pionero en introducir la libre competencia en el segmento de generación y la separación de las funciones de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, mediante la aprobación del DFL No 1/1982; Ley que introdujo la competencia y privatización del sector eléctrico chileno. Sin embargo, dicha disposición ha determinado que en la actualidad el país posea una matriz energética con propiedad concentrada, escasamente diversificada en cuanto a las fuentes de generación, y altamente dependiente de hidrocarburos importados de alto costo y contaminantes.

No obstante lo anterior, y a partir de la entrada en vigencia de la Ley 20.571, en octubre de 2014, nace la oportunidad de modificar la trayectoria del sistema eléctrico nacional, mediante la generación a pequeña escala, para el autoconsumo y la inyección de excedentes a la red de distribución, a través de medios renovables no convencionales y la cogeneración eficiente; permitiendo transformar el sistema eléctrico tradicional a un sistema abierto en el que pueden existir múltiples generadores distribuidos de tipo renovable transando energía. De esta manera, es posible caracterizar a la generación distribuida, como un sistema de innovación que rompe la estructura tradicional del sistema y permite diversificar la matriz eléctrica a través de las ERNC.

Pese a las ventajas de la generación distribuida y a los esfuerzos del sector público para promover el uso de éstas tecnologías afines, a 3 años desde la entrada en vigencia de la normativa, el número de instalaciones declaradas se limita a no más de 2.000; siendo gran parte de ellas, financiadas por subvenciones estatales.

A partir del estudio, fue posible identificar que la lenta adopción de las ERNC de pequeña escala en Chile, no corresponde a un caso particular y que existen fallas sistémicas que la provocan. De esta forma se da respuesta a preguntas de investigación asociadas a fallas de coordinación como los problemas de escalabilidad por falta de legitimidad en el mercado, y

la falta de conocimiento técnico junto a fallas de mercado y asimetrías de información: percepción de altos costos y bajos rendimientos de estas tecnologías; la incertidumbre sobre reglamentaciones futuras; y el bloqueo realizado por los actores dominantes del sistema eléctrico tradicional.

Con el objetivo de caracterizar el sistema de innovación asociado a la generación distribuida, se definieron los actores, instituciones, infraestructura y las interacciones existentes, utilizando para ello, un análisis relacional entre cada uno de los elementos del sistema y las preguntas de investigación planteadas, pudiendo de esta manera advertir que la institucionalidad no fue establecida desde un origen, en todas las tecnologías; constanding problemas de legitimidad en el mercado por potenciales regulaciones futuras.

A partir de los datos recopilados de las instalaciones declaradas a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, desde octubre de 2014 hasta octubre de 2017, fue posible definir la trayectoria de adopción tecnológica, visualizando los resultados de programas y fondos de financiamiento público y su distribución tanto geográfica como sectorial. A su vez, se pudo advertir que de todas las fuentes de generación renovable no convencional, incluidas dentro de la Ley 20.571, solo la solar FV posee instalaciones declaradas. Lo anterior en coherencia a los esfuerzos públicos alineados a esta tecnología en particular.

Al analizar los precios de mercado de las tecnologías afines a la generación distribuida, fue posible identificar la inexistencia de mercados maduros en todos los casos, a excepción del fotovoltaico; el cual durante los últimos años convergió a precios internacionales en proyectos distribuidos de mediano y gran tamaño. Sin embargo para sistemas de baja escala (1-5kWp) aún es posible advertir una alta dispersión de precios para una tecnología que podría tratarse como un *comodity*. No obstante lo anterior, y debido a las asimetrías de información existentes a lo largo del territorio nacional, es posible ratificar que la difusión de estas tecnologías se ha dificultado por sus altos costos percibidos por los usuarios finales.

Al estudiar el impacto de los actores dominantes del sistema tradicional frente a un sistema de innovación que les hace perder el carácter monopólico de sus concesiones en las redes

de distribución, es posible establecer cómo indirectamente las empresas distribuidoras han dificultado el proceso de adopción tecnológica, mediante la prolongación de plazos asociados a la tramitación legal de conexión de sistemas de generación distribuida, transformándose estas acciones en barreras de entrada, para nuevos generadores de pequeña escala. Esto se superpone con las condiciones favorables para que ellos mismos puedan ofrecer estos servicios respecto a otros competidores, tal como se planteó en la demanda establecida por ACESOL, ratificando de esta manera, el bloqueo existente por parte de los actores tradicionales.

Finalmente, al analizar de forma integral, los antecedentes planteados a lo largo del presente diagnóstico, es posible concluir que en el proceso de adopción de las tecnologías afines a la generación distribuida, existen fallas particulares identificadas en experiencias internacionales, las cuales se reafirman y visibilizan directa e indirectamente, imposibilitando que el sistema de innovación de generación distribuida pueda reestructurar el actual sistema eléctrico nacional. Por esto, y a partir de la caracterización de las fallas sistémicas y los elementos del sistema de innovación con los que interactúa, se establecieron las causas asociadas a cada una de las preguntas de investigación planteadas, proponiendo acciones catalizadoras que podrían contribuir a la difusión y adopción de estas tecnologías en el corto, mediano y largo plazo y así alinear la matriz eléctrica chilena a la estrategia energética 2050.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Abundanceinvestment. (2017). *Abundanceinvestment*. Obtenido de <https://www.abundanceinvestment.com/about>
- Arfin , D. (09 de 06 de 2011). *USA Patente n° 20110137752*. Obtenido de <http://www.faqs.org/patents/app/20110137752>
- Boons, F. (2013). Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 45, 9-19.
- Collectivesun. (2017). *Collectivesun*. Obtenido de <https://www.collectivesun.com/main/about>
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, 11, 147-162.
- Foxon, T. (2005). UK innovation systems for new and renewable energy technologies: drivers, barriers and systems failures. *Energy Policy*, 33, 2123-2127.
- Geels, F. (2008). The dynamics of sustainable innovation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20, 521-526.
- Givepower. (2017). *who we are*. Obtenido de <http://givepower.org/>
- GIZ. (2014). *Energías Renovables en Chile*.
- GIZ. (2017). *Índice de Precios de Sistemas FV comercializados*. Santiago. Obtenido de <https://www.4echile.cl/biblioteca/indice-de-precios/>
- Johnson, A. (2000). Inducement and blocking mechanisms in the development. *Technology and the market*, 20, 89-111.
- Klein, R. (2005). A system failure framework for innovation policy design. *Technovation*, 25, 609 - 619.
- Ministerio de Energía. (2015). *Energía 2050, Política energética de Chile*.

- Ministerio de Energía. (2016). *Generación distribuida en Chile*.
- Ministerio de Energía. (2017). *Buscador de financiamiento*. Obtenido de <http://www.minenergia.cl/pfinanciamiento/>
- Ministerio de Energía. (22 de Agosto de 2017). *Energía abierta*. Obtenido de <http://energiaabierta.cl/ernc/>
- Mosaic. (2017). *about us* . Obtenido de <https://joinmosaic.com/about-us/mosaic>
- Negro, S. O. (2012). Why does renewable energy diffuse so slowly? A review of innovation system problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 3836-3846.
- Proaño, J. (2015). *Análisis crítico de la regulación y políticas de fomento relativas a las energías renovables no convencionales en Chile* .
- Richter, M. (2011). German utilities and distributed PV: How to overcome barriers to business model innovation. *Energy Policy*, 62, 1226-1237.
- SEC. (2017). *Buscador de instaladores*. Obtenido de [http://www.sec.cl/portal/page?\\_pageid=33,5307707&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5307707&_dad=portal&_schema=PORTAL)
- Smith, K. (2007). Innovation as a Systemic Phenomenon: Rethinking the Role of Policy. *Industry & Innovation*, 55, 456-466.
- Solarcity. (2017). *About Solarcity*. Obtenido de About Solarcity: <http://www.solarcity.com/company/about>
- Solarcity. (s.f.). *company*. Obtenido de company: <http://www.solarcity.com/company>
- Soliclima. (2017). *Invertir en energía solar*. Obtenido de Invertir en energía solar: <http://www.soliclima.es/invertir-energia-solar.html>
- Sunplicity. (2017). *sobre nosotros*. Obtenido de <http://www.sunplicity.cl/sobre-nosotros/>



Sunpower. (2017). *Payment Options*. Obtenido de Payment Options:  
<http://us.sunpower.com/home-solar/save-with-solar-panels/>

Vasseur, V. (2011). the rise and ‘dusk’ of the Dutch PV innovation system. *Policy and Management*.

Woolthuis, R. K. (2005). A system failure framework for innovation policy design. *Technovation*, 25, 609–619.

Wustenhagen, R. (2012). Strategic choices for renewable energy investment: Conceptual framework and opportunities for further research. *Energy Policy*.

## ANEXOS

### ANEXO 1: ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

4E	Programa de energías renovables y Eficiencia Energética Chile
ACERA	Asociación Chilena de energías renovables (asociación gremial)
ACESOL	Asociación Chilena de energía solar (asociación gremial)
ANESCO	Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética.
CER	Centro de Energías Renovables
CIFES	Centro Nacional para la Innovación y el Fomento de las Energías Sustentables
CNE	Comisión Nacional de Energía
CNR	Comisión Nacional de Riego
ERNC	Energía Renovable No Convencional
FNDR	Fondo Nacional de Desarrollo Regional
FV	Fotovoltaica
GD	Generación Distribuida
GHI	Irradiancia Global Horizontal
kWh	Unidad de energía utilizada para la medición y su transacción.
kWp	Potencia peak nominal de una planta generadora.
INDAP	Instituto de Desarrollo Agropecuario
MINVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
MIPYMES	Micro, pequeñas y medianas empresas
MW	Mega Watt
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ONG	Organización No Gubernamental
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PMGD	Pequeño Medio de Generación Distribuido
SIC	Sistema Interconectado Central
SING	Sistema Interconectado del Norte Grande
TSP	Programa Techos Solares Públicos

## ANEXO 2: GLOSARIO

**COGENERACIÓN EFICIENTE:** Generación simultánea de energía eléctrica y calor útil a partir de un único proceso de consumo de energético primario.

**ENERGÍA EÓLICA:** Energía del viento, utilizada para la producción eléctrica.

**ENERGÍA POR BIOMASA:** Energía obtenida por la combustión de compuestos orgánicos derivados de procesos naturales.

**ENERGÍA SOLAR PV:** Energía solar utilizada para la producción de electricidad ya sea de forma continua o alterna.

**ENERGÍA MINI HIDRÁULICA:** Energía cinética o potencial del agua de baja escala, utilizada para la generación eléctrica.

**ENERGÍA TERMO SOLAR:** Energía solar utilizada para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico, ya sea agua caliente sanitaria o calefacción.

**GENERACIÓN DISTRIBUIDA:** Pequeños generadores utilizados para el autoconsumo, acoplados a las redes de distribución existentes.

**INVERSOR:** Máquina, dispositivo o sistema que convierte corriente continua a corriente alterna.

**ON GRID:** Sistema de generación conectado a la red, utilizado para el autoconsumo e inyección de excedentes a la red de distribución.

**OFF GRID:** Sistema de generación desconectado de la red eléctrica, utilizado para el autoabastecimiento. Este tipo de sistemas a diferencia de los sistemas ON-GRID necesitan baterías, reguladores de carga y un inversor cargador.

**POTENCIA PICO:** Potencia nominal de una planta de generación eléctrica, medida en kWp.

## ANEXO 3: NORMA TÉCNICA E INSTRUCTIVOS

Tabla 9: Norma técnica e instructivos del sistema de innovación de la GD

<b>Norma / Instructivo</b>	<b>Implementación</b>	<b>Descripción</b>
Instrucción Técnica: RGR N° 05/2017	Septiembre 2017	Define requisitos de diseño y ejecución de las instalaciones de cogeneración eficiente conectadas a red.
Oficio Circular N° 9659	Junio 2017	Instruye modificar cláusulas de contrato de conexión incompatibles a Ley 20.571.
Oficio Circular N° 07580.	Mayo 2017	Uso y pago de excedentes inyectados a la red de distribución sometidos a la Ley 20.571 y regula el pago de excedentes entre el usuario y la distribuidora eléctrica.
Procedimiento de comunicación de Energización: Instrucción Técnica: RGR N° 01/2017	Abril 2017	Esta actualización al instructivo técnico RGR N° 01/2014 define el procedimiento de comunicación de energización de generadoras residenciales y los nuevos requerimientos.
Instrucción Técnica: RGR N° 04/2017	Marzo 2017	Instructivo técnico que define los requisitos de diseño y ejecución de las instalaciones hidroeléctricas conectadas a red.
Oficio Circular N°1480/2017	Enero 2017	Establece nuevos formatos de formularios para el proceso de conexión de la Ley N°20.571 y aclara régimen aplicable a procesos de conexión en trámite.
Instrucción técnica: RGR N° 03/2016	Octubre 2016	Define requisitos de diseño y ejecución de las instalaciones eólicas conectadas a red.
Oficio Circular N°11848/2016	Septiembre 2016	Define Cálculo de la CIP en instalaciones BT con transformador exclusivo para su suministro.
Oficio Circular N° 13189.	Septiembre 2016	Define como deben realizarse los descuentos por energía inyectada en las boletas de suministro eléctrico.
Oficio Ordinario N°4878/2016	Abril 2016	Define que los clientes regulados pueden contratar un ESCO.
Resolución N° 12438	Febrero 2016	Establece requisitos para autorizar de uso de equipamiento de generación, paneles e inversores bajo el marco de la Ley 20.571.

Oficio Circular N° 9373	Julio 2015	Instruye a fabricantes, importadores, comercializadores y representantes de marcas de inversores sobre requerimientos técnicos aplicables a sus productos.
Oficio Circular N°2154	Febrero 2015	Aclara actividades de supervisión a realizar por empresas de Distribución, en el marco de la primera conexión de equipamiento de generación de las redes de distribución.
Oficio Circular N°303	Enero 2015	Define solución para unidades conectadas a través de un empalme MT.
Instrucción técnica: RGR N° 02/2014	Octubre 2014	Define requisitos de diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

Fuente: Elaboración propia en base a revisión bibliográfica, SEC (2017)

#### ANEXO 4: INSTRUMENTOS DE FINANCIAMIENTO

Tabla 10: Instrumentos de financiamiento del sistema de innovación de la GD

Instrumento	Institución	Tipo de financiamiento	Objetivo del instrumento
Fondo de Acceso a la Energía – Energización	Ministerio de Energía	100% Sujeto a evaluación.	Cofinanciar soluciones a pequeña escala para el diseño e implementación de sistemas con energías renovables en localidades rurales, aisladas y/o vulnerables, para facilitar acceso o mejorar el suministro de la energía en forma sustentable.
Fondo de Protección Ambiental – Proyectos Sostenibles	MMA	Cofinanciamiento: 70%. Monto Máximo: \$30.000.000	Financiar proyectos que potencien acciones o intervenciones ambientales desarrolladas previamente por organizaciones e instituciones, con el fin de fortalecer la sostenibilidad del trabajo realizado.
Programa Protección al Patrimonio Familiar (PPPF)	MINVU	Monto Máximo: 65 UF	Reparar o mejorar viviendas sociales o viviendas de familias propietarias cuyo valor no exceda las 650 UF o que hayan sido construidas por SERVIU o algunos de sus antecesores.

Programa de Preinversión en Riego	Corporación de Fomento de la Producción	Cofinanciamiento: 70%. Extrapredial: \$9.000.000 Intrapredial: \$3.000.000	Apoyar la formulación de proyectos de riego intra o extraprediales, identificando las diversas alternativas de inversión y evaluarlas técnica, económica y financieramente.
Programa de Riego Intrapredial (PRI)	INDAP	Cofinanciamiento: 90%. Monto máximo P.jurídica: \$15.000.000 P.natural: \$ 8.000.000	Cofinanciar inversiones de riego o drenaje intrapredial destinados a incorporar tecnologías para la gestión del agua en los sistemas productivos agropecuarios, de los pequeños productores agrícolas y/o campesinos, beneficiarios de INDAP.
Programa de Riego Asociativo (PRA)	INDAP	Cofinanciamiento: 90%. Hasta 2.000 UF por proyecto y hasta 200 UF por cada beneficiario	Cofinanciar inversiones en obras de riego o drenaje, extraprediales, o mixtas, contribuyendo de esta manera al mejoramiento de los ingresos económicos y al desarrollo de la competitividad y sostenibilidad de los negocios.
Programa Especial Pequeña Agricultura	CNR	Cofinanciamiento: 80- 90%. Monto Máximo: 400 UF	Adjudicar la bonificación de la Ley N° 18.450 a proyectos presentados por pequeños productores agrícolas INDAP, y personas naturales con predios de hasta 12 hectáreas y que el total de sus ingresos por ventas u otros sean inferiores a 2.400 UF al año.
Concurso Tecnificación Empresarial / Obras Civiles	CNR	Cofinanciamiento: 70%  Monto: 15.000 UF	Adjudicar las bonificaciones de la Ley N° 18.450 a los proyectos presentados por definidos en el artículo I inciso 3° de dicha Ley, sean personas naturales o jurídicas, denominados Grandes Empresarios en el Manual de Procedimiento Legal-Administrativo.
FNDR – Seguridad Ciudadana	GORE	Hasta 100% Monto depende de la región a la que se postule.	Generar iniciativas que favorezcan la participación y corresponsabilidad social de los diferentes actores locales en materia de Seguridad Ciudadana.
Circular 33	GORE	Cofinanciamiento 100% Sin límite	Adquirir activos no financieros correspondientes al subtítulo 29 de la Ley de Presupuesto, correspondientes a los gastos para formación de capital y compra de activos físicos existentes.

---

Crédito EE y ERNC en MiPymes	Banco Estado	Cofinanciamiento hasta 80% Pymes, 100% microempresas.	Empresas con ventas anuales desde UF 2.400 hasta UF 50.000, que buscan generar un ahorro en su producción a través de un ahorro en su consumo energético.
------------------------------	--------------	---	---

Fuente: Elaboración propia en base a (Ministerio de Energía, 2017)