

# Futuro de La Energía

## EN CHILE

### Factores de Cambio y Tendencias

Un aporte al desarrollo y la actualización de políticas públicas, en el marco de una transición energética que trasciende al mundo de la energía.

### Escenarios Energéticos



# Futuro de la Energía

EN CHILE



Factores de Cambio y Tendencias

Un aporte al desarrollo y la actualización de políticas públicas, en el marco de una transición energética que trasciende al mundo de la energía.

Escenarios Energéticos



**Escenarios Energéticos** es una plataforma de diálogo multisectorial, en la que participan actores clave que representan diversas visiones de la sociedad chilena.

Fue creada en 2009 con dos objetivos estratégicos: la construcción y discusión de diferentes escenarios de generación energético-eléctrica al año 2030, y el desarrollo de herramientas para la formulación de una política energética pública.

Desde entonces, esta plataforma de diálogo ha creado conocimiento y ha aportado a la discusión de temas cruciales para el desarrollo del sector, mediante la construcción de insumos técnicos, talleres temáticos, foros y debates de alto nivel.

Su metodología de trabajo integra una base técnica altamente rigurosa, un diálogo equitativo y el esfuerzo por lograr consensos mínimos como reglas de juego.

En 2018, Escenarios Energéticos motivó un trabajo intersectorial orientado a conocer las características del probable **Futuro de la Energía en Chile**, a partir de la sistematización y el análisis de los factores de cambio y de las tendencias locales e internacionales que moldean ese futuro. Lo hizo mediante instancias de diálogo informado, difusión de información y recopilación de perspectivas diversas.

En este documento se presentan sintéticamente los elementos centrales y las conclusiones de ese trabajo para aportar a la actualización y el desarrollo de distintas políticas públicas, no sólo explícitamente energéticas. Esto, porque los cambios energéticos que se avizoran trascienden con mucho a los actores y las materias que hoy se consideran sectoriales, abriendo oportunidades y desafíos insospechados y de amplio alcance que cabe conocer y, en parte, conducir para el mejor desarrollo de los chilenos.

#### **COMITÉ EJECUTIVO DE ESCENARIOS ENERGÉTICOS**

Marcela Angulo, CORFO

Hernán Blanco, Fundación Avina

Nicola Borregaard, EBP Chile

Rodrigo Castillo, Asociación de Empresas Eléctricas A.G.

Carlos Cortés, Asociación de Empresas de Gas Natural A.G.

Carlos Finat, Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento A.G.

Sara Larraín, Programa Chile Sustentable

Diego Luna Quevedo, Fundación Futuro Latinoamericano

Andrés Pesce, Fundación Chile

Claudio Seebach, Generadoras Eléctricas de Chile A.G.

#### **EDICIÓN**

Nicola Borregaard, EBP Chile

María Teresa Bravo, Cobalto Comunicaciones y Gestión Social

#### **DIÁLOGO Y FACILITACIÓN**

Diego Luna Quevedo, Fundación Futuro Latinoamericano

#### **INSUMOS TÉCNICOS**

Carlos Benavides, Patricio Bofill, Nicola Borregaard, Cristián de la Cerda, Marco Henríquez, Guillermo Jiménez, Daniela Martínez, Danisa Moya, Rodrigo Palma, Carlos Silva, John Treimun y Luis Valenzuela.

Santiago de Chile, agosto de 2018





INICIATIVA CONJUNTA DE:



CON EL APOYO DE:



INSUMOS TÉCNICOS DE:



Media Partner:



Sede:





# CONTENIDO

## INTRODUCCIÓN

Pág. 7

Las cinco “Ds”: megatendencias	7
El proceso en síntesis	9
Los aspectos que moldean el futuro energético	9

## 01

### APROXIMACIÓN A LOS ELEMENTOS QUE MOLDEAN EL FUTURO ENERGÉTICO

Pág. 11

## 02

### INTERRELACIONES ENTRE TENDENCIAS

Pág. 23

## 03

### BRECHAS ENTRE EL AVANCE EN CHILE Y A NIVEL GLOBAL

Pág. 25

## 04

### DESAFÍOS REGULATORIOS, CULTURALES, FINANCIEROS Y DE CAPITAL HUMANO

Pág. 29

## 05

### LOS ACTORES DEL FUTURO ENERGÉTICO

Pág. 37

## 06

### MIRANDO HACIA ADELANTE

Pág. 39

## ANEXO: INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE EL PROCESO

Pág. 41

Documento base	41
Talleres de apresto	41
Foro abierto	48



# INTRODUCCIÓN

Los cambios que ha experimentado el sector energético en los últimos años han sido significativos. A nivel global, la integración de energías renovables de muy bajo costo, como la solar y la eólica, ha contribuido a transformar matrices energéticas en numerosos países. Especialmente en Chile, las energías solar y eólica tomaron rápidamente su lugar como las fuentes más relevantes entre los proyectos nuevos, dados sus bajos costos, las condiciones naturales del país y un marco regulatorio y licitatorio favorable. Han excedido de esta forma las expectativas y pronósticos más osados, asombrando a los actores del sector.

Pero mirando hacia los próximos años, los cambios estructurales que ocurrirán en la industria energética serán incluso más significativos que los ya experimentados. En algún sentido, por profundidad y alcance, podrían ser comparables con cambios revolucionarios producidos en el sector telecomunicaciones, que ya tocan, benefician y desafían a ciudadanos, organizaciones de diverso tipo y reguladores.

Aspectos clave en los cambios energéticos que vienen son el control digital de la red eléctrica, una participación creciente de la generación distribuida, tarificación flexible y redes y sistemas energéticos dinámicos, por mencionar sólo algunos. Con estos y otros elementos se desdibujarán las fronteras de lo que se ha entendido como “sector energético” y “otros ámbitos”, generándose cruces de materias que resultarán novedosas, de interés y de indudable importancia para nuevos y renovados actores del futuro de la energía en Chile, como esbozaremos en estas páginas.

## ▮ LAS CINCO “Ds”: MEGATENDENCIAS

A nivel internacional se habla del aterrizaje de tres tendencias clave o megatendencias para el futuro del sector energético: descarbonización, digitalización y energía distribuida, aludiendo a esta última como descentralización.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) y la Agencia Internacional de Energía (AIE), destacan en su informe *Perspectives for the Energy Transition*, de 2017, “la importancia del tema de la descarbonización, desafiando un análisis para responder la pregunta sobre cómo puede el sector energético lograr la transición hacia un sector descarbonizado y seguro, a costos razonables”. (p.5).<sup>1</sup>

En otro informe de 2017<sup>2</sup>, la AIE releva la digitalización: “Los asombrosos avances en la digitalización y su rápido despliegue en el panorama energético plantean la pregunta fundamental de si estamos en la cúspide de una nueva era digital en energía”.<sup>3</sup> (p.25).

En este mismo informe, la AIE destaca también la energía distribuida cuando se refiere al término descentralización. Un informe reciente cuantifica este mercado: “El mercado global de tecnologías de generación distribuida alcanzó casi USD 65.8 mil millones en 2015. Se espera que este mercado aumente desde los casi USD 69.7 mil millones en 2016 a USD 109.5 mil millones en 2021, a una tasa de crecimiento compuesto anual de 9,5% para 2016-2021”.<sup>4</sup>

En el caso de Chile, dado el contexto local, se considera pertinente destacar también como megatendencias otras dos relacionadas, que se presentan con rezago respecto a lo sucedido en otros países.

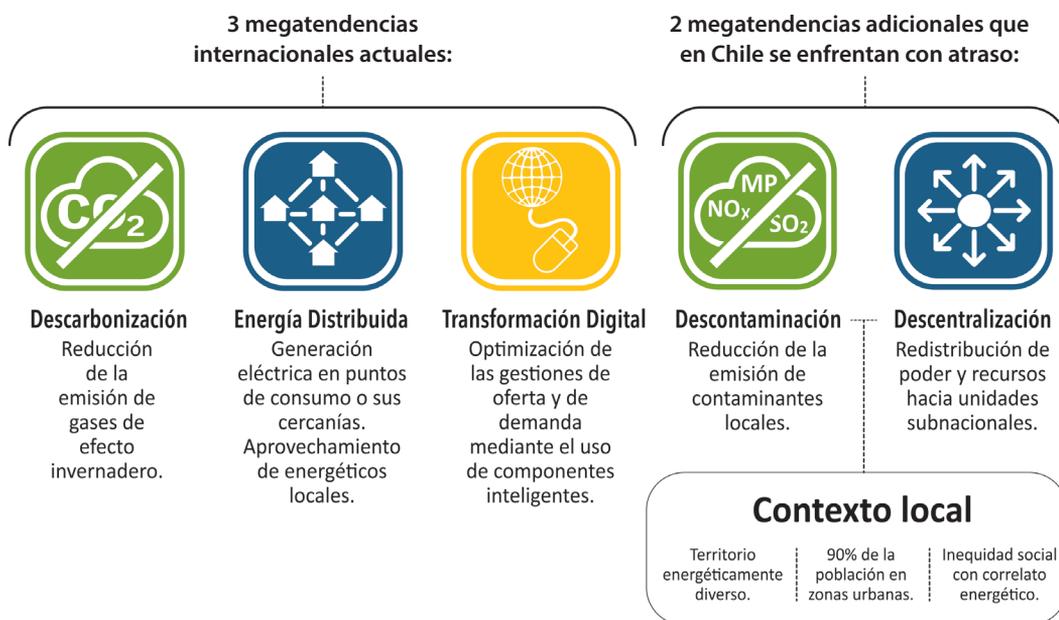
---

1 Investment Needs for a Low-Carbon Energy System, 2017, AIE, OCDE, IRENA.  
2 “Distributed Energy Generation” - Distributed Energy Generation -Market Demand, Growth, Opportunities and Analysis Of Top Key Player Forecast To 2023, WiseGuy Reports, junio 2018, <http://www.nbc-2.com/story/38325398/distributed-energy-generation-market-2018-global-trend-segmentation-and-opportunities-forecast-to-2023>.  
3 “The astounding advances in digitalization and their rapid deployment across the energy landscape raise the fundamental question of whether we are on the cusp of a new digital era in energy.” (p.25). Digitalization and Energy. AIE, 2017.  
4 “The global market for distributed generation technologies reached nearly USD 65.8 billion in 2015. This market is expected to increase from nearly USD 69.7 billion in 2016 to USD 109.5 billion in 2021 at a compound annual growth rate (CAGR) of 9.5% for 2016-2021.” “Distributed Energy Generation” - Distributed Energy Generation -Market Demand, Growth, Opportunities and Analysis Of Top Key Player Forecast To 2023, WiseGuy Reports, junio 2018, <http://www.nbc-2.com/story/38325398/distributed-energy-generation-market-2018-global-trend-segmentation-and-opportunities-forecast-to-2023>.

Por una parte, cabe resaltar la descontaminación, que se vincula con la descarbonización, tomando en cuenta el gran desafío que significa para Chile aminorar en sus ciudades las emisiones de contaminantes locales, al punto que la descontaminación ha sido identificada por la población chilena como el principal problema medioambiental que la afecta.<sup>5</sup>

Por otra parte, en el país es crucial la descentralización propiamente tal, en cuanto redistribución de poder y de recursos hacia unidades subnacionales. Siendo Chile altamente centralizado, se están viendo ciertas señales de ajuste cuya profundización resulta relevante, entre otras cosas porque la descentralización es un habilitador para la energía distribuida.

Se tienen así, para el caso de Chile, cinco megatendencias (las “cinco Ds”) que son clave para el Futuro de la Energía:



Por estar relacionadas, las megatendencias pueden ser agrupadas del siguiente modo. Así se hizo en el marco de este trabajo, para la detección y el análisis de factores de cambio y de tendencias específicas.



La electrificación no fue considerada una megatendencia en sí, sin perjuicio de su indiscutida relevancia. Se entiende como una potente herramienta para la descontaminación y descarbonización del sector de transporte y de calefacción.<sup>6</sup> En paralelo, diversas tendencias transversales y específicas tienen relación con un suministro eléctrico proveniente de fuentes de energía bajas en emisiones, con impacto en la descarbonización de la generación eléctrica.

5 Resultados de la Encuesta Nacional de Medio Ambiente 2018.

6 Ver, por ejemplo, World Economic Forum: “The transformation of the energy system is likely to follow three key themes, electrification, decentralisation and digitalisation. Electrification remains a critical step in the longer-term picture of a low-carbon world. Electrification includes vehicles, heating and other functions that would otherwise require fossil fuels of some variety.” [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Electricity\\_2017.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Electricity_2017.pdf).

## EL PROCESO EN SÍNTESIS

A principios de 2018, la plataforma colaborativa Escenarios Energéticos –que está por cumplir 10 años fomentando discusiones informadas relativas al sector energía– decidió motivar un trabajo intersectorial para comprender las características del probable futuro de la energía en Chile. Esto, a partir de la sistematización y el análisis de los factores de cambio y de las tendencias locales e internacionales que impulsan ese futuro.

Lo hizo mediante instancias de diálogo intersectorial, difusión de información y recopilación de perspectivas diversas a partir de las megatendencias señaladas.<sup>7</sup>

Propósitos de fondo de la iniciativa han sido elaborar y aportar antecedentes para la actualización y el desarrollo de distintas políticas públicas relacionadas con estas materias. A la vez, contribuir a que los actores del futuro energético detecten y comprendan las oportunidades y desafíos que los cambios traerán consigo: oportunidades y desafíos de amplio alcance, que cabe conocer, aprovechar y en parte conducir para el mejor desarrollo de los chilenos.



## LOS ASPECTOS QUE MOLDEAN EL FUTURO ENERGÉTICO

Para un primer momento se consideró necesario entender cómo se plasman hoy en Chile las megatendencias señaladas, cuán importantes son y cómo se interrelacionan.

Se identificaron 11 tendencias transversales o de contexto y, en relación con las megatendencias, 13 factores de cambio y 25 tendencias específicas. En conjunto, estos 49 aspectos moldean el futuro energético de Chile. Ver Fig. 1 en página siguiente.

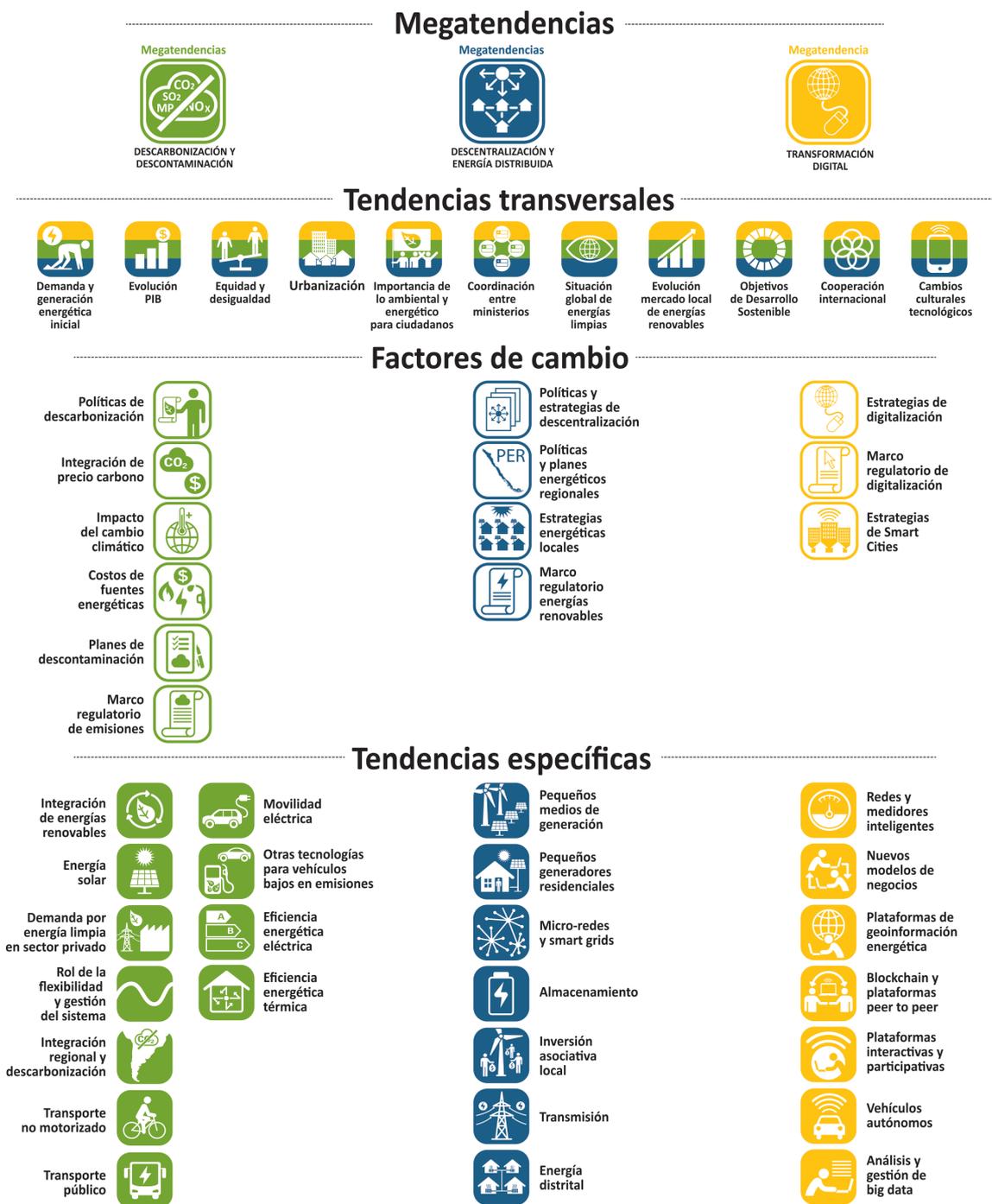
Factores de cambio son principalmente políticas, regulaciones, estrategias y planes que impulsan las distintas tendencias. Tendencias son fuerzas que interactúan en los distintos espacios y dimensiones de la vida cotidiana y que tienen la capacidad de transformar al sector energético y sus actores públicos y privados.

El ejercicio permitió generar y compartir una mirada exhaustiva de las tendencias, sus fuerzas respectivas, sinergias entre unas y otras, y oportunidades que presentan para el desarrollo sustentable. Posibilitó asimismo sentar las bases para una discusión informada sobre cambios energéticos que se están empezando a materializar en el país, sus implicancias, y la posibilidad de aprovechar las tendencias para aspirar a un posicionamiento temprano de la industria local, encontrando un “camino chileno”. Y aportó luces, además, respecto a acciones preventivas que se deberían tomar para reducir riesgos o problemas que podrían surgir.

En cuanto a los factores de cambio, el ejercicio permitió detectar oportunidades para políticas públicas que logren constituirse en impulsores más eficaces de tendencias que lo logrado hasta el momento.

<sup>7</sup> Entre las iniciativas desarrolladas en el marco de esta iniciativa, se destacaron cuatro talleres de apresto y un foro abierto. En anexo se entrega información al respecto.

Fig. 1. Aspectos que moldean el futuro de la energía en Chile.



Nota: El informe "documento base", disponible en [www.escenariosenergeticos.cl](http://www.escenariosenergeticos.cl), reúne información cuantitativa y cualitativa sobre cada uno de estos aspectos, de manera resumida.

# 01 | APROXIMACIÓN A LOS ELEMENTOS QUE MOLDEAN EL FUTURO ENERGÉTICO

El documento base, desarrollado como parte de esta iniciativa, aporta información en síntesis sobre cada uno de los 49 aspectos que moldean el futuro de la energía en Chile.<sup>8</sup>

En esta sección del presente informe se plantean comentarios generales sobre el conjunto de tendencias transversales y sobre el conjunto de factores de cambio, con referencias sólo a algunos elementos considerados de especial importancia.

Luego se plantean comentarios sobre tendencias específicas de manera algo más detallada.

## 1.1 TENDENCIAS TRANSVERSALES

Las tendencias transversales, o de contexto, pueden tener una influencia importante en el desarrollo del sector energético. Variables como altos niveles de inequidad tienen su expresión particular en este sector. En un país con un coeficiente Gini de 0,454 después de impuestos y transferencias<sup>9</sup>, que sitúa a Chile como el segundo país más desigual de la OCDE después de México (con un Gini de 0,459), surgen preguntas, por ejemplo, respecto a la manera de asegurar que toda la población tenga acceso a una vivienda con confort térmico adecuado<sup>10</sup>, y agua caliente para bañarse; a cómo hacer partícipe a toda la sociedad en el acceso a energías limpias y no contaminantes, y a cómo asegurar acceso general a tecnologías energéticas eficientes<sup>11</sup>. Techo Chile ha hecho ver, por ejemplo, que el número de familias que viven en campamentos irregulares se ha duplicado en relación con el mínimo que se había alcanzado hace unos años. Abordar lo que implica esta situación para el provisiónamiento adecuado de los servicios energéticos es una tarea urgente.

Otros aspectos de contexto o transversales que a primera vista podrían parecer poco relevantes, como la cooperación internacional, pueden ser importantes en las primeras fases de la evolución de las nuevas tendencias, como la generación distribuida y las tecnologías inteligentes. La cooperación internacional de Alemania en energías renovables y eficiencia energética, la inglesa en cambio climático, y la suiza en estrategias energéticas locales, fueron cruciales para el impulso inicial de estas materias en Chile, apoyando marcos regulatorios, análisis e implementación de programas piloto. En 2016, Chile recibió USD 178 millones de Asistencia Extranjera para Desarrollo (ODA, por sus siglas en inglés). En más de 80%, esta ODA se centró en materias energéticas y de cambio climático. Dados los niveles de ingreso que Chile ha alcanzado, y el hecho de pertenecer al grupo de los países OCDE, desde 2018 Chile no es elegible como receptor neto de cooperación no reembolsable. Será necesario asumir las consecuencias de este cambio para mantener las iniciativas que inciden en cambio climático, energías renovables, estrategias locales y otras materias orientadas a facilitar el desarrollo energético sustentable. Como excepción, la materia para la cual Chile tendría aún posibilidad de acceso a fondos internacionales no reembolsables –aunque más limitado que antes– sería cambio climático. Aún estaría abierta para Chile la puerta del Fondo Verde del Clima, entre otros fondos multilaterales y bilaterales.

Algunas tendencias generales son especialmente acentuadas en el caso local, como, por ejemplo, el creciente nivel de urbanización. Chile tiene un nivel de urbanización de casi 90%, significativamente mayor que el promedio mundial y que otros países latinoamericanos. En la ciudad, la interrelación entre descarbonización, descentralización y digitalización nace del encuentro social, y a su vez estas tres megatendencias se vuelven indispensables para enfrentar los desafíos urbanos ambientales, de servicios y de convivencia. Las ciudades son el centro del consumo energético y de las emisiones de contaminantes locales y de CO<sub>2</sub>. Una movilidad sustentable es la base para el acceso a bienes y servicios, a trabajo y a relaciones sociales. La digitalización,

---

**La urbanización es una tendencia especialmente acentuada a nivel local.**

**Descarbonización, descentralización y digitalización se vuelven indispensables para enfrentar los desafíos urbanos ambientales, de servicios y de convivencia.**

---

8 Disponible en [www.escenariosenergeticos.cl](http://www.escenariosenergeticos.cl).

9 Cifras de 2016 – OECD Stat Income Distribution Database (IDD), 2018.

10 De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la temperatura de confort o de equilibrio para el ser humano es de 20 °C.

11 En los talleres de apresto de esta iniciativa, se planteó como desafío detectar y profundizar en el cruce entre desigualdades sociales y desigualdades territoriales, bajo el entendido que se potencian y retroalimentan. Contar con información más precisa que la que arroja el índice Gini, incluyendo variables territoriales, se considera importante para el desarrollo de una adecuada política energética.

en cuanto introducción de tecnologías de información y comunicaciones, permite encontrar soluciones no sólo para hacer más eficiente la movilización y reducir las emisiones por distancia recorrida, sino también para reducir la necesidad de moverse mediante teletrabajo, teleservicios y redes sociales virtuales.

## ➤ 1.2 FACTORES DE CAMBIO

El marco de estrategias, políticas y regulaciones se considera generalmente clave para gatillar y fomentar ciertas tendencias en pos del desarrollo productivo y del desarrollo sustentable de los países.

Sin embargo, en el caso de Chile, estos marcos estratégicos y regulatorios aún son débiles. Recién en 2015 se formuló la Política Energía 2050, se elaboraron los primeros Planes Energéticos Regionales y Estrategias Energéticas Locales, y se formalizó a nivel internacional el compromiso de Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de Chile en el marco del Acuerdo de París sobre Cambio Climático. Con esto se creó un marco estratégico mínimo.

---

**En consulta con diferentes actores, se identificaron temas regulatorios que pueden ser considerados como factores de cambio cruciales: Ley de Distribución, Ley de Cambio Climático, Ley de Generación Distribuida y Ley de Eficiencia Energética.**

---

Los participantes de los talleres de apresto de Futuro de la Energía evaluaron la relevancia de los 13 factores de cambio para las 25 tendencias específicas. Aunque se estableció cierto grado de influencia, los factores no se consideraron como claves en la evolución de las tendencias. Seis de los factores de cambio fueron destacados entre los más importantes para el futuro de la energía en Chile: Regulación Digital, Estrategias de Smart Cities, Marco Regulatorio de Energías Renovables, Planes de Descontaminación, Estrategias Energéticas Locales, y Precio al Carbono.

En la consulta a los actores, tanto en el marco de los talleres como del Foro se identificaron, además, otros temas regulatorios que pueden ser considerados como factores de cambio cruciales: Ley de Distribución, Ley de Cambio Climático, Ley de Generación Distribuida y Ley de Eficiencia Energética. El Gobierno actual integró la elaboración de estos cuerpos legales en la Ruta Energética 2018-2022.<sup>12</sup>

## ➤ 1.3 TENDENCIAS ESPECÍFICAS

### 1.3.1. Tendencias específicas relativas a Descarbonización y Descontaminación

Se considera que los tres pilares de Descarbonización y Descontaminación son energías renovables, eficiencia energética y transporte sustentable.

La descarbonización es una tendencia global en sí, impulsada por países desarrollados tanto a nivel de políticas públicas como de desarrollos tecnológicos. Consecuentemente, la adopción por parte de Chile de estos desarrollos es algo natural y así lo muestran las estadísticas.

En junio de 2018 se constituyó la "Mesa de Retiro y/o Reconversión de Unidades a Carbón", también conocida como Mesa de Descarbonización, compromiso adquirido por el Gobierno en el marco de la "Ruta energética, liderando la modernización con sello ciudadano". Analizar los efectos del retiro y/o reconversión de termoeléctricas a carbón sobre la seguridad y la eficiencia económica del sistema eléctrico nacional, la actividad económica local y los aspectos medioambientales, se articula como el principal objetivo de esa mesa.

---

**Las características singulares de Chile, como su enorme potencial renovable, sus industrias energointensivas y su condición geográfica/demográfica, podrían dar origen a estrategias de desarrollo diferenciadas o con mayor ambición respecto a las tendencias globales.**

---

En ningún ámbito se identifican procesos divergentes a lo observado internacionalmente. Si se constata, en muchos casos, una transición que comienza más tarde y que tiene tendencias menos pronunciadas.

A modo de ejemplo, se avanza en eficiencia energética, pero se constatan brechas relevantes para lograr los estándares de países desarrollados. El proyecto de Ley de Eficiencia Energética, originado en una moción

---

<sup>12</sup> El documento Ruta Energética 2018-2022, elaborado por el Ministerio de Energía, puede ser descargado en <http://www.energia.gob.cl/rutaenergetica2018-2022.pdf>.

parlamentaria, en tramitación, promueve la eficiencia energética en los grandes consumidores industriales y mineros, estándares mínimos de eficiencia para los vehículos motorizados, y un etiquetado de eficiencia para las viviendas. Son tres sectores de consumo relevantes, pero la ley no incluye aspectos transversales tales como un desacople de consumo e ingresos de las distribuidoras, o la creación de un fondo de eficiencia energética.

Por su parte, tecnologías específicas como la tecnología LED para iluminación y las energías renovables, en particular la eólica y solar fotovoltaica, han logrado niveles de desarrollo importantes en los últimos años.

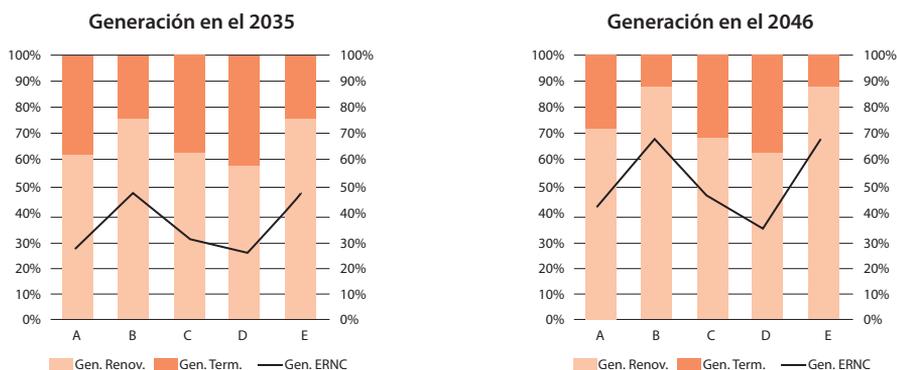
Las características singulares de Chile, como es el caso de su enorme potencial renovable, sus industrias energointensivas (minería, celulosa, cemento) y su condición geográfica/demográfica, son elementos clave que podrían dar origen a estrategias de desarrollo diferenciadas o con mayor ambición respecto a las tendencias observadas a escala global.

## Energías renovables

La evolución dinámica que ha tenido en los últimos años la participación de las energías renovables variables en la matriz energética de Chile, ha implicado un avance importante en términos de potencial de reducción de emisiones, especialmente en términos de emisiones que afectan el cambio climático. Hablamos de “potencial” dado que no se ha materializado aún un mejoramiento de los factores de emisión de la matriz eléctrica, puesto que la generación en base al carbón sigue siendo significativa.<sup>13</sup>

Los efectos en términos de descontaminación no han sido relevantes, dado que la electricidad o el gas natural aún no han tenido un impacto en términos de calefacción más eficiente o de transporte sustentable. Las fuentes contaminantes de leña húmeda en viviendas individuales y el petróleo diésel y la bencina, no han tenido todavía sustitución relevante mediante el uso del gas natural.

En términos de proyección, en cumplimiento de la legislación vigente el Ministerio de Energía desarrolló durante 2017 el proceso de planificación energética de largo plazo (PELP), para distintos escenarios de expansión de la producción y consumo en un horizonte de 30 años. En todos los escenarios evaluados se observó una tendencia a cumplir la meta de 60% de energía renovable al 2035 contenida en la Política Energética 2050, y en todos los escenarios, excepto uno, se cumpliría la meta de 70% de energías renovables al año 2050, contenida en la misma política.<sup>14</sup>



**Fig. 2.** Participación estimada de energías renovables en la matriz eléctrica por escenario. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Planificación Energética de Largo Plazo, Ministerio de Energía (2017).

Asimismo, el proceso PELP arrojó resultados sobre intensidad de emisiones para los diversos escenarios evaluados que se muestran en la siguiente figura. Éste comprende el sector energía ligado a demanda energética y generación de electricidad, en un comparativo respecto del año 2007, año de referencia para el compromiso de reducción a 2030 de 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por unidad de PIB (NDC comprometido por Chile bajo el Acuerdo de París).<sup>15</sup>

13 Ver cifras oficiales en: [http://www.minenergia.cl/indicadoresambientales/?page\\_id=105](http://www.minenergia.cl/indicadoresambientales/?page_id=105).

14 Un estudio reciente encargado por la Asociación de Generadoras de Chile a las consultoras PSR y Moray y publicado en junio 2018, estima que a 2030 se podría alcanzar un 75% de generación renovable, pudiendo a esa fecha la energía solar superar, por primera vez, a la generación hidroeléctrica como primera fuente renovable de generación eléctrica en Chile.

15 En estricto rigor, para cumplir el acuerdo, la intensidad de emisiones se debe calcular considerando todas las fuentes energéticas, incluidas las emisiones del sector residuos, agropecuario, emisiones fugitivas, etc.

Escenario	2007	2030	Variación
A		0,53	-30,1%
B		0,50	-33,5%
C	0,76	0,56	-26,1%
D		0,54	-28,3%
E		0,50	-33,5%

**Tabla 1.** Intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero [tCO<sub>2</sub>e/millones CLP 2011] según escenario. Fuente: Ministerio de Energía, PELP, 2017.

## Eficiencia energética

La relevancia de la eficiencia energética para la descarbonización queda en evidencia al haber sido destacada como primordial en el Plan de Mitigación de Cambio Climático del Sector Energía.

Sin embargo, el mercado de eficiencia energética no ha logrado despegar aún en Chile. Esto tiene relación con la gran cantidad de aristas de la materia, la diversidad de tecnologías existentes, su impulso a partir de proyectos particulares generalmente de menor tamaño -y, por tanto, nulo o muy bajo interés de la banca comercial-, la alta atomización del mercado, y la falta de un marco regulatorio claro. La Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética (ANESCO) sanciona, en su reporte del año 2017, que “los avances de los últimos años no son suficientes para que Chile cumpla con los desafíos de un nuevo escenario energético que exige un papel protagonista de la eficiencia energética”.

La sumatoria de varias intervenciones y recambios tecnológicos pueden significar reducciones importantes en el consumo energético del país. Tecnologías de iluminación y de motores y aislamiento térmico de edificios son tres vías que, aplicadas masivamente, posibilitarían lograr resultados significativos. Según estimaciones de la Agencia de Eficiencia Energética (ACEE), cambiar el alumbrado público a LED significaría un 50% de ahorro energético y una baja en 30% de costos de mantenimiento. El impacto agregado correspondería a una disminución de un 5% en el consumo eléctrico del país.

En cuanto a calefacción a partir de biomasa, es conocida la actual situación de informalidad que posee el mercado de la leña. Entre las principales consecuencias de esta informalidad se encuentran la degradación del bosque nativo, un mal uso de leña húmeda y la consecuente contaminación severa en numerosas ciudades del centro y sur de Chile. Este mal uso se produce además en calefactores poco eficientes y en hogares con mala aislación, lo que refuerza este problema y los consiguientes costos sociales y ambientales. En la Región de Aysén, por ejemplo, menos de un 4% del volumen total de leña comercializada cuenta con los estándares establecidos por el Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL) en las áreas urbanas,<sup>16</sup> y se estima que alrededor de un 90% del total de leña se transa en el mercado informal y con bajos estándares de calidad.

Los centros de acopio y secado de leña poseen un rol fundamental para mejorar esta situación mediante la provisión de leña certificada y seca. Al año 2015 se identificaron 303 centros de acopio a nivel nacional, y se declaró un total comercializado en esos centros de 267.303 m<sup>3</sup> de leña, proveniente en 64,4% de bosques manejados.<sup>17</sup>

Al mismo tiempo, se avanza en la sustitución de la leña. En la Política de Uso de la Leña y sus derivados para calefacción, desarrollada por el Ministerio de Energía (2016) y en los Planes de Descontaminación del Ministerio

PDA	Nº Recambios	Parque Actual	% Parque Recambiado
Talca y Maule	13.000	35.114	37%
Chillán y Chillán Viejo	20.000	49.176	41%
Temuco y PLC	27.000	74.440	36%
Osorno	25.000	49.756	50%
Valdivia	26.000	44.125	59%
Coyhaique	10.000	23.000	43%
<b>Total</b>	<b>121.000</b>	<b>275.611</b>	<b>44%</b>

**Tabla 2.** Recambio de calefactores para los próximos 10 años. Fuente: Política de uso de leña y sus derivados para calefacción, 2016.

<sup>16</sup> CDT (2015).

<sup>17</sup> Caracterización de centros de acopio rurales y periurbanos de leña en las regiones de O'Higgins, Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén - Ministerio de Agricultura y Conaf (2015).

del Medio Ambiente, se incluyen programas de recambio, contemplándose estas cifras como metas para el período 2016-2026. Ver Tabla 2.

Los recambios se producen con tecnología de pellet, parafina y gas, y en el caso de la Región de O'Higgins, también con equipos de aire acondicionado y con equipamiento combinado de aire acondicionado y fotovoltaico.

En el año 2000 se implementó la primera reglamentación térmica de viviendas que reguló la aislación de techos. Posteriormente, en 2007 se implementó una segunda etapa que reglamentó el resto de la envolvente térmica: pisos ventilados, muros y ventanas. Aumentar las exigencias en la reglamentación térmica tiene impacto en la disminución de la demanda energética y, con ella, en la reducción de las emisiones de contaminantes locales y globales. Se ha discutido por varios años una nueva reglamentación térmica en este sentido, aún sin resultado. Hoy, calefaccionar una vivienda en Chile con los estándares de reglamentación térmica existente, implica un gasto energético de entre 25 kWh/m<sup>2</sup> al año en el norte litoral y 149 kWh/m<sup>2</sup> al año en el sur extremo. Uno de los sistemas más exigentes en el tema energético está asociado al modelo alemán denominado Passivhaus. Estas viviendas cuentan con clima interior confortable, máxima calidad de aire, aprovechamiento de la energía solar en climatización y alto nivel de aislación térmica. Para cumplir este estándar, las viviendas deben tener una demanda energética en calefacción inferior a 15 kWh/m<sup>2</sup> al año.

### Transporte sustentable

En el sector transporte, el 99% de la energía demandada proviene de derivados del petróleo (gasolina, diésel, etc.) y alcanza en torno al 30% del consumo energético del país. Adicionalmente, el sector transporte representa un 25% de las emisiones de GEI y un porcentaje alto de otros contaminantes y efectos en salud. Lo anterior grafica el desafío hacia la sostenibilidad que plantea este sector; sin embargo, en Chile aún no se cuenta con una estrategia o política nacional de transporte sustentable con visión de corto, mediano y largo plazo y con metas claras.

Los tres elementos más relevantes de las estrategias de transporte sustentable a nivel internacional son transporte no motorizado, transporte público y transporte con vehículos de bajas emisiones.

Para el transporte no motorizado peatonal no existen metas a nivel nacional. Para el transporte en bicicleta, la Política Energética 2050 estableció como meta alcanzar al menos 6% de participación modal de bicicleta en grandes ciudades al año 2035 y 10% al año 2050. En 2012, de acuerdo con la última Encuesta Destino-Origen para Santiago, la participación de la bicicleta ya llegó a un 3,9%, un aumento significativo del 2,1% en 2001.<sup>18</sup> La infraestructura para el transporte en bicicleta está mejorando: según el Catastro de Ciclovías del Gran Santiago, al año 2016 existían 287 km; en el Plan Maestro de Ciclovías para la Región Metropolitana se planifica llegar a 640 km, y de diferentes fuentes se puede deducir que hay unos 200 km más de ciclovías como sumatoria entre todas las regiones. Esto aún está muy lejos de países europeos como Holanda, por ejemplo, que cuenta con unos 35.000 km de ciclovías.<sup>19</sup>

Electromovilidad se considera uno de los ejes del futuro sustentable del sector transporte a nivel mundial. La Agencia Internacional de Energía generó distintos escenarios proyectando la penetración de vehículos eléctricos al año 2060. Dependiendo del escenario, la penetración proyectada de vehículos livianos eléctricos varía entre



**Alemania:** Una resolución para prohibir la venta de automóviles convencionales en la Unión Europea en 2030 fue aprobada por el Bundesrat de Alemania (2016).



**Francia:** El gobierno anunció que prohibiría la venta del vehículo convencional para 2040 (2017).



**China:** El viceministro mencionó que la prohibición de la venta de vehículos convencionales estaba bajo investigación.



**Noruega:** Los partidos gobernantes y la oposición propusieron la abolición de vehículos convencionales para 2025 (2016).



**India:** El primer ministro anunció que todas las ventas nuevas de autos después de 2030 serían de vehículos eléctricos.



**Inglaterra:** El gobierno anunció que prohibiría la venta de vehículos convencionales para 2040 (2017).

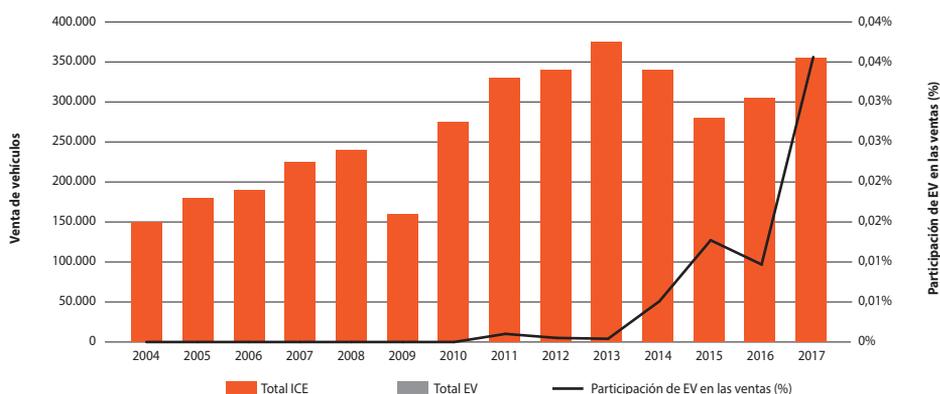
**Fig. 3.** Anuncios de distintos países respecto a la prohibición de la venta de vehículos a combustibles fósiles.

18 Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Encuesta origen destino de viajes 2012. SECTRA 2014.

19 Ver Factsheet The Netherlands Cycling Country [https://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/9F9F3F71-9324-46D3-AD7E-076C59F8392D/0/2015factsheetnederlandfietsland\\_ENG.pdf](https://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/9F9F3F71-9324-46D3-AD7E-076C59F8392D/0/2015factsheetnederlandfietsland_ENG.pdf).

780 millones y 896 millones, representando respectivamente el 26% y 32% de la flota total de vehículos livianos a esa fecha. En tanto, distintos países han anunciado la prohibición de la venta de vehículos con combustibles fósiles. Estos compromisos reafirman la participación que tendrán los vehículos eléctricos en el mercado mundial, y son una gran señal hacia la industria automotriz.

La penetración de vehículos eléctricos en Chile es aún muy baja (algo más de 200 vehículos), pero las proyecciones apuntan a un fuerte crecimiento en las próximas décadas.<sup>20</sup> Esto se aprecia en el siguiente gráfico, que muestra el importante incremento de vehículos eléctricos en 2017. Estos representan un 0,04% del total de ventas de vehículos del mismo año:



**Fig. 4.** Participación de las ventas de vehículos eléctricos dentro de las ventas totales de vehículos en Chile. Fuente: Informe 1 del Estudio de Movilidad Eléctrica en Chile, Agencia de Eficiencia Energética (ACEE) (2018), basado en ANAC y Pulso.

En la Ruta Energética 2018-2022, el Gobierno propone como meta aumentar en 10 veces la cantidad de vehículos eléctricos durante ese período.

### 1.3.2. Tendencias específicas relativas a Descentralización y Energía Distribuida

Los procesos de descentralización, en forma de redistribución de poder hacia las unidades subnacionales, están dirigidos a incrementar las capacidades de las personas y de las comunidades.<sup>21</sup> La descentralización es un proceso político-administrativo que se materializa a través de la creación de marcos legales, institucionales y tributarios, y que tiene también una expresión particular en cada uno de los ámbitos de la vida productiva y personal. Los sistemas energéticos descentralizados tienen que estar insertos en un marco general propicio, con capacidades y recursos disponibles. Así, en conjunto, la descentralización en general y los sistemas energéticos descentralizados crean comunidades resilientes, proactivas y preparadas para aprovechar y dar forma a los cambios del futuro.

A pesar de varias iniciativas y programas que han buscado apoyar la descentralización en Chile, no se han alcanzado resultados significativos. El proceso es complejo y cuenta con muy diversas aristas. La Comisión Asesora Presidencial en Descentralización y Desarrollo Regional, mediante su informe de 2014, propuso un camino a seguir que puede servir como orientación con respecto a algunos de los aspectos relevantes.<sup>22</sup>

En febrero de 2018 se presentó una propuesta de primera Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT), elaborada al alero de la Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio (COMICIVYT), constituida por 12 ministerios, así como de un consejo consultivo público-privado. La descentralización se expresa en esta política con claridad a través de la primera definición de su gobernanza: "Consolidar un sistema integrado y descentralizado para la toma de decisiones". Queda explícita en ella, también, la importancia del rol que se atribuye a los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), instrumentos de ordenamiento territorial que, desde la promulgación de la Ley 21.074, son vinculantes.<sup>23</sup> Entre 2014 y 2016, el sector energía creó un nuevo instrumento para dar orientación estratégica y generar los insumos sectoriales para esta planificación

20 La ACEE está desarrollando actualmente un estudio que incluye generar proyecciones de la evolución futura del mercado de vehículos eléctricos en Chile. Se espera un informe final para agosto de 2018.

21 "Descentralización 2.0", 2018, Fundación Chile Descentralizado.

22 <https://prensa.presidencia.cl/ifi-content/otras/informes-comisiones/InformeDescentralizacion.pdf>.

23 Ley Núm. 21.074 Fortalecimiento de la Regionalización del País.

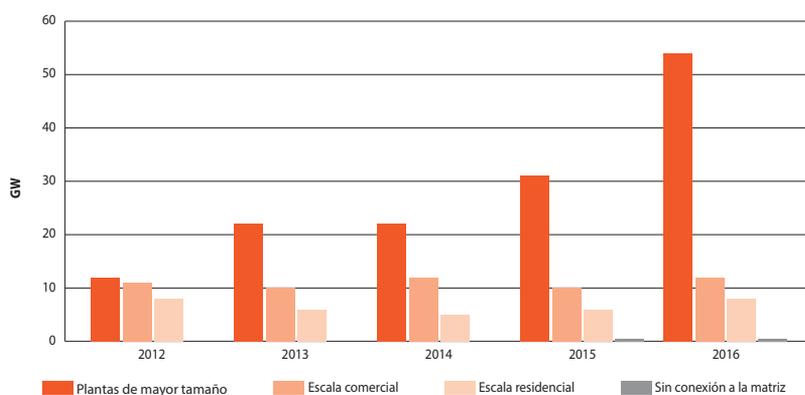
territorial: los Planes Energéticos Regionales (PER). El proceso de desarrollo de PER concluyó ya en cinco regiones del país: Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo.<sup>24</sup> Además, entre 2014 y 2018 se generaron dos políticas energéticas regionales en las regiones de Magallanes y de Aysén.<sup>25</sup> El Gobierno actual asumió la continuidad de estos instrumentos, incluyéndolos en la Ruta Energética 2018-2022.

La energía distribuida, por su parte, no cuenta con una estrategia comprehensiva en Chile, a pesar de que se dispone de algunos instrumentos de fomento, incluyendo, en primer lugar, la Ley 20.571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales.

La energía distribuida tiene su expresión en proyectos de generación distribuida, especialmente solares, y también en proyectos de biomasa, eólicos o hídricos. Adicionalmente, en la planificación local de proyectos de energía térmica en forma de calefacción distrital, en centros de acopio de leña y en proyectos de geotermia de baja entalpía. En parte implica procesos sociales de asociatividad, de creación de cooperativas y de modelos de negocio que involucran a nuevos actores locales, todos temas aún muy incipientes en Chile.

**En conjunto, la descentralización en general y los sistemas energéticos descentralizados crean comunidades resilientes, proactivas y preparadas para aprovechar y dar forma a los cambios del futuro.**

Es interesante destacar las diferencias entre Chile y el resto del mundo en cuanto a la introducción de la energía solar. Como resalta la AIE (2017), la llegada de energía solar a la matriz energética mundial se materializó, en un inicio, prácticamente de manera exclusiva por medio de instalaciones distribuidas, comerciales y residenciales. Sólo desde 2013 las plantas de mayor tamaño empezaron a dominar el incremento de la capacidad instalada, aunque la generación distribuida ha seguido contribuyendo de forma constante:



**Fig. 5.** Aumento en Capacidad PV Total Mundial. Fuente: IEA, Market Report Series, 2017.

En Chile, esta situación fue inversa. El fuerte desarrollo de la generación solar estuvo impulsado por plantas de escala mayor.

Con todo, la participación de la generación distribuida solar en la generación total de Chile es aún muy reducida:

Medio de generación	Capacidad instalada	% Participación en el Total
PGR	11,0 MW	0,04%
PMG	166,8 MW	0,7%
PMGD	480,4 MW	2%
<b>Total</b>	<b>653,0 MW</b>	<b>3%</b>

**Tabla 3.** Participación de la Generación Distribuida en Chile. Fuente: Elaboración propia en base a Instalaciones Declaradas - SEC y Capacidad Instalada de Generación Total - Energía Abierta, diciembre 2017.

24 Ver [www.minenergia.cl/per](http://www.minenergia.cl/per).

25 Ver [www.minenergia.cl/per/region/ayesen-del-general-carlos-ibanez-del-campo/](http://www.minenergia.cl/per/region/ayesen-del-general-carlos-ibanez-del-campo/).

En comparación, en Alemania una buena parte de la nueva capacidad instalada entre 2009 y 2014 correspondió a generación distribuida. En 2017, la instalación de energía solar en ese país (en gran parte distribuida) llegó a 43GW, significando aproximadamente un 21% del total de capacidad instalada.

Un instrumento relevante para el fomento de la energía distribuida ha sido el Programa Comuna Energética, creado en 2015 por el Ministerio de Energía, que permite elaborar Estrategias Energéticas Locales y Planes de Acción con visiones energéticas comunales orientadas a la acción, e implementar proyectos concretos de energías renovables y eficiencia energética. Durante el periodo 2015-2018 se han incorporado 46 comunas al programa, un 13% del total de los municipios chilenos. Numerosas iniciativas de energía distribuida tienen su origen en este programa, incluyendo ferias de energía y medioambiente, colegios eficientes, edificios consistoriales con energía solar y eficiencia energética, kits solares para productores en zonas aisladas, programas solares, compras agregadas de luminarias y de paneles solares, entre otros.

Con el fin de materializar los planes de acción de Comuna Energética, el Ministerio de Energía se adjudicó recursos del Fondo de Inversión Estratégica del Ministerio de Economía por un total de CLP 2.053 millones, para iniciativas a ser materializadas entre 2017-2019 con la Agencia de Eficiencia Energética como entidad ejecutora. Recientemente, en este marco se inició en la comuna de Providencia un primer proyecto de micro-red urbana, que contaría con un sistema bajo el cual los residentes participantes podrían vender y comprar directamente energía eléctrica generada en sus paneles fotovoltaicos, en un esquema peer-to-peer. Esto, en la medida que algunos cambios regulatorios lo permitan.

Existen casos previos de micro-redes en Chile para proporcionar acceso a energía sustentable, pero acotadas a zonas aisladas.

El desarrollo de micro-redes se ha ido expandiendo rápidamente por el mundo. Según un reciente estudio de Navigant Research, hasta octubre de 2017 se identificaron 1.869 proyectos con una capacidad total de 20,7 GW en operación, construcción o propuestos en 123 países del mundo. Actualmente, las mayores aplicaciones están concentradas en localidades rurales que no poseían conexión eléctrica.

Los modelos de negocio que surgen a raíz de un mayor involucramiento de la ciudadanía en el sector energético han tenido también su aterrizaje en Chile, aunque aún de forma incipiente. Por ejemplo, ya existen algunas plataformas de crowdfunding tales como el proyecto bancario "Doble Impacto", hoy en construcción, con lineamientos de banca ética y que actualmente funciona como una plataforma de este tipo, demostrando ser efectivo para el financiamiento de proyectos energéticos de paneles solares y de residuos, entre otros. Por otra parte, en 2016 se creó un primer proyecto energético de financiamiento comunitario a través de un modelo accionista: Buin Solar. Unos 50 accionistas crearon una Sociedad por Acciones (SpA) especialmente para el desarrollo de una planta solar de 10kW de potencia, orientada a autoconsumo del Centro Tecnológico para la Sustentabilidad y a inyección de excedentes a la red de distribución.<sup>26</sup> Está por verse si se desarrollarán más proyectos de este tipo, lo que dependerá no sólo del fomento del Estado y del interés de la ciudadanía, sino también de crear condiciones que favorezcan menores costos de transacción.

### 1.3.3. Tendencias específicas relativas a Transformación Digital

El proceso de digitalización es probablemente el que mejor refleja los cambios que el sector energía, especialmente a nivel del segmento de distribución de electricidad, experimentará en los próximos años. Si antes los hogares podían ser clientes de infraestructura y servicios, próximamente cada persona será un usuario activo interactuante con la industria.<sup>27</sup>

En este sector, el proceso de digitalización podría ser definido como "la transformación del sistema energético -sus medidores de consumo, sus redes eléctricas, sus centros de generación, sus plataformas de control y gestión- en componentes inteligentes para mejorar la calidad del servicio y permitir una gestión de recursos y consumo inmediata".<sup>28</sup>

---

**La transformación digital involucra clientes dinámicamente conectados, creación de negocios en base a plataformas que permitan nuevas interacciones, transformación de data en activos, y uso de herramientas para analizar y aprovechar la información.**

---

Sin embargo, la transformación digital no se trata solo de tecnología, sino también de nuevas maneras de pensar. Involucra clientes dinámicamente conectados, creación de negocios en base a plataformas que permitan

26 <http://www.caminosolar.cl>.

27 Diario Gestión de Perú, 2016. Ref: <https://gestion.pe/economia/revolucion-digital-transformara-sector-energia-113863>.

28 Diario La Vanguardia, España, 2016. Ref: <http://www.lavanguardia.com/economia/20161010/41844446157/digitalizacion-sector-energetico.html>.

nuevas interacciones, transformación de data en activos, y uso de herramientas para analizar y aprovechar la información. Antes, las empresas tenían que ser capaces de evaluar los cambios según su capacidad de incidencia en los negocios existentes. Hoy, con la dinámica de la digitalización, deben juzgar los cambios según su capacidad de incidencia en la creación de nuevos negocios para ellas.

Una de las consecuencias más relevantes del proceso de digitalización en este sector, es que los flujos de energía también serán acompañados por flujos de datos. Esto implica que la gestión del sistema energético nacional requerirá de herramientas e instrumentos de planificación capaces de integrar las múltiples decisiones que adoptarán usuarios activos, que gestionan necesidades y recursos. En otros términos, el cambio sustancial radicará en transitar desde un sistema energético unidireccional a uno bidireccional, con millones de transacciones bidireccionales que deberán ser acompañadas por sistemas de rastreo digital:

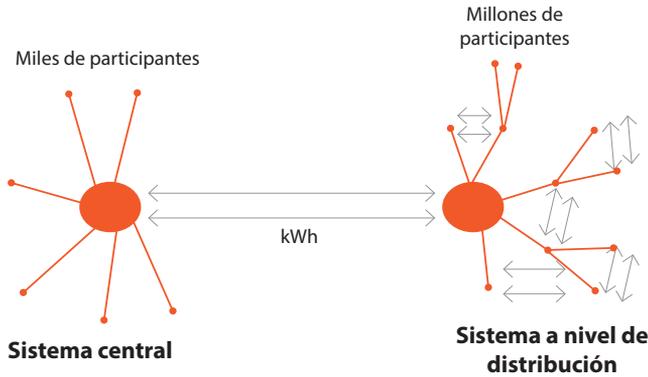


Fig. 6. Sistemas de arquitectura emergentes.

Respecto a estas materias, se identificaron diversas oportunidades. Entre otras, incrementar la eficiencia sistémica mediante una producción de energía más cercana al consumo y un consumo temporalmente sincronizado con la generación; aumentar la rapidez de reacción ante emergencias; favorecer nuevos negocios, y otras ganancias en términos de participación de la ciudadanía, teletrabajo y mayor involucramiento ciudadano.

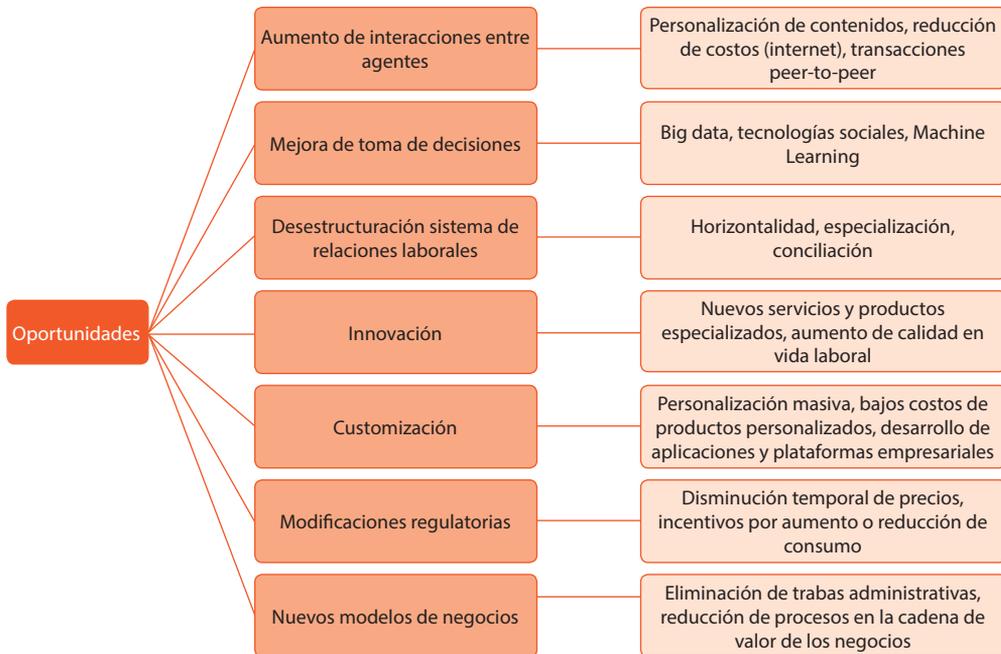
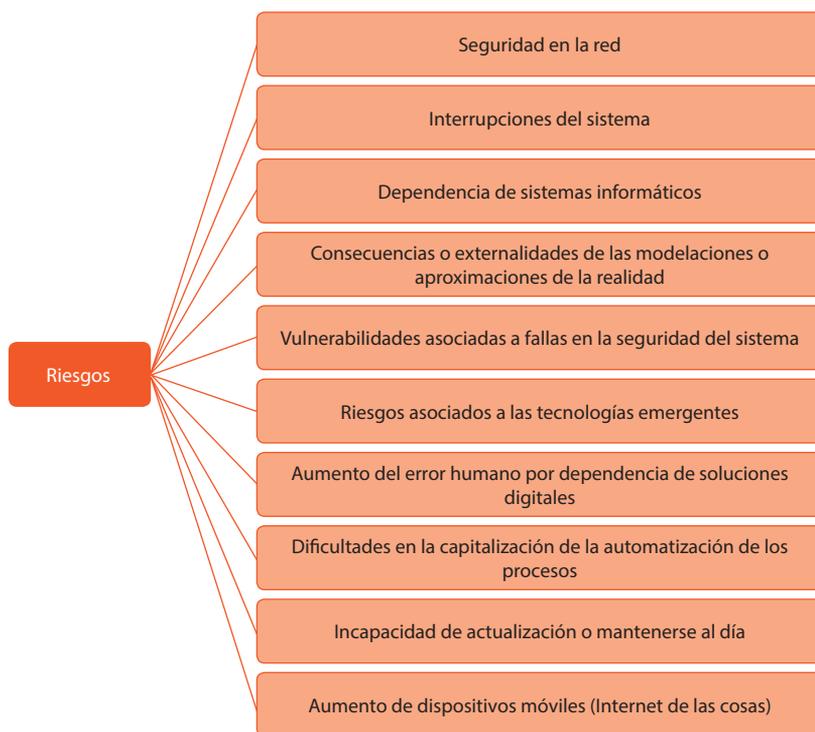


Fig. 7. Oportunidades identificadas asociadas a la digitalización del sector energía. Fuente: Elaboración propia, CIT, 2018.

Asimismo, se detectaron como riesgos la potencial dependencia del sistema de tecnologías digitales y otros asociados a mayores brechas y marginación social en este ámbito.



**Fig. 8.** Riesgos asociados al proceso de digitalización en el sector de energía. Fuente: Elaboración propia, CIT, 2018.

Cabe tener presente que, en 2015, el Ministerio de Economía elaboró la Agenda Digital 2020,<sup>29</sup> que contiene algunas medidas relevantes para el sector energía. Éstas incluyen algunas relativas a Smart Cities, otras relacionadas con el Programa Estratégico Nacional para Industrias Inteligentes, y las referidas al programa StartUp Chile.

Cruciales para la digitalización del sector energía son las Smart Grids.<sup>30</sup> Las redes inteligentes son la clave para impulsar un mayor desarrollo de energías renovables, la adopción de vehículos eléctricos y mejoras en eficiencia energética. Se trata de una red eléctrica de transmisión y distribución con comunicación bidireccional,<sup>31</sup> que permitirá entregar energía con más seguridad y menores costos, con ahorros de hasta un 30% en electricidad.<sup>32</sup> Las tecnologías de Smart Metering, o medidores inteligentes, que forman parte de una Smart Grid por el lado del cliente final, permiten mejorar la gestión del consumo al interior del hogar, posibilitan sistemas de transacciones entre clientes residenciales, y contribuyen a mejorar la gestión de la red a través de un mejor monitoreo del estado del sistema de distribución ante contingencias.

En Chile, la Norma Técnica de Calidad de Servicio para Sistemas de Distribución, emitida en diciembre de 2017, establece una serie de exigencias respecto de los sistemas de medida y monitoreo a implementar en la red, con el objetivo de optimizar su desempeño y mejorar la calidad de servicio. Entre las más relevantes se encuentra la obligación para las distribuidoras de implementar, en todo el país, sistemas de medición inteligente, monitoreo y control en un plazo máximo de siete años.

Otro de los temas que en los últimos años ha experimentado avances importantes, guarda relación con la información georeferenciada disponible para usuarios. En la actualidad, el sector energético en Chile ya cuenta con algunas aplicaciones de este tipo:

- Sistema de información en línea de precios de combustibles en estaciones de servicio, disponible en portal web de la Comisión Nacional de Energía.

29 <http://www.agendadigital.gob.cl/#/> . Agendas digitales anteriores incluyen la Agenda de 2012: Agenda Digital Imagina Chile, y la Estrategia Digital 2007-2012.

30 Un ejemplo de esto es el compromiso de la administración Obama para la construcción de una red inteligente nacional.

31 El concepto también se utiliza para una amplia paleta de aplicaciones que potencian la capacidad de monitoreo y control de una red eléctrica.

32 Smart City Council.

- Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Ministerio de Energía, a través de la cual se entrega información geolocalizada respecto de centrales generadoras, infraestructura energética, proyectos sometidos al SEIA, zonas con potencial para generación de energías renovables, componentes del sistema de transmisión eléctrica y otros.
- Energía Abierta con Energía Maps, que permite a usuarios generar GeoReportes con información de infraestructura energética.

Por su parte, con base en tecnología blockchain son posibles los contratos inteligentes, que se generan automáticamente al momento de realizar transacciones, lográndose mayor seguridad en relación a contratos tradicionales y menores costos de transacción.

En consistencia con lo anterior, un uso potencial del blockchain en materia energética es que usuarios de casas y edificios, conectados entre sí mediante una red distribuida, compren energía a la red y vendan sus excedentes, dependiendo de sus necesidades en cada momento y sin necesidad de que un intermediario lleve el control. Todas las transacciones de pagos e intercambios de energía quedarían almacenadas en el blockchain, con la posibilidad de ser verificadas por los mismos miembros de la red.

Proyectos de micro-redes urbanas, tales como el proyecto Brooklyn Microgrid desarrollado por la compañía TransactiveGrid, en Nueva York, están empezando a usar tecnología blockchain para crear, en forma gradual, un mercado de ventas y compras de energía peer-to-peer, dependiendo de los avances de la regulación de este mercado descentralizado. Para acompañar este proceso, en EE.UU. se formó una alianza entre Singularity Grid y Rocky Mountain Institute para crear la Energy Web Foundation, una organización sin fines de lucro que tiene como objetivo fomentar, a nivel mundial, la tecnología blockchain en todo el sector energético.

En Chile, la entidad reguladora<sup>33</sup> comenzará a usar blockchain para autenticar, entre otras cosas, precios medios de mercado, costos marginales, precios de las gasolinas y el cumplimiento de la ley de ERNC.

Para avanzar hacia una transformación digital del sector energía, se ha sugerido cuidar, entre otros aspectos, lo siguiente:<sup>34</sup>

- Identificación de sistemas/regulaciones habilitadoras transversales para la industria (qué se necesitará para procesar n cantidad de data, para llegar a x perfil de consumidor, etc.)
- Legislaciones basadas en principios, no en tecnologías. Por definición, la legislación debe ser neutra y flexible.
- "Economía de los datos": datos se tratarán de manera consolidada. Fundamental firmar convenios con ministerios afines (Transporte, Medio Ambiente, Salud, Educación) para poder hacer políticas públicas integradas a futuro.
- Protección de datos personales/sensibles, anonimizar datos, ciberseguridad, etc.
- Altísimo valor del "time to market" en esta industria: "Si llegaste con todo perfecto, llegaste tarde al mercado".

<sup>33</sup> <http://energiaabierta.cl/blockchain/>.

<sup>34</sup> Ver especialmente presentación de Victoria Hurtado en foro del 6 de junio 2018, Futuro de Energía.



# 02 | INTERRELACIONES ENTRE TENDENCIAS

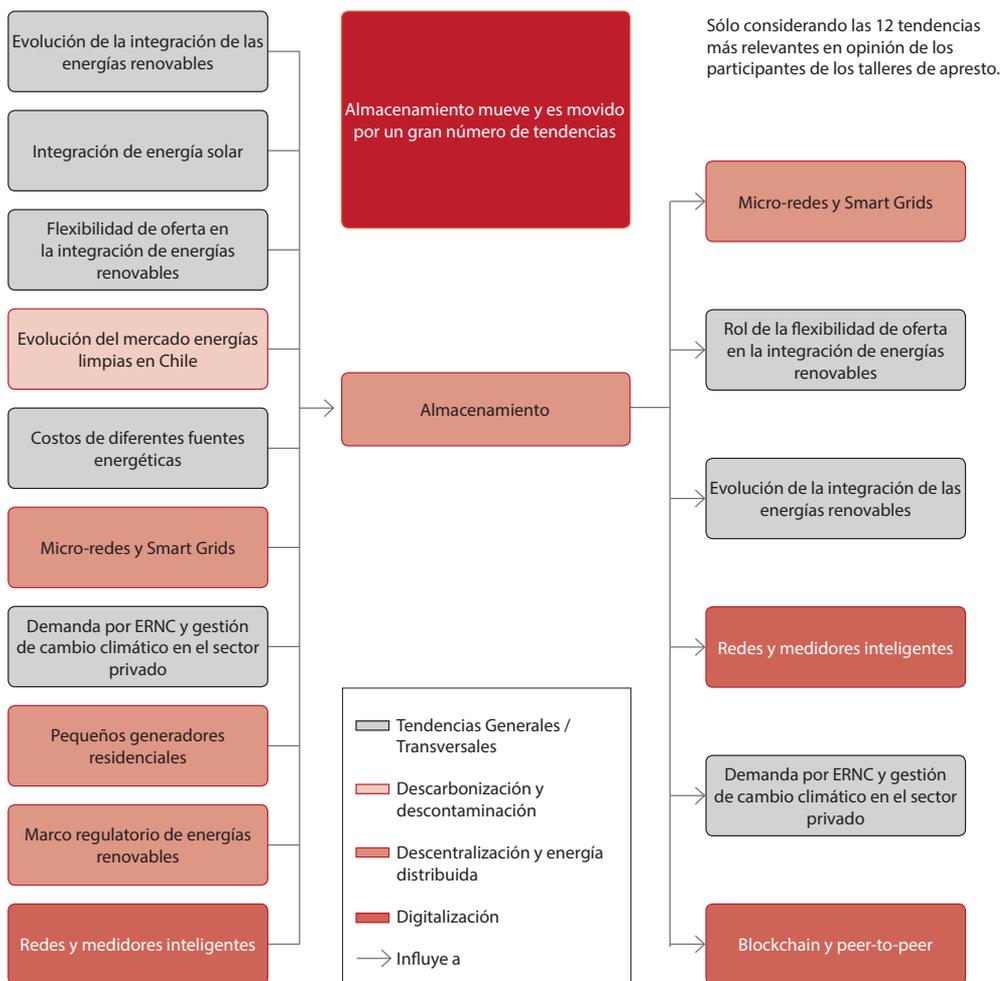
Para entender la probable evolución del sistema energético en el futuro, es necesario observar no solamente cada una de las tendencias en su propio mérito, sino también sus interrelaciones, en tanto aspectos de un sistema cada vez más complejo y con componentes densamente tejidos. Algunas de las tendencias se interrelacionan más con otras y, por lo tanto, pueden ser consideradas eslabones relevantes para el futuro del sector. Estos eslabones podrían favorecer a que las transformaciones ocurran con mayor velocidad.

Los participantes de los talleres de apresto consideraron especialmente relevantes las siguientes tendencias: Almacenamiento, Energía Solar, Nuevos Modelos de Negocio y Redes y Medidores Inteligentes.

El almacenamiento es considerado el aceite que puede hacer fluir la generación distribuida, la energía renovable variable, micro-redes urbanas y la integración de la electromovilidad. Puede proporcionar flexibilidad requerida en un sistema con creciente participación de energías renovables variables.

**El almacenamiento es considerado el aceite que puede hacer fluir la generación distribuida, la energía renovable variable, micro-redes urbanas y la integración de la electromovilidad.**

En el siguiente gráfico se despliegan estas interrelaciones de almacenamiento:



Al dar un impulso al almacenamiento, el sistema energético entero se puede mover en torno a varios de los aspectos destacados para ir transitando más rápidamente hacia el sistema energético del futuro.



# 03

## BRECHAS ENTRE EL AVANCE EN CHILE Y A NIVEL GLOBAL

### 3.1 BRECHAS EN TENDENCIAS

El ejercicio permitió detectar algunas brechas existentes entre lo que está ocurriendo en Chile y a nivel global respecto a las tendencias del Futuro de la Energía. Como paso siguiente cabría analizar cuáles de estas brechas son reflejo de las características propias del país en términos geográficos, climáticos, socioculturales y económicos, y cuáles responden más bien a una falta de atención de parte de actores públicos y privados.

Varias tendencias están recién iniciándose a nivel mundial. Tal es el caso de las micro-redes urbanas, tendencia todavía incipiente que tuvo sus primeros desarrollos en Estados Unidos y en Japón. Aquellas desarrolladas en Japón apuntaban, principalmente, a mejorar la calidad de la red para cargas críticas e incrementar la seguridad energética después del terremoto y el tsunami de 2011. Estados Unidos siguió el mismo camino, impulsado por la economía y la necesidad de resiliencia después de enfrentar amenazas terroristas y sufrir desastres naturales, como los huracanes Sandy en 2012 y Katrina en 2005.

Cada año se implementan nuevos proyectos. Actualmente Estados Unidos tiene el mercado más grande y dinámico, con 124 proyectos programados. La mayoría de los proyectos europeos tienen menos de 1 MW y se encuentran aún en fase piloto. A nivel internacional, hay más de 70 proyectos identificados como micro-redes completamente operativas, implementadas en un área urbana y con capacidad de isla.

**En países europeos, la energía distrital (atrasada en Chile) forma parte de la planificación de proyectos inmobiliarios e industriales urbanos, integrando una visión de economía circular y usando calor residual industrial, por un lado, y demanda residencial o de otros sectores, por el otro.**

El tema también está recién iniciándose en Chile, con un primer caso piloto de la comuna de Providencia al que se hacía antes mención, con dos clusters, cada uno de seis viviendas, con paneles solares y un sistema de almacenamiento.

Hay un rango muy amplio con respecto al despliegue de algunas tendencias en el mundo. Dos tendencias que caen en esta categoría son la movilidad eléctrica y la generación residencial.

A nivel internacional, la movilidad eléctrica tiene aún una baja participación, en torno al 1,1%, pero al igual que en el caso de los paneles solares, la proyección es de un aumento exponencial.

En el mercado actual de vehículos eléctricos hay 10 países que concentran el 95% de las ventas mundiales:

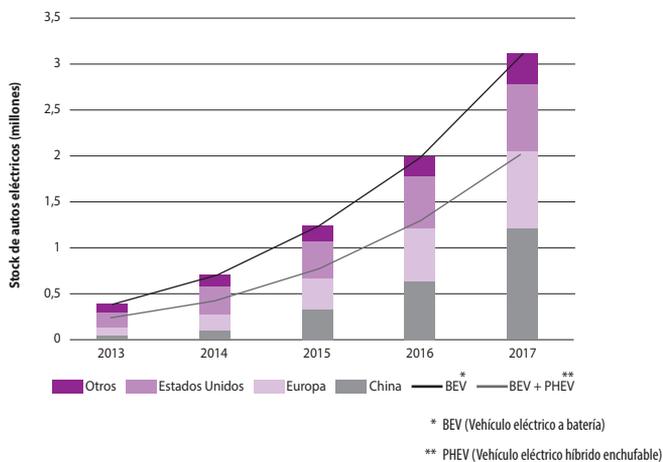
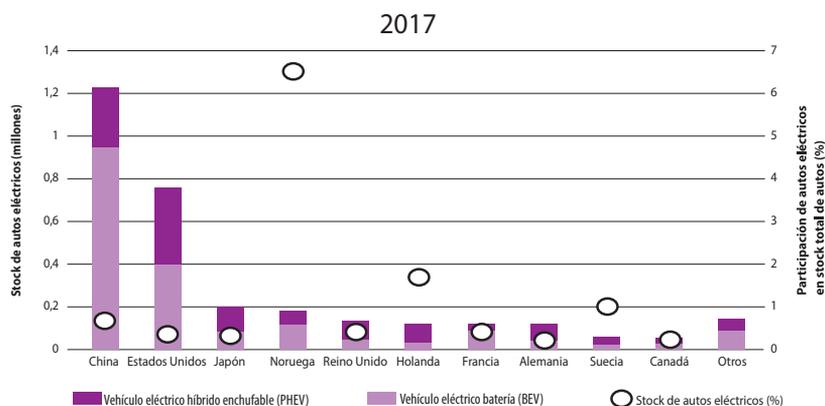


Fig. 9. Evolución del stock global de VE, 2010-17. Fuente: Global EV Outlook 2018. Two million and counting. IEA, 2018.



**Fig. 10.** Evolución del stock de VE en los diez países de mayor adopción de VE, 2017. Fuente: Global EV Outlook 2018. IEA, 2018.

Como se planteó anteriormente, en Chile la penetración es aún muy baja (algo más de 200 vehículos, con ventas que representan aproximadamente el 0,04% en el total del mercado).

En generación distribuida fotovoltaica también hay una gran dispersión, con países como Alemania liderando esta tendencia. En ese país en el año 2016 hubo 41,2GW de potencia instalada en paneles fotovoltaicos repartidos en 1,58 millones de plantas, con un promedio de 26kW por instalación. Esto significó el 5,9% de la generación alemana en 2016. Se puede suponer que más de la mitad de la potencia instalada se origina en plantas que caerían bajo la definición de generación residencial en Chile.<sup>35</sup> En Chile, en comparación, se cuenta con 0,013GW instalados en generación residencial.

La calefacción distrital es una de las tendencias en las que Chile está más atrasado. En un sistema de este tipo, se genera energía de manera centralizada, y luego el calor es repartido a través de un sistema de cañerías subterráneas. Los modelos de materialización de proyectos de energía distrital tienen numerosas formas, incluyendo propiedad privada, de los municipios, joint ventures público-privados, concesiones y cooperativas. A la fecha se identifican unos 12 estudios de prefactibilidad para la instalación de sistemas de calefacción distrital en distintas zonas del país. Estos se vienen desarrollando desde el año 2013, se basan en biomasa, y se concentran principalmente en Rancagua, Chillán, Temuco, Padre de las Casas y Coyhaique. De estos estudios, únicamente uno ha pasado a la fase de ingeniería de detalle, mientras que el resto no presenta mayores avances. En cuanto a proyectos en operación o en etapa de ejecución, se identifican cinco proyectos, en su mayoría desarrollados en los últimos años. En países europeos, la energía distrital ha formado parte de la planificación urbana en proyectos inmobiliarios e industriales, integrando una visión de economía circular y usando calor residual industrial, por un lado, y demanda residencial o de otros sectores, por el otro.

### 3.2. BRECHAS EN FACTORES DE CAMBIO

Las brechas entre Chile y otros países en cuanto a factores de cambio son aún más notorias y evidentes. La ausencia de estrategias claras, ambiciosas y sustentadas por recursos e instrumentos de gestión puede dificultar un avance rápido en lo relativo a las cinco megatendencias.

Algunos ejemplos:

- La Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de Chile en el marco del Acuerdo de París es basada en intensidad de emisiones –por unidad de PIB–, en lugar de implicar un compromiso de reducción de emisiones en términos absolutos y claramente cuantificados, como es el caso de los NDC de la mayoría de los países OCDE. Esto dificulta, por ejemplo, generar “carbon budgets”, con indicaciones claras para cada sector productivo respecto a cuánto debería reducir sus emisiones por años o períodos de años.

**La ausencia de estrategias claras, ambiciosas y sustentadas por recursos e instrumentos de gestión puede dificultar un avance rápido en lo relativo a las cinco megatendencias.**

<sup>35</sup> Photovoltaik Factsheet Deutschland 2016, <https://1-stromvergleich.com/strom-report/photovoltaik/>. No se diferencia en esta cifra de acuerdo al tamaño de las plantas. No se encontraron cifras nacionales sobre esto. Como ejemplo puede servir la Región de Baviera, la cual tiene la mayor potencia instalada: de los 11,4GW instalados, 7,3GW son de plantas de hasta 100kW. Energie-Atlas Bayern, EEG-Anlagen, 2016.

- Es aún incipiente la cantidad de ciudades y comunas de Chile que hacen activa gestión energética local, a diferencia de la tendencia mundial, de alto involucramiento a nivel local. Las ciudades juegan un rol cada vez más relevante en la transición energética hacia las energías limpias, ya sea con el objetivo de reducir sus emisiones de GEI, reducir la contaminación local o generar nuevos empleos. En 2014 las ciudades fueron responsables del 65% de la demanda energética mundial, enfrentando cada una de ellas distintos beneficios y oportunidades. El número de ciudades comprometidas con la transición energética 100% renovable, ya sea en consumo energético total o eléctrico, ha seguido creciendo en los últimos años. En Chile, el Programa Comuna Energética es una señal para generar estrategias y compromisos en este sentido. En la misma línea trabaja el Pacto de los Alcaldes, que fue lanzado en Chile en noviembre de 2017. El Pacto se relaciona en Chile directamente con la Red Chilena de Municipios ante el Cambio Climático, que integran 44 municipios.



## 04 | DESAFÍOS REGULATORIOS, CULTURALES, FINANCIEROS Y DE CAPITAL HUMANO

Las tablas siguientes sintetizan ideas aportadas por participantes de los cuatro talleres de apresto y del foro abierto sobre Futuro de la Energía. Los talleres se efectuaron el 3 y el 4 de mayo de 2018, y el foro, el 6 de junio de 2018.

Lo aquí recabado tiene relación con requerimientos regulatorios, desafíos de cambio cultural, desafíos financieros y desafíos de capital humano relacionados con las megatendencias Descarbonización y Descontaminación; Descentralización y Energía Distribuida, y Transformación Digital.

Las ideas fueron planteadas en forma individual o en grupos, por lo que no reflejan frecuencia de respuestas y tampoco implican necesariamente consensos. En algunas materias se observan incluso perspectivas contrapuestas planteadas por participantes diversos.

Quienes efectuaron aportes a las tablas tuvieron la oportunidad de conocer con anterioridad contenidos del documento base, "material vivo" que fue evolucionando en el tiempo precisamente en virtud de contribuciones que se fueron recibiendo. También conocieron presentaciones sobre el proceso de esta iniciativa y sobre contenidos que habían sido preliminarmente elaborados y analizados. Sin perjuicio de esto, quienes aportaron ideas para las tablas no son necesariamente expertos.

En la mayoría de los casos los aportes fueron editados para facilitar su comprensión o agrupados para evitar reiteraciones de la misma idea de fondo.

# DESCARBONIZACIÓN Y DESCONTAMINACIÓN

	ASPECTOS REGULATORIOS	DESAFÍOS DE CAMBIO CULTURAL	DESAFÍOS FINANCIEROS	DESAFÍOS DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO
<b>EVOLUCIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y ROL DE LA FLEXIBILIDAD DE OFERTA EN LA INTEGRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voluntad política y coraje para realizar cambios regulatorios que permitan flexibilidad.</li> <li>• Modernización hacia flexibilidad.</li> <li>• Modelos de despacho inteligentes.</li> <li>• Distribución brinda servicios de red.</li> <li>• Regulación de Servicios Complementarios (SS.C.), de forma de brindar oportunidades iguales a todas las tecnologías.</li> <li>• Ley de Distribución que recoja acceso a información y tarifas flexibles.</li> <li>• Fomentar Gestión de demanda y Almacenamiento.</li> <li>• Instrumentos de precio al carbono; "impuesto verde" mejorado y aumentado.</li> <li>• Ajuste a las normas de emisión de centrales termoeléctricas que permitan internalizar costos ambientales y sociales.</li> <li>• Interconexión internacional.</li> <li>• Transmisión "innovadora".</li> <li>• Transformar y/o cerrar centrales a carbón.</li> <li>• Retribuir la energía de respaldo que apoya y complementa generación variable.</li> <li>• Vincular con posible Ley de Cambio Climático.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derribar mitos de altos costos y baja complejidad.</li> <li>• Educación en cuanto a los costos/beneficios asociados a la integración de ER.</li> <li>• Incorporar un modelo flexible para adaptarse a las nuevas tendencias.</li> <li>• Evaluar nuevos modelos de generación.</li> <li>• Mirada a largo plazo.</li> <li>• Mayor acceso a información y mayor participación ciudadana.</li> <li>• Explicitar asimetrías de información y poder.</li> <li>• Usuarios informados que opten por energías renovables voluntariamente.</li> <li>• Diseñar y comunicar beneficios de la baja en CO<sub>2</sub> a nivel escolar, especialmente en educación pública.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a financiamiento estilo Project Finance para proyectos de pequeño y mediano tamaño.</li> <li>• Acceso a financiamiento de nuevas tecnologías en Chile, pero internacionalmente conocidas.</li> <li>• Conflicto de interés entre utilities (aquellas que no quieren innovar) y requerimientos de startups: desafíos para las energías renovables en términos de acceso al sistema.</li> <li>• Integración de energías renovables a los nuevos modelos de negocio: modelos de generación aislada y modelos de generación distribuida a pequeña o mediana escala.</li> <li>• Considerar vínculo con Estrategia de Financiamiento Verde, que está desarrollando Hacienda.</li> <li>• Nuevos modelos de negocios cooperativos.</li> <li>• Incentivos económicos para el cambio tecnológico: reducción de costos de tecnologías eléctricas; inversión en el Metro; reducción de inversión en infraestructura para transporte privado; incorporación de criterios de descarbonización en políticas e instrumentos financieros.</li> <li>• Mayor participación de inversionistas institucionales (largo plazo).</li> <li>• Huella de carbono incluida en negocio.</li> <li>• Potenciar el desarrollo de tecnologías renovables que puedan aportar a la flexibilidad del sistema, como la geotermia, CSP y otras (recursos locales).</li> <li>• Promover la participación de la banca nacional en el financiamiento de proyectos de propiedad de organizaciones sociales e indígenas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos especialistas en instalación, operación y mantenimiento, aprovechando know how de otras industrias como la minería.</li> <li>• I+D adaptada al contexto chileno.</li> <li>• Capacitación a comunidades locales.</li> <li>• Mejoramiento de capital humano en la banca para que las instituciones financieras puedan brindar mayor financiamiento a proyectos sustentables.</li> <li>• Capital humano avanzado en regiones.</li> <li>• Aterrizar know how técnico a industria y servicios (nuevos sectores asociados a ERNC).</li> <li>• Desarrollo de proveedores.</li> </ul>
<b>DEMANDA POR ERNC Y GESTIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR PRIVADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensión de políticas de cambio climático a todos los sectores.</li> <li>• Esquema de emisiones transables y offsets.</li> <li>• Destino de fondos de un eventual Sistema de Permisos de Emisión Transables a sectores vulnerables.</li> <li>• Marco regulatorio para elegir suministrador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conciencia a nivel individual de beneficios y de costos asociados a cambio climático.</li> <li>• Que los beneficios de las ERNC sean detectados por pequeñas y medianas industrias.</li> <li>• Necesidad de contar con compromiso de los grandes consumidores.</li> <li>• Mirada de riesgo/vulnerabilidad en conversación sobre cambio climático.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captura beneficios (diferenciación, mejores precios, sostenibilidad) por producción sustentable.</li> <li>• Mercados ambientales (mercado de carbono).</li> <li>• Acceso a subsidios.</li> <li>• Modelos de negocio idóneos para oferentes.</li> <li>• Huella de carbono incluida en negocio.</li> <li>• Incentivos económicos por mitigación de gases de efecto invernadero ("bono carbono").</li> <li>• Incentivos a la banca para financiar PMGD y generación distribuida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de la evolución de mercados internacionales.</li> <li>• Estructuración, nuevos productos e innovación asociada a ello.</li> <li>• Filosofía a futuro: "Pensar fuera de la caja".</li> <li>• Formar especialistas técnicos certificados en energía solar y almacenamiento.</li> <li>• Apoyar a comunidades en la transición de fuentes de trabajo tradicionales (termoeléctricas, por ejemplo) hacia otros rubros.</li> </ul>

<p><b>EFICIENCIA ENERGÉTICA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol del Estado como catalizador de eficiencia energética.</li> <li>• Regulación del mercado de la leña.</li> <li>• Ley de Eficiencia Energética (vivienda, transporte, industria).</li> <li>• Estándares mínimos para equipos.</li> <li>• Proyecto de Ley de Distribución.</li> <li>• Desacople de VAD — energía consumida.</li> <li>• Medir pobreza energética con estándares sociales, económicos, ambientales y de salud, para crear política pública.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La cultura energética parte por el uso eficiente de la energía &gt; asociado a la formación.</li> <li>• Comunicar masivamente los beneficios económicos.</li> <li>• Lograr entender la importancia de la eficiencia energética para la vida diaria (beneficios de tenerla y problemas asociados a no tenerla).</li> <li>• Se deben asociar los objetivos de eficiencia energética a resultados/metras concretas de productividad, competitividad y desarrollo sustentable.</li> <li>• Promover cultura de fomento a hogares limpios (sin leña).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos de fomento (créditos para proyectos de EE).</li> <li>• Capacitación a la banca sobre modelos de negocio asociados a EE.</li> <li>• Integrar a la banca internacional.</li> <li>• Incentivos económicos para adquirir equipos con eficiencia energética.</li> <li>• Financiamiento a calefacción distrital.</li> <li>• Abrir ACEE nuevamente a apoyar al sector industrial en diagnóstico y en asesoría en implementación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporación de educación energética en mallas curriculares de enseñanza parvularia, básica, media, institutos.</li> <li>• Atacar brechas de educación en pregrado y posgrado.</li> <li>• Formación sobre gestión de la sustentabilidad.</li> <li>• Nivelación de competencias: ingenieros eléctricos, mecánicos, constructores civiles y arquitectos.</li> </ul>
<p><b>EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CALEFACCIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de Ley de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.</li> <li>• Regulación a la leña húmeda</li> <li>• Integración con planes de descontaminación.</li> <li>• Marco regulatorio fortalecido para construcción sustentable.</li> <li>• Incluir redes distritales en el ordenamiento territorial comunal.</li> <li>• Eliminar o reducir los combustibles fósiles, incluso el gas y GNL. Reconvertir los accesorios.</li> <li>• Promover sustitución de leña por gas.</li> <li>• Etiquetado de emisiones en artefactos de calefacción residencial.</li> <li>• Regulación que habilita energía distrital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociar la EE con: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Salud</li> <li>- Calidad</li> <li>- Seguridad</li> <li>- Medioambiente</li> <li>- Cambio climático</li> </ul> </li> <li>• Rol comunicacional de los Ministerios y de los medios de comunicación.</li> <li>• Considerar el poder adquisitivo de quienes no pueden acceder a formas de calefacción alternativas a leña (tema de equidad).</li> <li>• Promoción de alternativas de calefacción más eficientes en ciudades contaminadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiamiento para aislación térmica en viviendas existentes.</li> <li>• Diseño de instrumentos financieros para inversión en construcción sustentable.</li> <li>• Cuantificación y consideración de costos en salud producto de la contaminación atmosférica.</li> <li>• Fondos para eficiencia energética.</li> <li>• Concentrar oferta de leña y biomasa a través de centros de logística y distribución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación financiera y de cambio climático.</li> <li>• Programas de capacitación en reemplazo de leña o leña certificada.</li> <li>• Formación de <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auditores</li> <li>- Gestores por edificios o industrias.</li> </ul> </li> <li>• Mayor uso de la evidencia científica en la toma de decisiones.</li> </ul>
<p><b>TRANSPORTE SUSTENTABLE (INCLUYE ELECTROMOVILIDAD)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar e implementar propuestas de Comisión de Desarrollo Urbano y de Comisión ProMovilidad Urbana.</li> <li>• Planes de descontaminación como driver para generar transporte sustentable.</li> <li>• Planificación urbana.</li> <li>• Criterios de descarbonización en licitaciones de transporte público.</li> <li>• Desincentivo al uso de combustibles, y corregir distorsión tributaria que incentiva uso del diésel.</li> <li>• Desincentivo de transporte particular</li> <li>• Institucional: Rol coordinador integral de iniciativas en transporte hoy son muy aisladas. Necesidad de una entidad coordinadora).</li> <li>• Autos eléctricos no resuelven el problema de la congestión: promover transporte público y medios activos (caminar y bicicleta).</li> <li>• Generar espacios a tecnologías de baja emisión en transporte público.</li> <li>• Transporte sustentable = no + diésel. Si a biocombustibles, gas y electricidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que ciudadanos implementen gestión energética ambiental a nivel individual, familiar y comunitario.</li> <li>• Confinanza o incentivo a compartir (automóviles).</li> <li>• Flexibilidad de horarios de trabajo y posibilidad de home office, para evitar transporte innecesario.</li> <li>• Conceptos de urbanismo integral.</li> <li>• Pensar el transporte de forma más colectiva.</li> <li>• Continuar fomentando uso de transporte público y bicicleta.</li> <li>• Educación a usuarios (desincentivar el uso de transporte particular).</li> <li>• Trabajo intersectorial para impulsar un cambio cultural hacia movilidad sustentable en base a los cobeneficios: ahorro de energía, baja la congestión, baja la contaminación, beneficios de salud, beneficios para la economía local y baja el uso de combustibles.</li> <li>• Informar desde el Estado los efectos nocivos del uso del diésel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuar con inversión en Metro y tranvías eléctricos en zonas urbanas fuera de Santiago.</li> <li>• Reducir inversión en infraestructura para transporte privado</li> <li>• Política fiscal urbana.</li> <li>• Inversión en transporte público (dignificarlo).</li> <li>• Reducción del costo de tecnologías eléctricas.</li> <li>• Coworking / carpooling.</li> <li>• Incentivos financieros para el cambio tecnológico.</li> <li>• Incorporación de criterios de descarbonización en las políticas e instrumentos financieros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación y capacitación a autoridades acerca de políticas que afectan el territorio.</li> <li>• Electromovilidad en educación (formación de mecánicos, técnicos y especialistas en institutos).</li> </ul>

# DESCENTRALIZACIÓN Y ENERGÍA DISTRIBUIDA

	ASPECTOS REGULATORIOS	DESAFÍOS DE CAMBIO CULTURAL	DESAFÍOS FINANCIEROS	DESAFÍOS DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO
<b>PEQUEÑOS GENERADORES RESIDENCIALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Distribución.</li> <li>• Acceso y trámites simplificados a redes</li> <li>• Que el proceso deje de depender de la distribuidora y se abran las redes para la comercialización.</li> <li>• Ajustes en modelos de tarificación.</li> <li>• Normativa construcción / ordenanzas.</li> <li>• Ley de netbilling &gt; diferencia de opinión en cuanto a necesidad de ajustes:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar el límite a 500 kW vs los 100 kW existentes.</li> <li>- Lógica de autoconsumo en vez de tamaño definido.</li> <li>- No limitar la inyección.</li> <li>- Netbilling BTI &gt; 1:1 pago.</li> <li>- Manejo de residuos (Ley REP).</li> </ul> </li> <li>• Desafío en regulación sobre cómo pagar las redes para evitar "la espiral de la muerte" (fuga de los que pueden pagar paneles y salir del sistema, versus los que no tienen alternativas).</li> <li>• Permitir a los PMGD operar en islas en condiciones de emergencia (cambios en la norma técnica NTCO).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran desconfianza por falta de conocimiento.</li> <li>• Educación energética para la sociedad en general, y focalizada en qué es la generación distribuida.</li> <li>• Sensibilización respecto a equipos certificados y seguridad: muchas veces la gente invierte en equipos de mala calidad no certificados por la SEC.</li> <li>• Empoderamiento de pequeños generadores.</li> <li>• Aprovechar comunidad.</li> <li>• Consumo colaborativo, según conocimientos y lo que cada uno quiere/puede aportar.</li> <li>• Valor transversal: Solidaridad energética &gt; Hay una necesidad de reciprocidad. Como generamos de manera que ganemos todos.</li> <li>• Uso de plataformas de agregación de demanda.</li> <li>• Generar instancias de capacitación y empoderamiento a nivel regional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor acceso a deuda (altos costos de transacción de la banca hacen que sea difícil acceder a ella).</li> <li>• Hay desafíos de educación para las instituciones financieras sobre las diferencias entre los negocios eléctricos de gran envergadura, frente a este tipo de generación.</li> <li>• Faltan incentivos regionales al desarrollo de proyectos de ERNC en zonas rurales con gran potencial, que hoy no saben cómo aprovecharlo.</li> <li>• Monetizar aspectos medioambientales / calidad a través de comercializador / empresas de energía residencial.</li> <li>• Más recurso financiero en el uso de los PMGD.</li> <li>• Necesidad de reconocer el aporte de inyecciones de la generación distribuida.</li> <li>• Sin pago de excedentes de energía, retribución monetaria no es segura y crea un riesgo importante en la rentabilidad. Eso afectaría fuertemente el financiamiento de este tipo de proyectos</li> <li>• Crear una empresa local que se encargue del mantenimiento del equipo y que sea pagada por los socios participantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatización de mantenimiento y operación hace que no sea tan necesario mano de obra (además, es muy fácil de mantener), pero sí capacitar en automatización y manejo de datos.</li> <li>• Atracción y retención de talentos a nivel regional.</li> <li>• Educación a nivel de sociedad, del usuario y de los expertos.</li> <li>• Transferencia de conocimiento a todo nivel.</li> </ul>
<b>MICRO-REDES Y SMART GRIDS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Distribución: Regular / permitir venta/compra de energía entre generadores pequeños.</li> <li>• Regulación de acceso a la información.</li> <li>• Tarificación en pos de eficiencia energética.</li> <li>• Institucional: ¿Quién asume liderazgo?</li> <li>• Incentivos locales (Municipal).</li> <li>• Libertad para autoconsumo y creación de mini redes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuar en comunidad aún es algo poco adaptado (cultura más bien individual).</li> <li>• Participación ciudadana.</li> <li>• Aproximación tecnológica alineada a las culturas indígenas desde el diseño de los proyectos.</li> <li>• Alfabetización digital.</li> <li>• Evitar exclusión digital.</li> <li>• Dejar de ver la energía como meros kWh y ver más sus atributos como energías renovables y beneficios sociales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financiamiento público, estatal, para pilotos.</li> <li>• Abrir el acceso a las redes de distribución para permitir la comercialización de la energía, y de esta manera viabilizar el negocio.</li> <li>• Asegurar posibilidad de comercialización</li> <li>• Costo: Quién paga la integración al sistema y a estas nuevas redes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta capital humano.</li> <li>• Aprovechar pilotos y primeras experiencias para la formación de capital humano / transparencia y acceso a información de pilotos.</li> <li>• Transferencia de conocimientos.</li> <li>• Atracción y retención de talentos.</li> <li>• Diplomados, cursos integrados entre informáticos y expertos del sector.</li> <li>• Capacitación para zonas aisladas.</li> </ul>

<b>ALMACENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de la Ley de Distribución en tres áreas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esquema tarifario adecuado para promover almacenamiento.</li> <li>- Reglamento para servicios complementarios.</li> <li>- Regulación de comercialización de energía.</li> </ul> </li> <li>• Habilitar tarifas TOU (time of use)</li> <li>• Reconocimiento de almacenamiento como activo multiservicio.</li> <li>• Definición de naturaleza e incorporación en legislación de figura de comercializador.</li> <li>• Manejo de residuos (¿aplicación REP?)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar bien el problema / la oportunidad de la introducción de almacenamiento.</li> <li>• Desarrollo local. Chile no es igual y cada sector tiene potencialidades distintas. (Entender y aprovechar esos distintos potenciales para lograr un desarrollo óptimo).</li> <li>• Cultura colaborativa (cómo ganamos ambos v/s cómo competimos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de inversión &gt; esquemas de financiamiento para pilotos (confinanciamientos).</li> <li>• Para asegurar aprendizaje ahora.</li> <li>• Inversión, desarrollo y explotación del potencial local en formas de almacenamiento.</li> <li>• Modelos de negocios asociativos.</li> <li>• Fondos regionales de inversión energética asociativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convenios con universidades e instituciones.</li> <li>• Generar experiencias peer to peer y transferir experiencias</li> <li>• Pilotos de implementación e involucrar universidades y Centros de Formación Técnica.</li> <li>• Transferencia de conocimiento desde otros países.</li> </ul>
<b>INVERSIÓN ASOCIATIVA LOCAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la generación de ecosistemas de desarrollo energéticos territoriales: crear en cada región una forma de producir energía con propuestas, implementación y formación de capital humano pertinente a cada realidad.</li> <li>• Cambio en la Ley Municipal para permitir la participación en los negocios energéticos.</li> <li>• Pasar de políticas a normativas concretas que faciliten la generación de modelos por la vía asociativa.</li> <li>• Municipios como articuladores de agregación de demanda.</li> <li>• Third party ownership (TPO) en proyectos de generación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación energética para la sociedad en general, y focalizada en las comunidades y sus potenciales.</li> <li>• Valor transversal: Solidaridad energética &gt; Hay una necesidad de reciprocidad. Cómo generamos de manera que ganemos todos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos de financiamiento (subsídios y fondos), para proyectos de asociatividad energética local y difusión de ellos.</li> <li>• Fomento de modelos asociativos (ejemplo: "cooperativas energéticas" por medio de CORFO).</li> <li>• Fortalecer programas locales (Comuna Energética).</li> <li>• Iniciativas de inversión social de las empresas en favor de organizaciones sociales.</li> <li>• Modificación a ley presupuestaria de edificios públicos que permita reinvertir el ahorro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender haciendo: el desafío no es hacer diplomados o cursos técnicos, sino prácticas.</li> <li>• Aprendizajes en pilotos y transferencia de conocimiento.</li> <li>• Fomento a la conformación de cooperativas de productores de leña y biomasa.</li> </ul>
<b>TRANSMISIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ley actualmente separa los tres negocios: generación, transmisión y distribución, pero en el mundo las empresas están integrando los tres segmentos.</li> <li>• Integrar en los criterios de licitación, variables ambientales y sociales más amigables con la comunidad (que sean ponderados como parte de la calidad de un proyecto).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derribar el mito de que las ERNC no necesitan de transmisión y distribución.</li> </ul>		

# TRANSFORMACIÓN DIGITAL

	ASPECTOS REGULATORIOS	DESAFÍOS CAMBIO CULTURAL	DESAFÍOS FINANCIEROS	DESAFÍOS DE FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO
<b>NUEVOS MODELOS DE NEGOCIOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio Ley de Distribución:               <ul style="list-style-type: none"> <li>* Hoy existe un monopolio de distribuidoras. Generar marcos más flexibles que permitan nuevos entrantes.</li> <li>* No hay flexibilidad ni formas de transar energía o electricidad entre vecinos.</li> </ul> </li> <li>Asegurar la interoperabilidad: que las plataformas sean utilizables por distintos actores.</li> <li>Favorecer la competencia, y evitar la integración vertical de negocios en el ámbito energético.</li> <li>Marcos más flexibles que permitan nuevos entrantes. Que convivan los incumbentes con nuevos actores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevas ofertas de valor a partir de tecnología ubicua.</li> <li>Transparencia de los datos de la industria. Modelos de negocios no basados en el secreto de la tecnología, sino en la propuesta de valor asociada a la tecnología.</li> <li>Entender digitalización ≠ automatización.</li> <li>Apropiación y adopción tecnológica.</li> <li>Discusión menos técnica.</li> <li>Nuevos modelos de negocio directos: empresas + asociaciones residenciales como JYW. (Ejemplo: arriendo de techos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empujón para gatillar el driver de negocios que convierte un gasto en una inversión.</li> <li>Instrumentos de financiamiento focalizados.</li> <li>Capital de riesgo más extendido.</li> <li>Estructuras de pago flexibles, digitales. Bitcoin y otros (no sólo Transbank).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Digitalización ≠ automatización: no son lo mismo. (Uber, Airbnb).</li> <li>Digitalización es repensar el negocio para hacerlo más competitivo, no sólo hacer algo automático.</li> <li>Formación técnica y sociotécnica.</li> <li>Formación complementaria de profesionales existentes. Sociólogos, psicólogos sociales, diseñadores, abogados, etc., incorporados en las discusiones para entender más ampliamente la relación de la sociedad con la tecnología.</li> <li>Focos de formación en capital avanzado en áreas afines y modelos de negocio científicotecnológicos.</li> <li>Redefinir al Project Manager con la tendencia digital.</li> <li>Desarrollar más carreras afines con los Project Manager.</li> </ul>
<b>ANÁLISIS Y GESTIÓN DE BIG DATA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Privacidad y ciberseguridad: Ley de protección de datos.</li> <li>¿De quién son los datos?</li> <li>¿Dónde aljar datos?</li> <li>¿Qué datos?</li> <li>¿Cómo?</li> <li>Organización gubernamental debe definir qué hacer con los datos.</li> <li>Neutralidad tecnológica (regular pensando en principios, no en tecnologías).</li> <li>Sistema interoperable (evitar lockin tecnológico). No casarse con una tecnología.</li> <li>Pensar global.</li> <li>Open data: ¡abrir acceso!</li> <li>Distinguir qué regulación pública se requiere y qué puede ser materia de regulación privada. La lógica es distinta.</li> <li>Permitir a los clientes que accedan a leer los registros de energía de los medidores inteligentes que ponen las distribuidoras.</li> <li>Big data, incluyendo información de estudios y declaración de impacto ambiental para toma de decisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concientización y comunicación para que se entiendan a nivel social:               <ul style="list-style-type: none"> <li>* Beneficios</li> <li>* Riesgos (Black box) y cómo enfrentarlos</li> </ul> </li> <li>Calidad de la data: lo crucial, base de todo lo demás.</li> <li>Intencionar el tipo de data que esta industria requiere y educar para que se recabe.</li> <li>Diversidad de la data, que permita sacar conclusiones que interesan.</li> <li>Utilidad de la data (asesorar para evitar data shame y así posibilitar que la información se comparta).</li> <li>Desmitificar / democratizar el uso de la data: que existan opciones de algoritmos.</li> <li>Reconocer importancia de data a nivel empresa y gobierno.</li> <li>Capactación ciudadana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fondos de capital de riesgo.</li> <li>Rol del Estado como habilitador y facilitador inicial, por tratarse de una industria de alta incertidumbre y alto impacto. ¿Hasta dónde debe subsidiar? ¿Hasta dónde forzar inversiones de empresas del rubro?</li> <li>Certezas en estado de derecho: certidumbre regulatoria/jurídica para incentivar inversiones privadas.</li> <li>Transparencia de costos de nuevas tecnologías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capital humano avanzado. Falta especialistas en data science e inteligencia artificial.</li> <li>Incentivar PHD al respecto, y hacer atractivo el regreso de chilenos especializados fuera.</li> <li>Fomentar inmigración estratégica, de personas con know how para estos desafíos.</li> <li>Fomentar reconversión de personas que desempeñan roles que dejarán de ser necesarios.</li> <li>Cuidar multidisciplinariedad y trabajo integrado entre industrias.</li> </ul>

<p><b>REDES Y MEDIDORES INTELIGENTES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedad y disponibilidad de información de medidores inteligentes.</li> <li>Necesario definir apertura v/s confidencialidad.</li> <li>Definición de qué servicios eléctricos son monopolio v/s libre mercado.</li> <li>Ley de Distribución.</li> <li>Acceso a información de clientes.</li> <li>Protección de privacidad.</li> <li>Propiedad de la data.</li> <li>Ley de seguridad de datos privados.</li> <li>Ley de propiedad de equipos.</li> <li>Incentivos por la vía legal que promuevan el uso de medidores inteligentes.</li> <li>Homologación de datos: hay equipos distintos en que los datos no necesariamente conversan. (Se recomendó considerar el caso de Bélgica, país que decidió no instalar medidores inteligentes. La conveniencia de su instalación dependería de particularidades de cada país o mercado).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización efectiva de medidores inteligentes</li> <li>Cambios en patrones de consumo (ejemplo: usar lavadora eléctrica en horarios no peak).</li> <li>Confianza en entrega de data.</li> <li>Emprendimiento como un factor de cambio: hay espacio para creación de valor e innovación. Ver la importancia de contar con información de consumos energéticos.</li> <li>Importancia de contar con datos para gestionar los flujos energéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Claridad de esquema de remuneración de redes: ¿Qué es monopolio? ¿Qué es libre mercado?</li> <li>Estabilidad en los ingresos / costos.</li> <li>Alocación correcta de los costos en el generador, distribuidor, consumidor, incumbentes y nuevos entrantes.</li> <li>Incentivos económicos que promuevan la instalación de medidores inteligentes.</li> <li>Fondos para proyectos de investigación aplicada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capital humano para "usar" la data (inteligencia artificial, programación, Big Data).</li> <li>Medidores (educación superior) <ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de docentes.</li> <li>Laboratorios y equipos para formación práctica.</li> <li>Formación a usuarios.</li> <li>Formación a técnicos nuevos.</li> <li>Formación a personal de oficio (contratistas).</li> <li>Competencias blandas.</li> </ul> </li> <li>Redes (educación superior) <ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de técnicos e ingenieros.</li> <li>Desarrollo de ambientes de aprendizaje (laboratorios; simuladores).</li> <li>Becas para formación de profesionales en el ámbito.</li> <li>Competencias blandas (pensamiento crítico, trabajo en equipo).</li> </ul> </li> <li>Educación secundaria <ul style="list-style-type: none"> <li>Ambientes de aprendizaje.</li> <li>Conceptos fundamentales de eficiencia energética.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>BLOCKCHAIN Y PLATAFORMAS PEER TO PEER</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulación de criptomonedas.</li> <li>Transacciones y contratos.</li> <li>Cambiar Ley de Distribución.</li> <li>Ciberseguridad (establecer estándares de seguridad).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptación a nuevos modelos de negocios.</li> <li>Comprensión general de la tecnología y sus beneficios (posibilidades v/s riesgos).</li> <li>Cambio de proceso lineal y centralizado a procesos sin intermediación y descentralizados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perfil del consumidor enfocado en sus decisiones.</li> <li>¿Cómo financiar el cambio rompiendo el monopolio de los intermediarios?</li> <li>Banca y resistencia al blockchain: en algún momento, si un usuario se cambia, debe existir una forma de monetización del paso de la banca a blockchain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de profesionales de alto nivel: cómo utilizar la data que se está generando y cómo eso es un factor de cambio en la industria.</li> <li>Crear un "marco de cualificaciones" para profesionales y técnicos: ¿cuáles serán los perfiles que la industria requerirá en el futuro?</li> </ul>
<p><b>PLATAFORMAS INTERACTIVAS Y PARTICIPATIVAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resguardo de datos privados.</li> <li>Resguardo de derechos de consumidores.</li> <li>Regulación que garantice el acceso al servicio.</li> <li>Regular con criterios de equidad como se avanza en cobertura y acceso por parte de la población en un contexto de desigualdad.</li> <li>Regular sobre los "delitos energéticos" (hackeo de medidores inteligentes o a cuentas particulares).</li> <li>Regulación por fallas de plataformas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tres niveles desde los que se pueden percibir las plataformas interactivas: <ol style="list-style-type: none"> <li>Usuario</li> <li>Mini productor</li> <li>Ciudadano (que intenta influir desde la gobernanza y el poder)</li> </ol> </li> <li>Focalizar programas de alfabetización digital.</li> <li>Considerar a usuarios desde el inicio.</li> <li>Desconfianza a transacciones por internet desde una parte de la sociedad.</li> <li>Alfabetización en autocuidado de datos</li> <li>Ética digital (fake news, Big Data).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Financiamiento para actores o iniciativas de la sociedad civil (ONG e institucionalidad para control social).</li> <li>Los entes asociados a los nuevos modelos de negocio tienen interés en desarrollar este tipo de plataformas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Educación técnica en programación.</li> <li>Educación cívica y técnica: hay que empoderar a la sociedad.</li> </ul>



# 05

## LOS ACTORES DEL FUTURO ENERGÉTICO

Observados de manera panorámica, los contenidos relacionados con los distintos factores de cambio y las diferentes tendencias del Futuro de la Energía permiten formarse una idea respecto a los actores de ese futuro.

Entre tales actores destacan los ciudadanos “prosumidores”, los actores de nuevos y renovados negocios, y actores del sector público de ámbitos y servicios más diversos que los históricamente relacionados con energía.

Cada uno de ellos tendrá a su alcance oportunidades y enfrentará desafíos sintéticamente reseñados en los siguientes diagramas.

Otros actores, tales como las organizaciones de sociedad civil y el sector académico, ciertamente también forman parte relevante de este futuro energético, pudiendo apoyar a la ciudadanía, al sector privado y al sector público a asumir sus nuevos roles.





# 06 | MIRANDO HACIA ADELANTE

La evidencia sobre las tendencias específicas es concluyente en cuanto a la dirección de las “cinco Ds”. Disminuirán los niveles de intensidad de emisiones de carbono y de contaminantes locales, aumentarán los niveles de descentralización y la energía distribuida, y avanzará la digitalización.

En muchos países del grupo de la OCDE, la velocidad del cambio en algunos aspectos ha sido y seguirá siendo enorme. Sin embargo, en Chile la fuerza y la velocidad de la evolución de las tendencias enfrentan un alto grado de incertidumbre. El despliegue de la gran mayoría de los aspectos está en su fase inicial.

Los factores de cambio analizados, por su parte, no constituyen un apoyo suficiente en Chile para proporcionar mayor certidumbre sobre el futuro. Los actores del sector perciben que las políticas de descarbonización, los planes de mitigación y la contribución nacional al Acuerdo de París no han tenido un impacto significativo en las tendencias en el sector energía en Chile. Lo mismo pasa con las estrategias energéticas locales y la agenda digital.

Está por verse si esto podría cambiar en el futuro.

Las tendencias pueden ser consideradas una oportunidad para un desarrollo sustentable futuro del país, en términos sociales, ambientales y económicos. Son enormes las posibilidades que implican para la generación de nuevos negocios y para favorecer una ciudadanía activa, menor conflicto social, menor contaminación y mayor calidad de vida. En este sentido, adoptar una estrategia pasiva, consistente meramente en dejar que las diferentes tendencias se desplieguen (o no), no parece ser la que mayor beneficio traerá al desarrollo del país.

Más allá de detectar la conveniencia de contar y desarrollar estrategias y políticas que apunten a fortalecer las tendencias, el trabajo realizado permitió identificar una serie de aspectos regulatorios, culturales, financieros y de capital humano habilitadores de las megatendencias. Entre los desafíos regulatorios mencionados, con especial fuerza se encuentran los siguientes.

Cuerpo regulatorio	Relación con Ruta Energética
Ley de Distribución Eléctrica	Incluida
Modificación de la Ley de Orgánica de la SEC	Incluida
Regulación de Servicios Complementarios (SS.CC.)	No incluida explícitamente
Incorporación en legislación de figura de comercializador	No incluida explícitamente
Ley de Cambio Climático	Incluida en Programa de Gobierno 2018-2022
Ley de Eficiencia Energética	Incluida
Instrumentos de precio al carbono	Incluido, pero no como tema regulatorio
Marco regulatorio de construcción sustentable	No incluido
Integración de variables ambientales y sociales en criterios de licitación de transmisión	No incluido explícitamente

La relación entre algunas tendencias generales y la evolución del sector energético no siempre es obvia, y este trabajo ayudó a identificar tales vínculos.

---

**Las tendencias pueden ser consideradas una oportunidad para un desarrollo sustentable futuro del país. Son enormes las posibilidades que implican para la generación de nuevos negocios y para favorecer una ciudadanía activa, menor conflicto social, menor contaminación y mayor calidad de vida.**

---

Por ejemplo, es de gran relevancia comprender lo que implica el alto nivel de inequidad del país para el sector energía. Esto obliga a mirar más allá de la mera necesidad de acceso a energía en forma de electrificación rural, y avanzar con urgencia en la elaboración de los mapas de vulnerabilidad energética en las diferentes zonas de Chile, tal como lo propone la Ruta Energética del Gobierno. Asimismo, a pesar de tratarse de una materia menos discutida a nivel general, es importante tener a la vista que el desarrollo de energías sustentables puede perder fuerte impulso por la salida de Chile de la lista de países aptos para recibir ayuda financiera no reembolsable de

parte de la gran mayoría de programas y fondos multilaterales y bilaterales.

Dadas las interrelaciones con otras tendencias y su rol de bisagra para el sistema energético futuro, será importante poner especial atención en almacenamiento, energía solar y nuevos modelos de negocio. Para estas materias se deben analizar en mayor detalle los desafíos regulatorios, financieros, culturales y de creación de capacidades que traen consigo. En el caso del almacenamiento, por ejemplo, es crucial avanzar en la Ley de Distribución y desarrollar programas piloto que fomenten experiencias de almacenamiento a nivel de distribución. Adicionalmente, es relevante analizar el rol de almacenamiento en el sistema energético y la remuneración de servicios complementarios.

Cabe tener presente, por otra parte, que será cada vez más difícil trazar una planificación detallada para el desarrollo del sector, dada la velocidad de los cambios de las tecnologías específicas. Por esto es relevante fomentar las megatendencias, y apoyar decidida y rápidamente las oportunidades que se abren en el camino en cuanto a diferentes y nuevas tecnologías.

En el foro que se desarrolló en el marco de esta iniciativa, algunos actores destacados fueron invitados a compartir sus visiones sobre el futuro del sector. Estas visiones apuntaron a fortalecer las distintas megatendencias, aumentando significativamente los niveles de descentralización, de participación de la ciudadanía en materias energéticas, de descarbonización y de digitalización. Las visiones, además, asumieron como necesario que se realicen intervenciones decididas de política pública.

# ANEXO: INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE EL PROCESO

La iniciativa Futuro de la Energía, de Escenarios Energéticos, contempla diversas instancias de diálogo informado, difusión de información y recopilación de perspectivas.

El presente informe sintético corresponde al punto cuatro del diagrama. Pasos siguientes tendrán relación con el esfuerzo por aportar el resultado del análisis a las labores de actualización de la Política Energética 2050 y al desarrollo de otras políticas públicas relacionados.



Lo ya realizado, en cuanto a los puntos 1, 2 y 3, se reseña a continuación.

## 1. DOCUMENTO BASE

Material vivo de trabajo, consistente en la recopilación de la información disponible en el país respecto a las tendencias transversales, los factores de cambio y las tendencias específicas que dan forma al Futuro de la Energía en Chile. Incluye referencias internacionales sobre las mismas materias, para poner la información en perspectiva. Consiste en una presentación sintética de información, como base para una discusión intersectorial informada y como insumo para el análisis.

La editora general del documento base fue Nicola Borregaard, de EBP Chile.

El capítulo sobre Descarbonización y Descontaminación estuvo a cargo de Rodrigo Palma, Carlos Benavides y Guillermo Jiménez, del Centro de Energía de la Universidad de Chile. El capítulo sobre Descentralización y Generación Distribuida fue desarrollado por Nicola Borregaard, con insumo de Cristián de la Cerda, también de EBP Chile. El capítulo sobre Digitalización estuvo a cargo de Luis Valenzuela, John Treimun y Danisa Moya, del Centro de Inteligencia Territorial de la Universidad Adolfo Ibáñez (UAI); de Daniela Martínez, de Quintanilla & Busel Niedmann, y de Carlos Silva, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la UAI. Patricio Bofill, candidato a Magister en sustentabilidad e innovación social de la Universidad HEC París, aportó insumos de experiencias Internacionales y otras informaciones internacionales.

El documento base está disponible en [www.escenariosenergeticos.cl](http://www.escenariosenergeticos.cl).

## 2. TALLERES DE APRESTO

Cuatro talleres de trabajo, cada uno de cuatro horas de duración, desarrollados en la mañana y en la tarde de los días 3 y el 4 de mayo de 2018 como parte de la iniciativa Futuro de la Energía en Chile.

Con anterioridad a los talleres, se compartió con sus participantes una versión preliminar del documento base, a fin de facilitar que en las sesiones tuviera lugar una discusión lo más informada posible. Esto, buscando que los talleres fueran útiles para ajustar y complementar contenidos como parte del proceso orientado a delinear, en forma participativa e intersectorial, el Futuro de la Energía en Chile a partir de los factores de cambio y las tendencias que lo impulsan.

En los talleres se puso especial énfasis en conocer las prioridades que, en opinión de los participantes, tienen los diversos elementos que dan forma a ese futuro; comprender las interrelaciones que, en opinión de ellos,

tienen las tendencias específicas priorizadas, y conocer sus perspectivas en cuanto a desafíos que estas tendencias abren para Chile en materias regulatorias, de cambio cultural, financieras y de capital humano. Sus respuestas sobre estos desafíos están incluidas en las tablas incorporadas previamente en este informe.

Adicionalmente, a un subgrupo de participantes de los talleres, expertos del sector energía, se pidió asignar niveles de certidumbre/incertidumbre a las tendencias analizadas.

Se incluye a continuación el listado de participantes de los talleres, y luego collages con fotografías de los mismos.

Nombre	Apellido	Institución	Taller
Eric	Ahumada	Transec	4
Javiera	Aldunate	WEC-Chile	3
María Eliana	Arntz	Casa de la Paz	3
Nicolás	Azócar	Municipalidad de Renca	2
Carlos	Benavides	Universidad de Chile	1
Philipp	Bezler	Siemens	2
Nicola	Borregaard	EBP Chile (equipo organizador)	Todos
Javier	Bustos	Ministerio de Energía	3
Juan Andrés	Camus	Valhalla	3
José Luis	Carvallo	Solarity	1
Jorge	Cisterna	CONADECUS	2
Santiago	Concha	Transec	3
Carlos	Cortés	AGN	4
Fernando	Coz	Fundación Chile	1
Xaviera	De la Vega	Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo	2
Michel	De Laire	WSP en Latinoamérica	2
Guillermo	Espinoza	Centro de Estudios del Desarrollo	4
Sebastián	Espinoza	Valhalla	3
Marcos	Falcone	Colbún	4
Carlos	Finat	ACERA	1
Rossana	Gaete	Ministerio de Energía	2
Sebastián	Garín	EBP Chile	3
Mónica	Gazmuri	ANESCO	3
Marlen	Göerner	GIZ	1
Marco	Henríquez	EBP Chile (equipo organizador)	Todos
Fernando	Hentzschel	CORFO	4
Cristián	Hermansen	Colegio de Ingenieros	2
Marina	Hermosilla	Líderes Empresariales contra el Cambio Climático (CLG-Chile)	4
Victoria	Hurtado	Microsystem	2

Gustavo	Labbé	Valor Minero	4
Diego	Lizana	Agencia de Eficiencia Energética	4
Diego	Luna	Fundación Futuro Latinoamericano (equipo organizador)	Todos
Santiago	Marín	DUOC	4
Ignacio	Medina	Consultor	3
Horacio	Melo	Solarity	1
Rubén	Méndez	EGEA	2
Darío	Morales	ACERA	2
Danisa	Moya	Universidad Adolfo Ibáñez	3
Gerardo	Muñoz	Metrogas	2
Ian	Nelson	Energía Llama	3
David	Noé	Transec	2
Alejandro	Pantoja	Doixt	2
Andrés	Pesce	Fundación Chile	3
Mariana	Portela	CISCO	1
James	Robinson	Regenerativa	4
Andrés	Romero	Valgesta Energía	2
Andrea	Rudnick	Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2	3
Hugh	Rudnick	Systep	2
Juan Pablo	Schaeffer	Colbún	1
Carlos	Silva	Universidad Adolfo Ibáñez	1
Mariana	Soto	AES Gener	3
Evelyn	Stevens	Consultora	2
Carlos	Suazo	Asesor Ministerio Energía	3
Demián	Talavera	Engie	1
Paula	Tassara	WWF-Chile	2
Esteban	Tohá	Ministerio de Energía	1
Valeria	Torres	CEPAL	2
John	Treimun	Universidad Adolfo Ibáñez	3
Lode	Verdeyen	Engie Factory	4
Heinrich	Von Baer	Fundación Chile Descentralizado y Desarrollado	2
Alejandra	Wood	Cesco	4

# TALLER 1



# TALLER 2



# TALLER 3



# TALLER 4



### 3. FORO ABIERTO

Foro con invitaciones abiertas sobre el Futuro de la Energía en Chile, desarrollado el 6 de junio de 2018, entre 8:30 y 13:00 horas. Participaron 210 personas.

Diversos expositores se refirieron al propósito de la iniciativa y a las megatendencias que configuran el futuro energético, profundizando en avances y desafíos. La ministra de Energía, Susana Jiménez, presentó como contexto actual y de futuro de corto plazo los contenidos principales de la Agenda Energética 2018-2022, y el invitado Robert Hutchinson, de Rocky Mountain Institute, aportó la perspectiva internacional.

Durante el foro, duplas de invitados plantearon sus visiones de futuro respecto a las siguientes materias. Estas visiones se presentan aquí de manera sintética:

---

#### Invitados al foro plantearon cuatro visiones del futuro de la energía.

**El trabajo participativo indicó que, en opinión de los asistentes, esas visiones son deseables y relevantes, y que su concreción requiere estrategias y políticas de fomento.**

---

- **Energía Descarbonizada y Resiliente al Cambio Climático** (Andrea Rudnick, Directora Ejecutiva de CR2, Universidad de Chile, y Marcela Angulo, Gerente de Capacidades Tecnológicas, CORFO). La energía será un driver para la diversificación productiva del país. Chile transitará hacia una economía que fabrica productos con valor agregado y con baja huella de carbono; una economía que genera energía limpia y barata, que le permitirá industrializar y generar tecnología y servicios para la transición energética mundial. Vemos un Chile con un sector energético robusto y resiliente, que gestiona preventivamente los riesgos que impone el cambio climático y que se prepara y planifica las inversiones, permitiéndole enfrentar y anticipar eventos climáticos extremos.
- **Energía con Innovación** (Alejandra Wood, Directora Ejecutiva CESCO, y Gabriel Gurovich, Emprendedor serial y fundador Lithium Valley). Vemos un Chile con un sistema energético crecientemente innovador, en que el centro de despacho funciona como un stock exchange montado en blockchain, en el que empresas distribuidoras operan bajo nuevos modelos de negocio, y en el que consumidores/productores actúan bajo el concepto “pay as you go” (paga donde estés), gestionando consumo/producción mediante dispositivos personales y aplicaciones colaborativas.
- **Energía Descentralizada** (Claudio Castro, Alcalde Municipalidad de Renca, y Rubén Méndez, Fundador ONG EGEA). Vemos un Chile sin pobreza energética, con sistemas de energía renovable en todo el territorio y con hogares energéticamente autónomos, no dependientes de combustibles y provistos de energía limpia. Estos servicios energéticos alcanzan a todas las personas del país, incluyendo las ubicadas en lugares aislados y remotos. Los municipios cumplen un rol articulador y promotor de proyectos de energía renovable, participando de la generación y de la distribución de energía y fomentando la descentralización energética.
- **Energía ciudadana** (Manuel Baquedano, Presidente del Instituto de Ecología Política). La energía ciudadana, entendida como aquella producida por colectivos ciudadanos que poseen instalaciones de generación energética a partir de fuentes renovables y que han sido promovidas, financiadas y administradas por ellos mismos, es una componente fundamental de los nuevos sistemas energéticos. Vemos un futuro en que la energía ciudadana, integrada por las componentes indígena, municipal y comunitaria, se incorpora de forma creciente en el sistema energético chileno, dándole estabilidad, favoreciendo la democratización de la energía y contribuyendo a la transición energética hacia un nuevo modelo energético 100% renovable.

Al término de estas presentaciones, se efectuó un ejercicio participativo que arrojó como conclusiones que las cuatro visiones son consideradas altamente deseables y relevantes; que se considera que bajo “business as usual” las visiones que ponen énfasis en descarbonización y en emprendimiento e innovación tienen una probabilidad media de concretarse, en tanto las que enfatizan descentralización y acción ciudadana tienen una probabilidad media/baja; y que la probabilidad de todas se incrementa fuertemente ante estrategias y políticas de fomento.

Todos los participantes del foro, incluyendo el público asistente, tuvieron también la oportunidad de complementar el contenido de las tablas sobre desafíos regulatorias, de cambio cultural, financieros y de capital humano vinculados a las tendencias.

Mayor información sobre el foro, incluidas las diversas presentaciones, se encuentra disponible en:

[www.escenariosenergeticos.cl](http://www.escenariosenergeticos.cl).

A continuación se incluyen fotografías del foro, y luego una recopilación de ideas planteadas por participantes a la salida del encuentro.





## Comentarios al término del foro: ¿con qué te quedas?

### Tendencias y factores habilitadores

- “Me quedo con una idea de que efectivamente todas las tendencias llegaron para quedarse”.
- “Todas las tendencias están interrelacionadas. Descentralización y digitalización son dos ejes importantísimos que pueden ser factores habilitadores y gatilladores de muchos de los cambios que tienen que venir en energía”.
- “Lo más relevante es la digitalización y la descentralización. Esta política debe aplicarse desde el Estado hasta el nivel regional y de municipio. Ese sería el único camino viable para lograr una matriz energética eficiente”.
- “Me parece sumamente relevante cómo la digitalización y la tecnología permitirán servir de plataforma para la serie de cambios y tendencias que están ocurriendo en energía”.
- “Será urgente que la industria de la energía converse con la industria tecnológica para enfrentar el desafío que existe en transformación digital, haciéndolo de manera razonable, aprovechando lo que se tiene y pensando en los objetivos”.
- “Creo, como millennial, que está súper bien que se empiece a conectar la digitalización con temas de sustentabilidad y energía”.

---

**“Todas las tendencias están interrelacionadas. Descentralización y digitalización son dos ejes importantísimos que pueden ser factores habilitadores y gatilladores de muchos de los cambios que tienen que venir en energía”.**

---

### Futuro hoy

- “Hay muchas ideas, propuestas y desafíos. El futuro de la energía es hoy. No podemos postergarlo para cuatro años más: tiene que ser hoy”.
- “Las tendencias del futuro están hoy, aquí y ahora. Lo que viene es actuar”.
- “Electromovilidad: importancia, necesidad de anticiparse y financiamiento”.
- “La descarbonización está andando sola, y fue muy agradable ver que ese proceso ya está en marcha”.

### Pensar el futuro

- “Este espacio permitió llevar a la gente a pensar en el futuro desde la urgencia de lo actual, contribuyendo al cambio de paradigma del corto plazo y de la política pública en cuatro años. Ese es el gran valor de esta discusión: poner a la gente en el switch de futuro”.
- “Me quedo con una idea positiva, de seguir empujando y mirando más el futuro a largo plazo, que es difícil. El sector energía es siempre pionero en las tendencias, y en esto de mirar el largo plazo también”.
- “Hay un grupo de gente que está profundamente preocupado del futuro de la energía, marcan las pautas y entienden las problemáticas y desafíos actuales, futuros y también pasados de lo que es la energía”.
- “Es bueno tener un plan a largo plazo. Va a ser interesante evaluar las distintas opciones y crear métodos para cuantificar costos y la efectividad de las soluciones. Si no se valorizan económicamente, surgirán dificultades para entender cuál es la más eficiente”.
- “Hay muchas cosas que se están haciendo: está la Ruta Energética y la Política Energética 2050, pero esto va más allá”.

## Construcción del futuro, protagonismo

- “La tecnología te habilita a soñar, a pensar distinto, a crear nuevas realidades, a que el futuro sea bueno. Yo no creo que las cosas van a pasar si la tecnología llega y alguien nos la vende; van a pasar si unos cuantos soñadores hacen que ocurra”.
- “Mucha motivación por participar de la transición energética y por ser protagonistas de los cambios”.
- “Hay mucho que se va a mover por participación ciudadana, y más rápidamente que las políticas. Hacia eso vamos: a construir esas políticas”.
- “Hay un entendimiento en el sector de que se ha avanzado de forma muy relevante, pero que queda muchísimo por hacer. Empezando quizás con el pie derecho, pero empezando a enfrentar los verdaderos desafíos que van a cambiar nuestra industria”.
- “Ojalá estemos todos alineados en la misma. Creo que hay un espíritu del gremio de energía que está en esa, y esperamos seguir así y cumplir las metas en el marco de las cinco D's, y en 20 años más decir 'lo hemos logrado'”.

## Oportunidades

- “Hay un potencial de diversificación productiva enorme a partir de los vectores energéticos, del hidrógeno, del litio, y eso va a generar nueva industria local”.
- “Hay un montón de oportunidades. Es interesante aprender y hacer nuevas cosas, no hacer “heavy lifting”. Hay oportunidades que deben encantar a los jóvenes y a todos los que quieran hacer algo diferente”.
- “Desafíos y oportunidades muy entretenidas para el futuro”.

## Conservadurismo

- “Hay mucha gente que cree que nada va a cambiar y que esto no es real. Hay mucho celo. Es necesario predicar más sobre estos temas, pues me asusta que muchos en la audiencia creen que ni con ayuda ni sin ayuda van a cambiar las cosas. Muy conservadores”.
- “Somos bien bipolares porque, por un lado, pensamos que hagamos lo que hagamos no va a pasar nada y, por otro lado, nos pasamos una mañana entera tratando de pensar en 20 años plazo”.

## Actores diversos

- “Lo que me parece más relevante es la apertura, el cómo se incluye a una serie de actores asociados a la industria y al tema de políticas públicas, sector privado, sector público, academia, etc.”.
- “Me parece interesante cómo la ciudadanía se incorpora como un actor fundamental, tanto dentro de la producción como del consumo y distribución de la energía”.
- “Lo bueno es que también traen distintos expertos de diversas fuentes, asociaciones privadas, ONGs y Gobierno. El documento es fabuloso”.
- “La Ruta Energética del Gobierno está alineada con la Política 2050, y el rol que cumplen los otros actores en la implementación de todo esto es tremendamente necesario y potente”.
- “La descentralización y la energía distribuida son temas que hay que mover con la mayor fuerza posible, ojalá con apoyo de todos los actores, tanto desde el punto de vista político como empresarial y ciudadano”.
- “De las ideas fuerza, la que más me gustó fue la de acción ciudadana, que no basta por sí misma, sino que debe haber un impulso institucional para que funcione”.
- “Hay mucha gente tratando de impulsar cambios. Pensaba que éramos muy pocos, pero veo que hay muchas personas pensando en abordar los desafíos del futuro y en hacerlo más efectivamente”.

## El foro

- “En la discusión de los paneles, me faltó ver más energía sustentable en temas ciudadanos, específicamente en transporte. Me refiero no solo al uso del auto eléctrico, sino a también al rol ciudadano en la reducción de emisiones”.
- “Esto fue muy impresionante. No lo digo por decir cosas simpáticas. Superó por lejos las expectativas que tenía en cuanto al aporte que iba a significar. Lo encontré notable, de rica diversidad, relevante y respaldado de mucha experiencia y convicción”.
- “Una buena mezcla de puntos de vista, pero que tienen un vector común de convergencia. Me genera mucha esperanza. Ahora esto debe trabajarse en serio, no solamente por ustedes, sino también por el Gobierno”.
- “Gran diversidad de iniciativas. Muy buena convocatoria, buen nivel, bien controlados los tiempos y mucho contenido. Y sentido del humor, muy bueno para mantenerse despierto”.
- “Muy feliz con la asistencia y con el perfil de gente, muy metida e incidente en el sector energético”.
- “Queríamos darle continuidad al proceso, que creo que se está logrando muy bien con los talleres de apresto y ahora con el foro. Estos temas inciden en la gente y son importantes en la agenda de futuro en energía”.
- “El taller me pareció fantástico porque nos muestra cómo seguir avanzando en el desarrollo energético en Chile”.
- “Hay dos grandes cosas que son potentísimas: la convocatoria, no solamente en términos de cantidad de personas sino también de su heterogeneidad y diversidad; y el contenido, no solo de diagnóstico sino también de futuro y planificación”.
- “Alta convocatoria. Personas de distintos sectores, lo cual facilita integrar una mayor cantidad de visiones en torno al futuro de la energía en Chile. El hecho de tener una plataforma donde distintas personas incorporar sus visiones es muy enriquecedor”.

## Otros

- “La biomasa todavía no existe en este escenario. Hay que trabajar fuerte ahí en términos de políticas, de mejorar las condiciones y establecer una reglamentación para el buen uso de la leña y sus derivados. Eso permitirá aprovechar un tremendo recurso de Chile: la energía de los bosques”.
- “Lo que más rescato es la resiliencia al impacto del cambio climático con generación distribuida”.
- “La tecnología para generar energía está. Los costos de generación van bajando, y el desafío está en cómo la distribuimos, cómo tenemos acceso a esa distribución o cómo inyectamos la energía que generamos, con un soporte de legislación”.
- “Es importante buscar que las adaptaciones a los cambios sean flexibles. No podemos ser rígidos”.
- “Estamos atrasados en todo y hay que apurarse”.







5 megatendencias, 11 tendencias transversales, 13 factores de cambio y 25 tendencias específicas dan forma al futuro de la energía en Chile.

¿Cuáles son? ¿Cómo se relacionan? ¿Qué desafíos y oportunidades generan?

Parte de los desafíos son de política pública, para los cuales este documento busca ser un aporte.

