

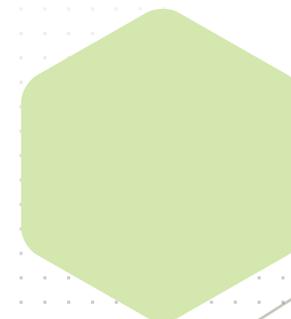


ESTADO DEL ARTE SECTOR ENERGÍA Y PRIORIZACIÓN ÁREAS PRODUCTIVAS

POBLAMIENTO DEL **MCTP** SECTOR ENERGÍA

CONTENIDO

1. Desafíos de Desarrollo de Capital Humano y productividad	5	6. Priorización Áreas Productivas y Tendencias Sector Energía	52
1.1 El Desafío del Sector Energía	5	6.1. Priorización de Subsectores	54
2. El sector Energía en Chile	6	6.2. Priorización por tipo de actividad en el Subsector eléctrico:	56
2.1. Caracterización del sector Hidrocarburs	7	6.3. Priorización por tipo de generación en el subsector eléctrico:	57
2.2. Caracterización del sector Electricidad	8	6.4. Priorización de tendencias del ámbito del consumo asociadas al Sector:	59
i. Generación	9	6.5. En resumen, las áreas de priorización:	60
ii. Transmisión	15	7. Síntesis y conclusiones generales	61
iii. Distribución	16	8. Recomendaciones para impulsar el desarrollo de capital humano en el sector	62
2.3. Caracterización del sector consumo	17	9. Anexo: Metodología de trabajo	64
2.4. Compromisos Políticos	22	9.1. Levantamiento de información -entrevistas y encuestas-	64
2.4.1. Política Energética 2050	22	9.1.1. Entrevistas destacadas	64
2.4.2. Ruta Energética 2018-2022	23	9.1.2. Encuestas	68
2.4.3. Leyes de fomento a las Energías Renovbles	24	9.1.3. Resumen de información	75
3. Tendencias del Sector Energía	25	9.2. Metodología de trabajo para la priorización de áreas productivas	76
3.1. Tendencias a nivel internacional	25	9.2.1. Panel de Expertos con representantes y stakeholders del sector:	76
3.1.1. Contextos Energéticos y Experiencias Internacionales en Transición Energética	30	Objetivo del Panel de Expertos:	76
3.2. Tendencias a nivel nacional	33	Etapa 1: Kick Off Mesa Técnica de Validación	76
3.3. Situación Actual y Perspectivas	34	Etapa 2: Trabajo Autónomo de los Especialistas	77
4. Capital Humano del Sector Energía en Chile	36	Etapa 3: Presentación de Resultados a los Participantes	77
4.1. Ocupación y desocupación (Encuesta Naional de Empleo)	36	Etapa 4: Entrega de Informe de Resultados de la Mesa Técnica de Validación	77
4.2. Fuerza laboral (Encuesta CASEN)	40	9.2.2. Participantes del panel de expertos	78
4.3. Capital humano según actividad económica (información del Servicio Impuesto Internos)	41	9.2.3. Principales resultados	79
5. Formación en el Sistema Educativo en Chile respecto al sector Energía	44	10. Bibliografía	82
5.1. Educación Superior	44		
5.2. Educación Media Técnico Profesional	49		
5.3. Registro de instaladores SEC	51		





ABSTRACT

El sector energía atraviesa actualmente grandes desafíos. Por un lado, se configura como uno de los principales polos de inversión en el país, mientras que, por otro, tiene el mandato de transitar hacia una matriz energética más sustentable, de manera tal de contribuir a los esfuerzos por frenar el cambio climático. En este contexto, el sector requiere fortalecer las competencias laborales de sus futuros trabajadores en miras de contar con un capital humano que impulse una mayor competitividad y productividad de área y que, además, sea capaz de desarrollar las nuevas tendencias en materias energéticas que se están posicionando con fuerza.

Con la intención de aportar a este propósito, el presente documento se constituye como un acercamiento al desafío de generar un “Poblamiento del Marco de Cualificaciones de Formación Técnico Profesional Sector Energía”, instrumento diseñado para generar un sistema de formación y trabajo articulado, que sea pertinente a las necesidades del mundo productivo y que, a la vez, favorezca las trayectorias laborales y educativas en el rubro energético chileno. Para esto, primero se presenta una caracterización del sector energía, dando cuenta de sus principales retos en el corto y mediano plazo. En segundo lugar, se expone una propuesta de priorización de áreas productivas del sector energía para comenzar el poblamiento sectorial del Marco de Cualificaciones en la Formación TP. Finalmente, se entregan recomendaciones generales para este proceso.

1. Desafíos De Desarrollo De Capital

HUMANO Y PRODUCTIVIDAD

En comparación con los países OCDE, Chile tiene una población con bajos niveles de competencias. La mano de obra especializada es escasa y los sectores productivos no logran conseguir el talento que requieren para elevar su productividad y competitividad y, por lo tanto, favorecer el desarrollo del país.

Se observa que aun cuando ha aumentado la cobertura de la educación a nivel nacional, esto no se ve reflejado en un aumento sustancial de la calidad de su formación. Los resultados de evaluaciones internacionales -como la prueba PISA (2015)-arrojan que un 49% de los estudiantes de enseñanza media, no alcanzan las competencias mínimas en matemáticas, mientras un 35% está igualmente deficiente en ciencias. Más aún, según la prueba PIAAC (2015) que mide habilidades de los adultos en la fuerza laboral (15-64 años), un 53% de la fuerza laboral chilena es analfabeta funcional o apenas funcional (nivel 1 o menos).

Si a este escenario, se suma el alto riesgo de obsolescencia de competencias en un momento de permanente disrupción tecnológica, se constata la urgencia de acelerar la vinculación formativo-laboral requerida para lograr una formación técnica-profesional de calidad.

La experiencia internacional (Canadá, Australia, Reino Unido y Nueva Zelanda, entre otros) demuestra que, para abordar el desafío que esto impone al capital humano, un enfoque común, de mirada sectorial, es la mejor estrategia para proveer al sistema de capacitación/formación de información valiosa y pertinente. Si bien esta información se constituye en un “bien público”, el sector privado juega un rol fundamental y la información derivada de éste, se convierte en la base de un sistema virtuoso. En esta línea, el Consejo Asesor de Formación Técnico-Profesional -conformado en agosto de

2016- propone en la Estrategia Nacional de Formación Técnico-Profesional, el hito fundamental de establecimiento de un Marco de Cualificaciones como el instrumento guía de la Formación Técnico-Profesional, que debe ser poblado a partir de los requerimientos sectoriales.

En febrero de 2018, se lanza el Marco de Cualificaciones Técnico-Profesional (MCTP), instrumento que constituye una de las principales acciones de la Política Nacional de Formación Técnico-Profesional en el periodo 2014-2018. La construcción de este Marco fue impulsada por el Ministerio de Educación, en conjunto con la Corporación de Fomento a la Producción (Corfo), con la participación del Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE) y la Comisión del Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales (ChileValora). Este trabajo consideró, junto a la definición de alcance de cada nivel de cualificación del MCTP, el poblamiento y desarrollo -inicial- de cualificaciones para tres sectores económicos.

El fin último de contar con un Marco de Cualificaciones es contribuir a que Chile tenga un sistema de formación y trabajo articulado, cuya comunicación e integración favorezca el desarrollo de trayectorias formativo-laborales, que sean significativas tanto para las personas como para el resto de los actores sociales. Asimismo, impulse la mayor competitividad y productividad de los territorios, al contar con las capacidades laborales que la industria necesita.

1.1 El Desafío Del

SECTOR ENERGÍA

El sector energía abarca una multiplicidad de actividades productivas y de fuentes energéticas. Una primera aproximación al sector puede hacerse a través del análisis de la matriz energética del país.

En 2017, en Chile, los recursos fósiles (petróleo crudo, carbón mineral y gas natural) representaron 68% del total de la matriz energética primaria. Un 25% corresponde a la biomasa y el 7% restante a una combinación de energía hídrica, solar, eólica, biogás y geotermia (Ministerio de Energía, 2019). Los derivados de petróleo y la electricidad constituyen los principales componentes de la matriz secundaria del país y con un 68% del consumo total, los sectores de Transporte e Industria son los principales sectores consumidores de energía en Chile (Ministerio de Energía, 2019).

En los últimos años, el sector energía se ha convertido en uno de los principales polos de inversión en el país. En 2015, con 411 iniciativas, el sector representó el 47,4% del total de la inversión en el territorio nacional (Deloitte, 2016). Además de su dinamismo, el sector energía conoce transformaciones profundas, vinculadas con tres principales tendencias (Escenarios Energéticos, 2018): El desarrollo de energías renovables no convencionales (ERNC) y la búsqueda de una mayor eficiencia energética: la transformación digital del sector y la instalación progresiva de redes inteligentes de producción descentralizada. Estos retos de futuro, se plasman en particular en la política Energía 2050, que establece como objetivo lograr y mantener la fiabilidad de todo el sistema energético, cumpliendo con criterios de sostenibilidad e inclusión para contribuir a la competitividad de la economía del país.

El dinamismo económico del sector y sus transformaciones actuales y futuras, generan nuevas necesidades en términos de competencias laborales y de empleo. Estudios recientes (River,

2016) muestran, por ejemplo, las brechas de capital humano existentes en los sectores de ERNC y eficiencia energética. En particular, en los segmentos de energía eólica, solar fotovoltaica, térmica, biogás y biomasa, entre otros.

En este contexto, la Ruta Energética 2018 – 2022, propuesta por el Ministerio de Energía, establece una serie de actividades críticas para cerrar dichas brechas. A partir de ella, el Ministerio ha emprendido el desafío de diseñar y ejecutar el proyecto “Poblamiento Sector Energía del Marco de Cualificaciones de Formación Técnico Profesional”, cuyo Eje N° 7 “Educación y capacitación energética”, plantea contribuir al desarrollo de las trayectorias laborales y educativas en el rubro energético chileno. Para dar cumplimiento a este propósito, se han contratado los servicios de Fundación Chile, entidad público-privada de vasta experiencia en asesoría a procesos de formación técnico-profesional y vinculación formativo-laboral.

Con el objetivo de alcanzar los desafíos planteados por el Ministerio en torno al informe 3 del proyecto “Perfiles ocupacionales, generación y transferencia de capacidades y cualificaciones sector energía”, el presente informe se estructura a partir de dos componentes:

- Componente 1: Estado del Arte del Sector Energía en Chile, en lo concerniente a su capital humano.
- Componente 2: Propuesta de Priorización de Áreas Productivas Sector Energía.

² La matriz primaria muestra la participación que tienen los energéticos capturados directamente de recursos naturales en el consumo total.

³ La matriz secundaria muestra la participación que tienen los energéticos en el consumo final de energía así como también la desagregación por sector.

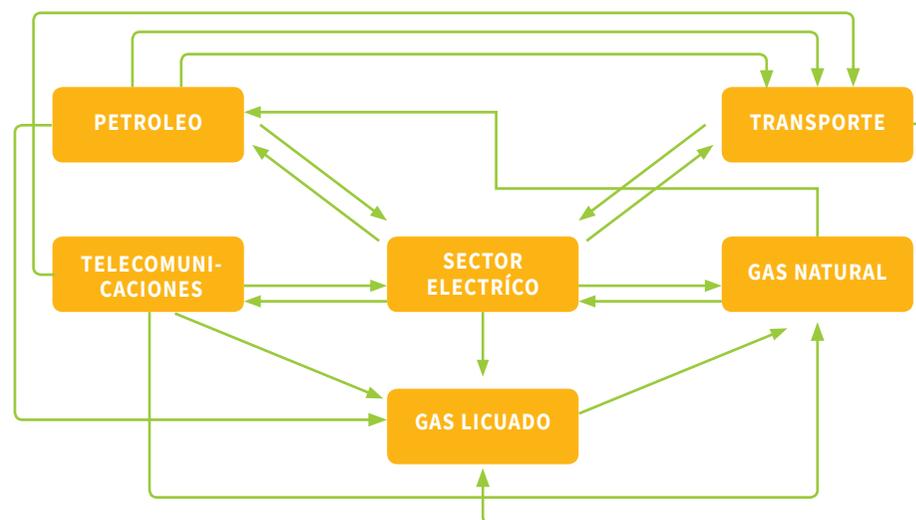
2. El Sector Energía **EN CHILE**

El sector Energía en Chile ha sido fundamental para el desarrollo del país, permitiendo un crecimiento económico sostenido en las últimas décadas. Particularmente relevantes han sido los combustibles fósiles, principalmente en lo que respecta al consumo de combustibles derivados del petróleo por parte del sector transporte y del sector industrial, pero también en lo que se refiere al consumo de carbón y de diésel por parte del sector de generación eléctrica. No obstante, en este último sector, se ha producido una verdadera revolución durante los últimos quince años, que ha visto la rápida irrupción de las energías renovables no convencionales (ERNC) y la paulatina retirada del carbón, lo cual ha tenido y seguirá teniendo un tremendo impacto en el sector.

Con el objetivo de entender mejor el sector energético, se definirán y analizarán por separado los dos subsectores que lo componen: El sector hidrocarburos y el sector eléctrico. Esta distinción no es antojadiza, ya que se da naturalmente.

No sólo cada sector opera de forma distinta y cuenta con sus propias regulaciones, sino que están conformados por distintos actores. En el caso de los hidrocarburos, el sector está compuesto por empresas que producen y/o importan derivados del petróleo, gas o carbón, y empresas que se ocupan de distribuirlos y/o comercializarlos (y que se encargan de la logística asociada). En el caso del sector eléctrico, está dividido en tres subsectores: Generación, transmisión y distribución), cada uno de los cuales está conformado por empresas distintas. Sin embargo, cabe destacar la interacción e interdependencia entre ambos subsectores.

Sumado a lo anterior, también se incluirá un apartado del subsector consumo, donde se profundizará en las principales tendencias que este ofrece.



2.1. Caracterización del

SECTOR HIDROCARBUROS

Chile es un país que cuenta con muy pocos recursos hidrocarburíferos, y los que tiene, se encuentran concentrados en la región de Magallanes, donde existe una producción poco significativa de gas, petróleo y carbón. En consecuencia, casi la totalidad del consumo nacional de petróleo, gas y carbón debe ser cubierto a través de importaciones.

La industria de los hidrocarburos comprende las actividades de importación, producción/refinación, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de combustibles derivados del petróleo, carbón y gas natural, incluyendo en este último caso la importación y regasificación del gas natural licuado (GNL).

En nuestro país, este sector está compuesto por empresas privadas con la única excepción de la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), de propiedad estatal, la cual cumple un rol fundamental al ser la única empresa que importa y refina petróleo crudo, produciendo distintos combustibles que van a abastecer parte importante del consumo nacional. Las principales empresas distribuidoras de combustibles son Copec, Enx (ex Shell) y Esmax (ex Petrobras), quienes compran la totalidad de la producción de ENAP y cubren el resto de su consumo con importaciones.

En el caso del gas natural, tras el corte total del suministro desde Argentina en 2008 y el posterior reemplazo del gas argentino por gas natural licuado (GNL), los dos importadores son GNL

Chile y GNL Mejillones, quienes importan GNL para abastecer los terminales de Quintero y Mejillones, respectivamente. Este gas es consumido por la industria minera y las termoeléctricas, y distribuido hasta los consumidores finales por las empresas distribuidoras Metrogas, GasValpo e Innergy, en las regiones Metropolitana, Quinta y Octava, respectivamente.

En el caso del carbón, los consumidores son las termoeléctricas, quienes lo importan directamente o lo compran a través de intermediarios, no habiendo casi consumo final de carbón.

Tanto el mercado de los combustibles líquidos derivados del petróleo como el del carbón son desregulados. En este sentido, los principios que rigen estos mercados son las libertades absolutas de emprendimiento y en la determinación de precios. De manera específica, el proceso de distribución de los derivados del petróleo, cuenta con un mercado dominado principalmente por 3 instituciones: La principal es Copec, empresa que al 2017 representaba casi un 60% de éste, seguida por Enx (20%) y Esmax (10%). De esta forma, juntas constituyen aproximadamente el 90% del mercado.

En el caso del mercado del gas natural, existe un marco legal que regula la actividad, definiendo a la distribución como un servicio público y otorgando concesiones para su operación. En este sentido, la legislación vigente establece, como regla general, para las empresas concesionarias de servicio público de distribución de gas, un régimen de libertad tarifaria regulada, con fijación

tarifaria eventual, salvo para la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, en que la ley definió la necesidad de fijar tarifas en forma permanente, dada su condición de monopolio natural.

Tabla 1. Principales actores del sector hidrocarburos

	Petróleo Crudo	Derivados del Petróleo	Gas Natural / GNL
Importadores	ENAP	ENAP	GNL Chile
		COPEC	
		ENEX	GNL Mejillones
		ESMAX	
Distribuidores		COPEC	Metrogas
		ENEX	GasValpo
		ESMAX	Innergy

Los organismos públicos que se relacionan con el mercado de los hidrocarburos son: El Ministerio de Energía, institución responsable de elaborar y coordinar los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país; la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, responsable de fiscalizar el cumplimiento de la normativa del sector; y la Comisión Nacional de Energía (CNE), organismo técnico encargado de analizar precios, tarifas y normas técnicas a las que deben ceñirse las empresas de producción, generación, transporte y distribución de energía.

2.2. Caracterización del Sector

ELECTRICIDAD

El mercado eléctrico chileno se caracteriza por desarrollar las actividades de generación, transmisión y distribución a través de empresas privadas, siendo éstas reguladas y fiscalizadas por la autoridad. Para ello, se utilizan criterios que favorezcan una expansión del sistema eléctrico eficiente en términos económicos y considerando las disposiciones de la Ley General de Servicios Eléctricos.

Inicialmente, en Chile existían dos grandes sistemas interconectados: el Sistema Interconectado Central (SIC) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), además de los Sistemas Medianos (SSMM) de Aysén y Magallanes. En conjunto, los sistemas SING y SIC abastecían a un 98,5% de la población y sumaban un 99,2% de la capacidad instalada. En cuanto a Aisén y Magallanes, abastecen a la población de sus regiones.

El 21 de noviembre de 2017, tras la energización y sincronización de las líneas eléctricas comprendidas por Kapatour-Los Changos, en la zona de Mejillones; Los Changos-Cumbres, Cumbres-Nueva Cardones y Nueva Cardones y Cardones, en la zona de Copiapó, se interconectaron el SIC y el SING, creándose el Sistema Eléctrico Nacional (SEN). La interconexión de ambos sistemas supuso un momento trascendental para el desarrollo del sector eléctrico chileno, pues desde ese momento tiene la capacidad de aprovechar la energía limpia generada en varias regiones de Chile, de entregar de forma segura el suministro eléctrico a empresas y familias, y de permitir el ingreso de nuevos actores al sector que continúen su desarrollo en diversas áreas. Además, se prevé en el futuro lograr la interconexión internacional con países vecinos.

El Ministerio de Energía es el organismo público que se encarga del sector en Chile, diseñando e implementando los planes, políticas y normas para su desarrollo, así como de entregar concesiones para centrales hidroeléctricas, líneas de transmisión, subestaciones y zonas de distribución eléctrica. Del Ministerio también depende la Comisión Nacional de Energía (CNE), organismo técnico encargado de establecer precios, tarifas y normas técnicas, y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), entidad que fija los estándares técnicos y fiscaliza su cumplimiento.

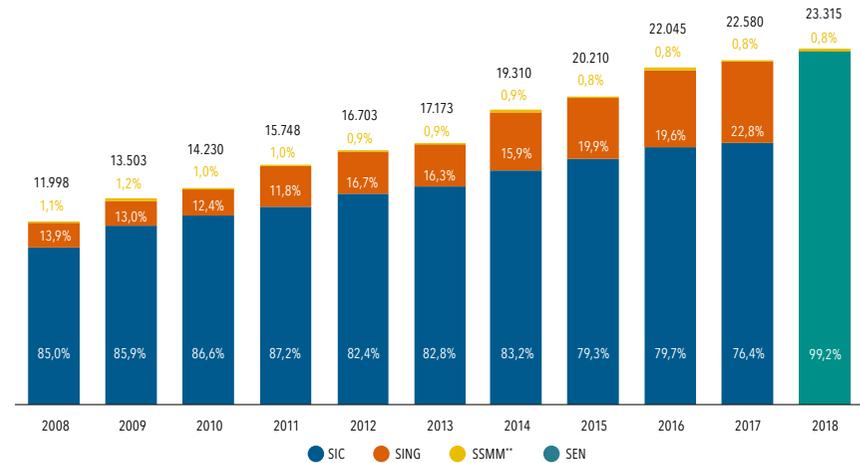
Además, en Chile existe la figura del Coordinador Eléctrico Nacional (CEN), organismo que coordina la operación de las centrales pertenecientes a las empresas generadoras. Su principal función es velar por la seguridad del sistema y programar el despacho de las centrales para cubrir la demanda de forma continua y al menor costo posible, con determinadas restricciones de seguridad.



I. GENERACIÓN

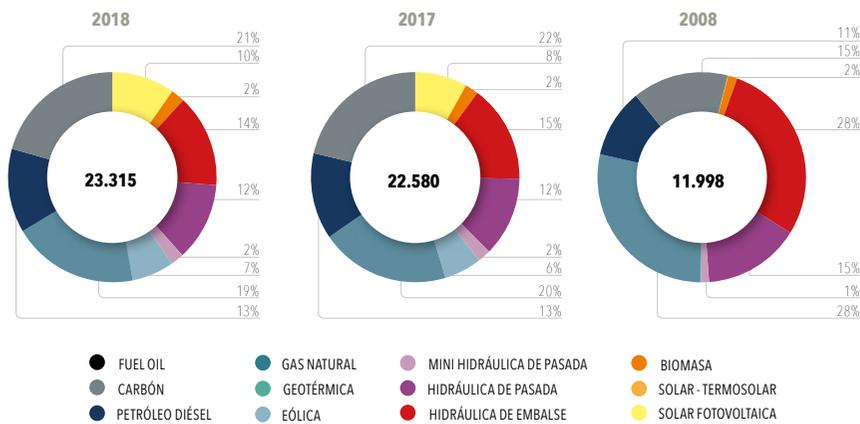
El sector generación ha experimentado un fuerte y sostenido crecimiento durante los últimos diez años, empujado por el crecimiento económico y el consiguiente aumento de la demanda eléctrica. Esto se ha traducido en una serie de inversiones privadas que han más que duplicado la capacidad instalada en la última década.

Gráfico 8. Evolución de la capacidad instalada de generación eléctrica neta por sistema en MW



Fuente: Anuario CNE 2018

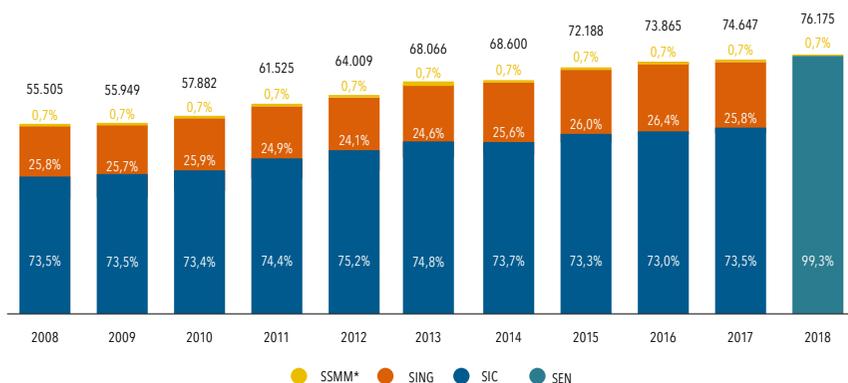
Gráfico 9. Capacidad Instalada de Generación Eléctrica Neta a Nivel Nacional en MW



Fuente: Anuario CNE 2018

La capacidad de generación instalada cuenta con una fuerte participación de combustibles fósiles como el carbón, el gas natural y el diésel. Sin embargo, durante los últimos diez años, su composición ha cambiado significativamente, debido a la irrupción y creciente desarrollo de proyectos renovables no convencionales, en particular proyectos eólicos y solares fotovoltaicos. En el siguiente gráfico, podemos ver la composición de la matriz de generación en términos de capacidad instalada comparada con el año anterior y con la matriz de 10 años atrás.

Gráfico 10. Evolución de la generación eléctrica bruta por sistema en GWh

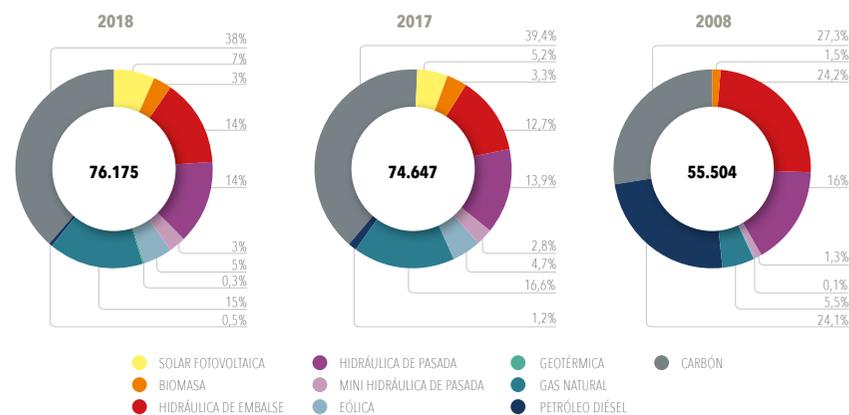


Fuente: Anuario CNE 2018

En términos de generación de electricidad, la unidad de medida es Giga Watt por hora (GWh). En la siguiente gráfica, se puede observar la cantidad de electricidad entregada por el sistema completo anualmente.

La electricidad producida e inyectada al sistema es generada principalmente por plantas termoeléctricas que operan en base a combustibles fósiles, principalmente carbón y gas natural. En el caso de los motores a diésel, dado su alto costo, operan principalmente como respaldo o en situaciones de urgencia. La generación hidráulica, tanto de embalse como de pasada, sigue siendo importante, pero es bastante volátil, ya que depende de las condiciones pluviométricas de cada año. Lo que sí ha aumentado significativamente es la generación eólica y la generación solar fotovoltaica, la cual era insignificante durante 2008.

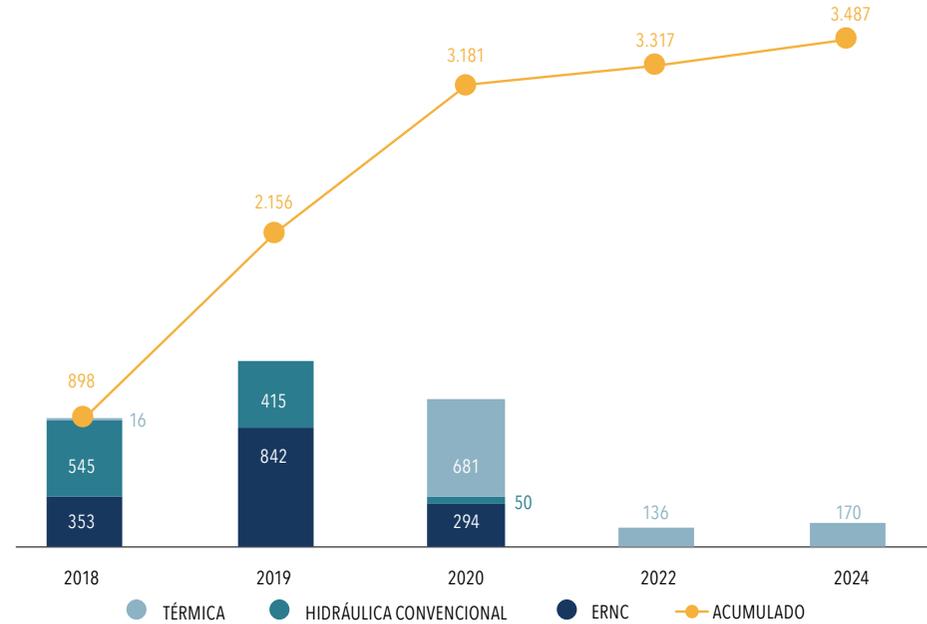
Gráfico 11. Generación Eléctrica Bruta Nacional en GWh



Fuente: Anuario CNE 2018

Cabe destacar la importancia histórica que ha tendido el carbón como la principal fuente de generación. De hecho, su participación en la generación de energía pasó de un 27% en 2017 a casi un 40% en 2018. Sin embargo, dado el programa de descarbonización anunciado por el gobierno, se proyecta que no se construyan más centrales termoeléctricas que usen carbón como combustible y que las que están operando actualmente, vayan siendo paulatinamente retiradas antes del 2040, según los actuales compromisos de reducciones de gases de efecto invernadero. Esta medida supondrá un cambio drástico en el sector generación chileno, con mayor incidencia si el país llega a la meta de ser carbono neutral al año 2050. En el siguiente gráfico, se muestra la evolución de la puesta en servicio esperada de los proyectos aprobados. En él, se detalla la proyección en MW de que por año aportarán las iniciativas a desarrollarse al 2024, donde destacan las contribuciones de la energía térmica, la hidráulica convencional y las energías renovables.

Gráfico 12. Evolución de los aportes de proyectos de generación de energía en MW



Fuente: Anuario CNE 2018



⁴ Letra d) Res170A_CBC – Reporte Energía 4T 2019 (página 16).

⁵ Letra d) Res170A_CBC – Reporte Energía 4T 2019 (página 19).

En otro ámbito, la demanda promedio mensual de trabajo en construcción durante 2020 llegaría a 11.570 puestos. Los proyectos que más incidirían en la cifra para este año son: Central Hidroeléctrica Alto Maipo, Las Lajas y Alfalfal II, Central Hidroeléctrica Ñuble, Central Eléctrica María Elena, Nuevas Líneas 2x220 Kv Entre Parinacota Y Cóncores, Parque Fotovoltaico Santa Isabel I Etapa I Y II, CST Cerro Dominador Fase De Término, Proyecto Solar Escondido, Plan De Inversiones Metrogas 2020, Parque Eólico Cerro Tigre, y Sistema De Transmisión S/E Pichirropulli - S/E Tineo.

De los proyectos en curso, destacan los relacionados a la energía fotovoltaica, eólica y los de sistemas de transmisión, lo que da luces sobre cuáles serían los ámbitos que tendrían mayor proyección de empleo.

Por otro lado, las tipologías de proyectos que agregarían mayor capacidad instalada en el quinquenio serían: parque eólico (36%) y planta fotovoltaica (34%). En cuanto al tipo de energía de generación, el aporte de las ERNC a la matriz eléctrica del país, durante estos cinco años, correspondería al 72% de la capacidad total de la cartera sectorial, al sumar 4.738 MW.

Se constató que las empresas que participan en estos segmentos, conforman gremios los cuales trabajan en iniciativas comunes para el sector. Esto es bastante positivo si se piensa en levantamiento de perfiles, competencias y rutas formativo-laborales, ya que se puede llegar directamente a ellos de manera directa para el trabajo de revisión y validación de los productos como parte del ecosistema, que, en este caso, significa contar con la industria asociada al sector.

Parte de las de las empresas que operan en Chile, que pertenecen al gremio Generadoras de Chile y que producen en su conjunto más del 90% de la energía eléctrica del país, son :

Tabla 2. Principales actores del sector generación

Empresa	Energía Generada 2019 (GWh)	Capacidad instalada (al 31/12/2019) (MW)	Número de trabajadores
AES Gener	20.375	3.541	1.134
AME	2.068	865	159 filiales incl.
Cerro Dominador	300	100	43
Colbún	11.645	3.238	949
EDF	1.396	1.126	- 13 EDF Andes - 50 EDF Renewables Chile
Enel	21.041	7.303	901 Enel generación y EGP Chile
Engie	5.260	2.200	890
GPG Grupo Naturgy	342	113	114
Inkia	59	408	69
LAP Latin American Power	731	268	62
Pacific Hydro	984	366	128
Prime Energía	82	317	98
Statkraft	1.002	371	95

Cabe recalcar que, con la irrupción de las ERNC durante los últimos diez años, el sector ha cambiado su composición con la aparición de nuevos actores. Esta situación se puede apreciar al observar los proyectos de generación eléctrica declarados en construcción en el 2019, de los cuales 95% corresponden a ERNC, destacando especialmente los de energía solar fotovoltaica (75%) y eólica (14%):

Tabla 3. Proyectos de generación eléctrica aprobados →



PROYECTO	PROPIETARIO	TECNOLOGÍA	CLASIFICACIÓN	POTENCIA NETA MW	REGIÓN	PUESTA EN SERVICIO
LAS CHACRAS	FOTVOLTAICA ARAUCARIA SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DEL LIBERTADOR GRAL. BERNARDO O'HIGGINS	ENE-2020
PMGD LOS GIRASOLES	LOS GIRASOLES SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	ENE-2020
PROYECTO FOTVOLTAICA LA LIGUA	FOTVOLTAICA LA LIGUA SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DE VALPARAÍSO	ENE-2020
PARQUE FV SAN JUAN 1	VICTORIA SOLAR SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	ENE-2020
PMGD ANTONIA SOLAR	FOTVOLTAICA DELTA SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DEL LIBERTADOR GRAL. BERNARDO O'HIGGINS	ENE-2020
PMGD VILLA PRAT V	VILLAPRAT SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DEL MAULE	ENE-2020
EL LITRE SOLAR II	DIANA SOLAR SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	ENE-2020
MCH COSAPILLA	EMPRESA ELÉCTRICA DEL NORTE GRANDE S.A.	HIDRÁULICA DE PASADA	ERNC	0,5	REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	ENE-2020
PARQUE SOLAR VILLA ALEGRE	PARQUE SOLAR VILLA ALEGRE SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DEL MAULE	FEB-2020
PARQUE SOLAR SANTA FE	PARQUE SOLAR SANTA FE SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DEL MAULE	FEB-2020
DON MARIANO	FOTVOLTAICA ZETA SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DEL LIBERTADOR GRAL. BERNARDO O'HIGGINS	FEB-2020
PMGD LEMU	GR ALERCE SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	5	REGIÓN DEL MAULE	FEB-2020
DARLIN SOLAR	PMGD DARLIN SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	FEB-2020
LLANOS DEL POTROSO	SPV P4 SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DE COQUIMBO	FEB-2020
PEPA SOLAR I	PMGD PEPA SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	FEB-2020
PMGD FV LIBERTADORES	INVERSIONES LOS SAUCES SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DE VALPARAÍSO	FEB-2020
PLANTA FV MARÍA PINTO	PFV MARÍA PINTO SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	FEB-2020
CAIMI	SOLCOR SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	0,2	REGIÓN DE VALPARAÍSO	FEB-2020
PARQUE FV SANTA AMELIA	ORION POWER S.A.	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DEL LIBERTADOR GRAL. BERNARDO O'HIGGINS	FEB-2020
CANDELARIA SOLAR	CANDELARIA SOLAR SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DEL LIBERTADOR GRAL. BERNARDO O'HIGGINS	FEB-2020
PMGD AROMOS	ALTO CAUTÍN SPA	PETRÓLEO DIÉSEL	TERMOELÉCTRICA	3	REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	FEB-2020
PLANTA FV PITOTOY	FOTVOLTAICA ALERCE SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DEL LIBERTADOR GRAL. BERNARDO O'HIGGINS	FEB-2020
PMGD QUELTEHUE SOLAR	FOTVOLTAICA EL MANZANAR SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DEL LIBERTADOR GRAL. BERNARDO O'HIGGINS	FEB-2020
PMGD BOLDOS	ALTO CAUTÍN SPA	PETRÓLEO DIÉSEL	TERMOELÉCTRICA	3	REGIÓN DEL BIOBÍO	FEB-2020
PV UTFSM VIÑA DEL MAR	MGM INNOVA CAPITAL CHILE SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	0,5	REGIÓN DE VALPARAÍSO	MAR-2020
PV UTFSM VALPARAÍSO VALDÉS	MGM INNOVA CAPITAL CHILE SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	0,2	REGIÓN DE VALPARAÍSO	MAR-2020
EL ROBLE SOLAR	EL ROBLE SOLAR SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	MAR-2020
PLANTA FV JAHUEL	CHESTER SOLAR I SPA	SOLAR FOTVOLTAICA	ERNC	6	REGIÓN DE VALPARAÍSO	MAR-2020

PROYECTO	PROPIETARIO	TECNOLOGÍA	CLASIFICACIÓN	POTENCIA NETA MW	REGIÓN	PUESTA EN SERVICIO
CENTRAL FV CABRERO II	IMPULSO SOLAR EL RESPLANDOR SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	2,8	REGIÓN DEL BIOBÍO	MAR-2020
PMGD LA CHIMBA BIS	LA CHIMBA BIS SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	2,8	REGIÓN DE COQUIMBO	MAR-2020
PMGD COCHARCAS 2	FOTOVOLTAICA ALFA SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	2,8	REGIÓN DE ÑUBLE	MAR-2020
PLANTA FV FILOMENA SOLAR	PANIRI DE VERANO SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	3	REGIÓN DE VALPARAÍSO	ABR-2020
PLANTA FV COVADONGA	CHUNGUNGO SOLAR SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DE ATACAMA	ABR-2020
PMGD GRANADA	GRANADA SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DEL MAULE	ABR-2020
PMGD FV QUINTA	GR GUINDO SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	8	REGIÓN DEL LIBERTADOR GRAL. BERNARDO O'HIGGINS	MAY-2020
PARQUE SOLAR CATEMU	PARQUE SOLAR CATEMU SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	2	REGIÓN DE VALPARAÍSO	MAY-2020
PMGD CIPRÉS	CIPRES SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DEL MAULE	MAY-2020
PLANTA FV EL CHUCAO	PFV EL CHUCAO SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	2,7	REGIÓN DEL MAULE	AGO-2020
PLANTA FV CARACAS I	GENERADORA SOL SOLIV SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DE COQUIMBO	AGO-2020
PSF EL SALITRAL	PSF EL SALITRAL S.A.	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	8,4	REGIÓN DE COQUIMBO	SEPT-2020
ETAPA FINAL DE CENTRAL CHUYACA	SAGESA S.A.	PETRÓLEO DIÉSEL	TERMOELÉCTRICA	5	REGIÓN DE LOS LAGOS	ENE-2020
AMPLIACIÓN QUILAPILÚN	CHUNGUNGO S.A.	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	7,1	REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	ENE-2020
AMPLIACIÓN CENTRAL ALFALFAL	AES GENER S.A.	HIDRÁULICA DE PASADA	ERNC	10	REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	ENE-2020
GRANJA SOLAR	MARÍA ELENA SOLAR S.A.	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	105	REGIÓN DE TARAPACÁ	FEB-2020
ANDES SOLAR IIA	ANDES SOLAR SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	80	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	FEB-2020
USYA	USYA SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	52,4	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	FEB-2020
LLANOS BLANCOS	PRIME ENERGÍA QUICKSTART SPA	PETRÓLEO DIÉSEL	TERMOELÉCTRICA	150	REGIÓN DE COQUIMBO	MAR-2020
HIDROMOCHO	HIDROMOCHO S.A.	HIDRÁULICA DE PASADA	ERNC	15	REGIÓN DE LOS RÍOS	MAY-2020
PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO NUEVA QUILLAGUA	PARQUE EÓLICO QUILLAGUA SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	100	REGIÓN DE TARAPACÁ	MAY-2020
MINI CENTRAL HIDROELÉCTRICA LA CONFIANZA	HIDROCONFIANZA SPA	HIDRÁULICA DE PASADA	ERNC	2,6	REGIÓN DEL BIOBÍO	MAY-2020
TOLPÁN SUR	TOLPÁN SUR SPA	EÓLICA	ERNC	84	REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	JUN-2020
FV SOL DEL NORTE	FOTOVOLTAICA SOL DEL NORTE SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	8,6	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	AGO-2020
FV DE LOS ANDES	FOTOVOLTAICA DE LOS ANDES SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	9	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	AGO-2020
DIGUA	ELÉCTRICA DIGUA SPA	HIDRÁULICA DE PASADA	ERNC	20	REGIÓN DEL MAULE	AGO-2020
PARQUE SOLAR CAPRICORNIO	ENGIE ENERGÍA CHILE S.A.	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	87,9	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	AGO-2020
ATACAMA SOLAR II	ATACAMA SOLAR S.A.	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	150	REGIÓN DE TARAPACÁ	SEPT-2020

PROYECTO	PROPIETARIO	TECNOLOGÍA	CLASIFICACIÓN	POTENCIA NETA MW	REGIÓN	PUESTA EN SERVICIO
PARQUE FOTOVOLTAICO SAN PEDRO	GPG SOLAR CHILE 2017 SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	106	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	SEPT-2020
PARQUE EÓLICO CALAMA	ENGIE ENERGÍA CHILE S.A.	EÓLICA	ERNC	150	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	SEPT-2020
PARQUE EÓLICO MALLECO - FASE I	WPD MALLECO SPA	EÓLICA	ERNC	135,1	REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	OCT-2020
PARQUE EÓLICO ALENA	AR ALENA SPA	EÓLICA	ERNC	84	REGIÓN DEL BIOBÍO	OCT-2020
CERRO PABELLÓN UNIDAD 3	GEOTÉRMICA DEL NORTE S.A.	GEOTÉRMICA	ERNC	33	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	OCT-2020
PARQUE FOTOVOLTAICO LA HUELLA	AUSTRIAN SOLAR CHILE SEIS SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	84	REGIÓN DE COQUIMBO	OCT-2020
PARQUE EÓLICO TCHAMMA	AR TCHAMMA SPA	EÓLICA	ERNC	155,4	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	OCT-2020
MCH AILLÍN	HIDROELÉCTRICA LAS JUNTAS S.A.	HIDRÁULICA DE PASADA	ERNC	7	REGIÓN DEL BIOBÍO	OCT-2020
RÍO ESCONDIDO	AR ESCONDIDO SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	145	REGIÓN DE ATACAMA	OCT-2020
PARQUE FV AZABACHE	PARQUE EÓLICO VALLE DE LOS VIENTOS SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	59,8	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	NOV-2020
PARQUE EÓLICO MESAMÁVIDA	ENERGÍA EÓLICA MESAMÁVIDA SPA	EÓLICA	ERNC	60	REGIÓN DEL BIOBÍO	NOV-2020
PARQUE EÓLICO CERRO TIGRE	AR CERRO TIGRE SPA	EÓLICA	ERNC	184,8	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	NOV-2020
CAMPOS DEL SOL	ENEL GREEN POWER DEL SUR SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	381	REGIÓN DE ATACAMA	NOV-2020
MAPA	CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN S.A.	BIOMASA	ERNC	166	REGIÓN DEL BIOBÍO	DIC-2020
PARQUE EÓLICO LA ESTRELLA	EÓLICA LA ESTRELLA SPA	EÓLICA	ERNC	50	REGIÓN DEL LIBERTADOR GRAL. BERNARDO O'HIGGINS	DIC-2020
PLANTA FV SOL DEL DESIERTO FASE I	PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO SOL DEL DESIERTO SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	175	REGIÓN DE ANTOFAGASTA	DIC-2020
PARQUE EÓLICO NEGRETE - ETAPA I	WPD NEGRETE SPA	EÓLICA	ERNC	36	REGIÓN DEL BIOBÍO	ENE-2021
PARQUE EÓLICO MALLECO - FASE II	WPD MALLECO SPA	EÓLICA	ERNC	137,9	REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	FEB-2021
LOS OLMOS	ENERGÍA EÓLICA LOS OLMOS SPA	EÓLICA	ERNC	100	REGIÓN DEL BIOBÍO	FEB-2021
PARQUE FV MALGARIDA I	ACCIONA ENERGÍA CHILE SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	28	REGIÓN DE ATACAMA	MAR-2021
PARQUE FV MALGARIDA II	ACCIONA ENERGÍA CHILE SPA	SOLAR FOTOVOLTAICA	ERNC	162,7	REGIÓN DE ATACAMA	MAR-2021

Fuente: Anuario CNE 2019

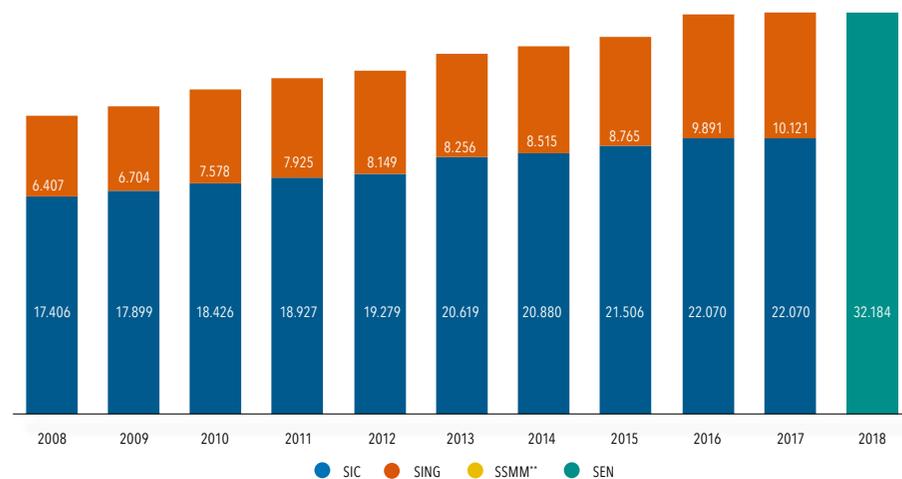
II. TRANSMISIÓN

La transmisión es la actividad que transporta la energía desde los puntos de generación hasta los centros de consumo masivos. En este caso, las líneas y subestaciones de transformación que operan en tensión nominal superior a 23 kV.

Este servicio presenta significativas economías de escala e indivisibilidad en la inversión, lo que genera tendencia a su operación como monopolio. Por esto, se define como un segmento regulado, lo que significa, entre otras cosas, que la CNE define la planificación de las redes, adjudica vía licitaciones, la construcción de las líneas y fija las tarifas. Además, los propietarios de sistemas de transmisión, o cuyas instalaciones usen bienes nacionales de uso público, deben permitir el paso de la energía a los interesados en transportarla a través de estas líneas.

Según información entregada por el Anuario de la Comisión Nacional de Energía (CNE), la longitud del sistema de transmisión nacional a diciembre de 2018 era de 32.184 km, considerando el Sistema Eléctrico Nacional desde la Región de Arica-Parinacota, en el norte, hasta la isla de Chiloé por el sur (X Región). Esta longitud incluye tanto líneas de transmisión, como zonales y adicionales. En el siguiente gráfico, podemos observar la evolución de dicho sistema en el tiempo.

Gráfico 13. Evolución de la capacidad instalada de Transmisión por Sistema en KM



Fuente: Anuario CNE 2018

Por otra parte, respecto a las empresas existentes en el área de transmisión, es posible identificar a las siguientes compañías con sus respectivos proyectos:

Tabla 4. Principales empresas sector transmisión

Empresa	Capacidad Instalada (MVA)	Principales Proyectos
Celeo Redes	6.300	<ul style="list-style-type: none"> Línea Ancoa -Alto Jahuel 2x500 k V. Línea Charrúa -Ancoa 2x500kV.
Red Eléctrica Chile	S/I	<ul style="list-style-type: none"> Subestación Seccionadora Nueva Pozo Almonte 220 kV y tres Nuevas Líneas 2X220 kV. Sistema de Transmisión Nacional Dedicado Centinela Transmisión de Minera Centinela.
TEN	1.500	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto de Interconexión comprende una línea de transmisión de doble circuito de 500KV, con una extensión aproximada de 600 kilómetros, desde Mejillones, en la Región de Antofagasta, hasta el sector de Cardones, en Copiapó, Región de Atacama. Contempló la instalación de un total aproximado de 1.355 torres y la construcción de 2 subestaciones terminales ubicadas en las comunas de Mejillones y Copiapó; una de transformación en Mejillones (sector Changos) y otra de compensación en Diego de Almagro.
Transelec	18.935	<ul style="list-style-type: none"> Línea Maitencillo – Caserones Banco Autotransformador Charrúa Subestación Seccionadora Lo Aguirre Etapa I Tercer Banco de Autotransformadores Alto Jahuel Subestación Entre Ríos Nueva línea Lo Aguirre –Cerro Navia, la primera del Sistema Eléctrico Nacional con un tramo subterráneo.

Dichas empresas, también se conglomeran en un gremio. Este caso, corresponde a Empresas Eléctricas A.G., el cual cuenta con una orgánica y opera a través de comités de trabajo.



III. DISTRIBUCIÓN

La distribución es la actividad que se encarga de llevar la energía hacia los usuarios finales. Es decir, a todas las instalaciones, líneas y transformadores que operan en tensión nominal igual o inferior a 23 kV; en definitiva, hacia los hogares y la pequeña industria. La distribución se desarrolla bajo la modalidad de concesiones. Las empresas concesionarias de distribución son libres para decidir sobre qué zonas solicitan la concesión, pero tienen la obligación de dar servicio en sus zonas de concesión ya otorgadas.

Dado su carácter de monopolio natural, los precios que las empresas distribuidoras cobran por el suministro a sus clientes finales, son regulados. Entonces, si bien las tarifas a cobrar a clientes con capacidad conectada inferior a 2000 kW dentro de sus zonas de concesión son fijadas por la autoridad, los precios de suministro con clientes de capacidad superior a la indicada, se pueden pactar libremente.

De acuerdo a lo establecido en la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE), es la CNE la que fija la tarifa del servicio de distribución eléctrica en base a un esquema tarifario denominado Empresa Modelo. La planificación y desarrollo de la red está en manos del concesionario de servicio público de distribución. En este segmento, está permitida la inyección de energía eléctrica a través de Netmetering y de pequeños medios de generación distribuida (PMGD).

Los ingresos de las empresas distribuidoras están dados por la utilización de sus redes. No tienen ingresos por venta de energía (generación) a sus clientes regulados.

Algunas de las principales empresas de distribución en Chile son:

Tabla 5. Principales empresas sector distribución

Empresa	Región de Concesión	Clientes Regulados
CGE	XV, I, II, IV, V, RM, VI, VII, VIII, IX y XII.	3.002.393
Chilquinta	V, RM, VII y VIII	742.247
Enel	RM	1.972.218
Saesa	VIII, IX, X, XI y XIV	893.315

Dichas empresas también forman parte de la asociación gremial Empresas Eléctricas A.G.

2.3. Caracterización del SECTOR CONSUMO

El sector consumo se puede desagregar principalmente en 5 subsectores, de los cuales algunos son agrupados para fines del análisis. Así, por un lado, se considera al comercial público y residencial (en adelante CPR), al industrial y minero y, finalmente, transporte.

Según la información recabada durante el 2018, las áreas que más energía consumieron fueron la industria y minería, que juntas alcanzan el 38% del consumo final del país. A estos le sigue el subsector transporte, con un 36% y, por último, el CPR, que llega a un 22%. En el gráfico a continuación, también se observan áreas con menos peso dentro del total, como el sector energético autoconsumo y el consumo no energético industrial.

Es importante señalar que en 10 años, los 3 grandes subsectores han mantenido la misma tendencia, apreciándose solo pequeñas diferencias en los porcentajes finales de cada uno de ellos.

Unido a lo anterior, se evidencian algunas tendencias relevantes en términos del comportamiento de consumo -en los distintos sectores- y potenciales transformaciones en mediano plazo, entre estas:

A.- EFICIENCIA ENERGÉTICA:

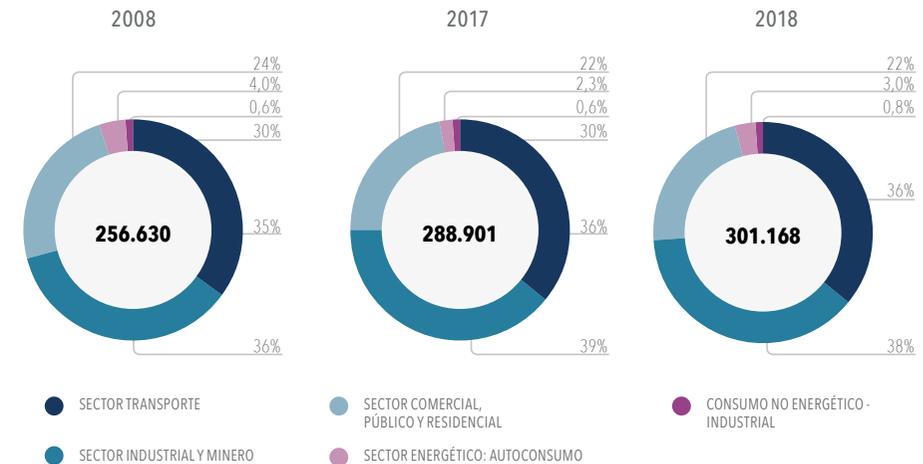
A nivel mundial, las mejoras en Eficiencia Energética dentro de los últimos 40 años han sido uno de los cambios más significativos en materia energética, aunque no siempre los resultados son tangibles, debido a que el ahorro energético en una actividad es, muchas veces, aprovechado para realizar otra, por lo que el ahorro alcanzado se “esconde” en el consumo energético adicional de otra actividad. Es así como, el consumo per cápita de los países que pertenecen a la AIE ha ido en disminución y, aun así, el ingreso per cápita se

encuentra en niveles altos en conjunto con el nivel de acceso a servicios energéticos, que continúan en expansión.

A nivel nacional, se espera que la demanda de electricidad -a nivel residencial y de pequeñas y medianas empresas- se incremente.

Dado que la economía se encuentra en vías de desarrollo, y parte importante del consumo nacional proviene de la gran minería, no es descartable que en los próximos años observemos porcentajes de crecimiento aún mayores. Sin embargo, este aumento del consumo eléctrico no necesariamente debe implicar la construcción de nuevos medios de generación, ya que es posible abordarlo a través de la implementación de políticas de Eficiencia Energética y, a su vez, traducirse en beneficios ambientales y económicos. Actualmente, este rol positivo de la eficiencia energética está siendo reconocido a través de su incorporación en la Política Energética de Largo Plazo: Energía 2050.

Gráfico 14. Consumo según subsector



Fuente: Anuario CNE 2019

La Eficiencia Energética no sólo implica beneficios en términos energéticos, sino que además en términos económicos, sociales y ambientales, tales como:

- Reducción de costos operacionales.
- Reducción de la exposición a la volatilidad de precios.
- Reducción de la huella de carbono.
- Reducción de la necesidad de invertir en infraestructura de transmisión.
- Reducción de la contaminación local.

Además, la Eficiencia Energética crea nuevos trabajos en forma directa, indirecta e inducida. Los trabajos directos son los que resultan directamente de la inversión, relacionados con el área de construcción. Los trabajos indirectos se asocian a la manufactura y oferta de productos energéticamente eficientes, así como también a los servicios de consultoría, medición y verificación.⁷

7. <https://www.electricas.cl/temas-estrategicos/eficiencia-energetica/>

El mercado de la Eficiencia energética lo compone 4 rubros: Servicios de Ingeniería y Consultoría, Ventas de Equipos, Servicios de Implementación y Construcción e Inversión asociadas a Modelos ESCO⁸.

A nivel de resultados, durante 2017, el tamaño de mercado asociado a las ventas totales en eficiencia energética fue de 245,3 MMUSD, de las cuales, el 8% (19,8 MMUSD) corresponden ventas asociadas a servicios de ingeniería y consultoría, un 41% (100,3 MMUSD) a ventas de equipos y elementos, 48% (118,7 MMUSD) servicios de implementación y construcción, y por último, la venta de modelos ESCO, que corresponden a 3% (6,4 MMUSD).⁹

Por otro lado, como proyección dentro de este ámbito, dentro de la planificación estratégica a largo plazo del sector (2019), se consideran los siguientes casos de penetración de eficiencia energética:

1. Base: Se consideran mejoras en equipos y artefactos energéticos que ya presentan disminuciones en su consumo energético producto de medidas de eficiencia energética aplicadas (por ejemplo, recambio de luminarias). A su vez, se consideran mejoras continuas en aislación de viviendas y mejoramientos tecnológicos (por ejemplo, eficiencia de vehículos).

2. Alta penetración: Se considera, por sobre las tendencias actuales, la aplicación de nuevas medidas de eficiencia energética y/o una mayor penetración de las existentes. Las medidas consideradas por sector fueron:

a) Industria y Minería: Estándares mínimos de eficiencia en motores eléctricos (MEPS6), considerando su implementación durante los años 2018 y 2030; Fomento a la cogeneración, estimando la entrada de un 5% anual a partir del año 2019; Obligaciones a Consumidores con Capacidad de Gestión de Energía, asumiendo una capacidad de ahorro anual de 0,56% en el consumo eléctrico a partir del año 2019; e Implementación de medidas a través de empresas distribuidoras eléctricas, a través de un cargo por eficiencia energética a partir del año 2022.

b) Transporte: Conducción eficiente en vehículos de carga y de

pasajeros, aumentando el rendimiento de éstos, con un ahorro porcentual de un 7.5% por cada chofer que aprende conducción eficiente; cambio modal a modos más eficientes a partir del año 2025, con un 5% del parque automotor que se cambia hacia modos más eficientes; y establecimiento de estándares mínimos de eficiencia energética en vehículos livianos en los años 2019, 2023 y 2027.W

c) Residencial (MEPS de artefactos): Establecimiento de estándares mínimos de eficiencia energética para refrigeradores, ampolletas, lavadoras, equipos de aire acondicionado y calefactores a leña.

d) Agua Caliente Sanitaria (ACS): Mediante sistemas solares térmicos (SST) en viviendas, con la prolongación de la franquicia tributaria para estos sistemas, hasta el año 2028; reglamentación térmica en viviendas, donde se establecen actualizaciones a la reglamentación térmica de viviendas en los años 2018, 2028 y 2038; calificación obligatoria de viviendas nuevas, mediante un etiquetado de viviendas a partir del año 2020; reacondicionamiento de viviendas vulnerables y privadas con créditos blandos. En el caso de viviendas vulnerables, se establece una mejora promedio de un 30% en cuanto a los parámetros fijados en la reglamentación térmica; fomento al uso de leña seca, asumiendo un porcentaje de 29% de aumento en su eficiencia a partir del año 2023; e implementación de medidas a través de empresas distribuidoras eléctricas, mediante un cargo por eficiencia energética a partir del año 2022.

e) Comercial y Público (MEPS de artefactos): Establecimiento de estándares mínimos de eficiencia energética para refrigeradores, ampolletas, tubos fluorescentes, equipos de aire acondicionado y motores; recambio anual de un 5% de luminarias públicas hasta el año 2021; implementación de mejoras de eficiencia energética en Edificios Públicos (colegios, universidades y otros); implementación de medidas de mejoras del potencial térmico de hospitales públicos e implementación de medidas a través de empresas distribuidoras eléctricas, mediante un cargo por eficiencia energética a partir del año 2022.

Al año 2050, se estima un ahorro eléctrico, por efecto del conjunto de medidas de eficiencia energética, de un 11% con respecto al año 2018, donde los sectores comercial y minero contribuyen con una mayor participación de 17% y 11%, respectivamente.¹¹



8. Empresa ESCO: Proveniente del acrónimo Energy Services Companies (ESCO), son empresas que se dedican a realizar proyectos asociados a eficiencia energética y facilitar el acceso a financiamiento para su ejecución. Modelo ESCO: Modelo en el cual la empresa ESCO que desarrolla un proyecto energético o de eficiencia energética, asume la inversión inicial del proyecto y a cambio el cliente paga el proyecto a través del ahorro que este genera.

9. https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/estudio_de_mercado_de_eficiencia_energetica_en_chile.pdf

10. Cabe señalar que para fines de este informe, se han considerado la Energía Solar Térmica y los Sistemas Solares Térmicos (SST) dentro de las tendencias asociadas a Eficiencia Energética. Estas áreas serán revisadas en mayor detalle en las etapas de análisis de procesos vinculadas a la elaboración de calificaciones y trayectorias formativo-laborales, que son parte de este proyecto. Es este contexto y de acuerdo con la información proporcionada por el Ministerio de Energía, a nivel nacional, se han beneficiado aproximadamente a 140.000 viviendas con sistemas solares térmicos (SST). Se estima que, con la implementación de la Estrategia de Carbono Neutralidad, la cual considera medidas para promover los SST en sector público y residencial, como Industria y Minería, en promedio entre 2020 y hasta 2050, se deberían instalar SST, que beneficien aproximadamente a 18.000 viviendas por año, llegando a un total aprox. 540.000 al año 2050. Sólo el Ministerio de Vivienda y Urbanismo instalaría, por año, aproximadamente 10.000 SST en viviendas sociales existentes. Se estima que en el corto plazo, se debería ejecutar un número importante de instalaciones de SST, ante lo que se requiere asegurar la calidad de éstas, que permita mayor nivel de seguridad para los usuarios y aumentar la vida útil de los SST. En este escenario, a partir del 17 de julio de 2020, entraron en vigencia los perfiles de instalador de sistemas solares térmicos de circulación natural e instalador de sistemas solares térmicos de circulación forzada, levantados durante el año pasado junto a ChileValora. Cabe señalar que el Ministerio de Energía mantiene un trabajo estrecho y constante con ChileValora, contando con un Organismo Sectorial de Competencias laborales activo, con un catálogo actual de 71 perfiles ocupacionales validados. Para mayor detalle, consultar documento "Pre-Informe 2: Estado del arte del sector energético en capital humano y estrategia comunicacional, Capítulo 3: Caracterización general del Catálogo Nacional de Competencias vinculado al Sector Energía.

11. PELP 2019.



B.- GENERACIÓN DISTRIBUIDA:

Si bien es cierto que el uso de recursos de Generación Distribuida fue introducido en regulación a través de la Ley 19.940 (Ley Corta I), no fue hasta la promulgación de la Ley 20.571 (Ley Netbilling) que se abordaron aquellas situaciones en las que un usuario quisiera inyectar sus excedentes al sistema de distribución, pero no tuviese la intención de ejercer un rol de generador propiamente tal, con todas las implicancias que esto involucra.

Los principales lineamientos entregados por la Ley 20.571 son:

- El cliente recibiría una compensación económica por los excedentes inyectados a la red valorizada, al precio de compras de energía de la respectiva empresa concesionaria.
- Pago de aquellos excedentes que no pueden ser descontados de las facturaciones en un periodo determinado.
- Se entrega la posibilidad de obtener certificados para cumplimiento de cuota ERNC.
- Exención tributaria de los pagos y compensaciones, no estando afectos al Impuesto del Valor Agregado.

Aunque la Ley 20.571 fue promulgada en febrero de 2012, no fue hasta principios del año 2015 que se declararon los primeros sistemas de Autogeneración. Esto se explica, en parte, por la

necesidad de contar con un reglamento y una norma técnica, que establecieron las condiciones para poder realizar instalación de estos equipos en forma segura, así como el necesario periodo de aprendizaje por parte de todos los actores y, por supuesto, el elevado costo de los paneles solares, el cual disminuyó significativamente en los últimos años.

A su vez, se ha constatado un incremento importante en el número de proyectos declarados en el último periodo, lo que podría explicarse, en parte, por la importante baja en los costos de los paneles solares, y el impulso dado por el gobierno a iniciativas, tales como el Programa de Techos Solares y la Reconstrucción de Atacama.

La mayoría de los proyectos declarados a la fecha, tiene un fin habitacional, para usuarios de otros segmentos, como por ejemplo la industria, el comercio y la educación. El poder inyectar sus excedentes al sistema bajo el mismo esquema es del todo atractivo y, por cierto, contribuye al desarrollo de la autogeneración en distribución. Éste, entre otros elementos, fue considerado en la modificación de la Ley 20.571.

Algunos de los principales aspectos que aborda la iniciativa de la modificación legal son:

- Incremento de 100 kW a 300kW como capacidad máxima instalada del sistema de generación.
- Los clientes residenciales con potencia conectada de hasta 20 kW, o aquellas personas jurídicas sin fines de lucro con potencia conectada de hasta 50 kW, podrán recibir el pago por los excedentes que no pudieron ser descontados en la facturación.
- Para el resto de los clientes, se establece que podrán recibir el pago de los excedentes no descontados, siempre y cuando los sistemas de autogeneración sean dimensionados en consistencia con el consumo, con el objetivo que en condiciones normales, no se produzcan remanentes que no puedan ser descontados.
- Se introduce el concepto de «Sistemas comunitarios o de propiedad conjunta».
- Se amplían las posibilidades de que el descuento de la inyección de excedente sea aplicable no solo al cargo por energía, sino que

a todos los cargos por suministro.

- Se posibilita que los excedentes sean considerados en otras instalaciones del mismo cliente.
- Se establece que los excedentes caducan luego de 5 años, momento en el que éstos son aprovechados por el resto de la comunidad. Estableciendo específicamente que: “Dichos remanentes serán utilizados en la comuna donde se emplaza el equipamiento de generación para la determinación de los cargos y descuentos a los que se refieren el inciso cuarto del artículo 157°. En el caso de los sistemas eléctricos cuya capacidad instalada de generación sea inferior a 200 megawatts y superior a 1.500 kilowatts, los remanentes antes señalados deberán ser incorporados en las tarifas traspasables a cliente final con la periodicidad y forma que defina el reglamento”.¹² Actualmente y según los datos de la SEC, a febrero del 2020, se registran 5.842 instalaciones de generación distribuida inscritas por esta entidad para el autoconsumo en el país, las cuales totalizan 46,3 MW de capacidad instalada.

Durante 2019 existió un aumento significativo en la potencia instalada de generación distribuida para autoconsumo en el país, siendo más del doble (20,8 MW) que 2018 (9,6 MW). En cuanto al número de instalaciones inscritas, se aprecia un aumento de un 7% pues en 2018 se registraron 1.835, mientras que en 2019 la cifra se elevó a 1.977. En lo que va de este año 2020, ya se cuenta con 254 instalaciones inscritas, siendo mayor a las de años anteriores para esta fecha, lo que hace elucubrar que la tendencia seguirá en aumento.

Por regiones, la SEC anota la mayor cantidad de instalaciones inscritas para conectar proyectos en: La Región de Atacama (1.943), seguida de la Región Metropolitana (1.588) y Valparaíso (454). En cuanto a la potencia, lidera la Región Metropolitana con 13,49 MW, seguida por la Región de O'Higgins (7,4 MW) y Maule (6,6 MW).

Tanto en instalaciones de net billing como en proyectos Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD), la tecnología predominante es la solar fotovoltaica. El mayor crecimiento en las primeras instalaciones se produce en el sector comercial e industrial, bajo el modelo Esco (empresas de servicios energéticos), a diferencia de lo que ocurre a nivel residencial, “que aún no despegó con la misma fuerza”.¹³

12. <https://www.electricas.cl/temas-estrategicos/netbilling/>

13. <https://www.revistaiei.cl/reportajes/generacion-distribuida-un-nuevo-salto/#>

C.- ELECTROMOVILIDAD:

El uso de vehículos eléctricos (electromovilidad), en reemplazo del uso de vehículos convencionales, presenta una gran oportunidad para el país y el mundo de reducir de manera considerable sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), dados que estos, no sólo son energéticamente más eficientes, sino que también obtienen su energía directamente de la matriz eléctrica, la cual posee un sostenido aumento de energías renovables.

El 2019 fue un año relevante en cuanto a penetración de vehículos eléctricos en Chile, dado que, en términos generales, se continuó con la tendencia ascendente. Tanto el indicador de número de ventas, como el de vehículos inscritos en el Registro Civil, muestran un aumento de 53 % y 48 % desde el año anterior, respectivamente. Además, los vehículos más nuevos son los que más se han vendido recientemente, considerando el descenso en los precios y el mejoramiento de la tecnología. Elementos clave como la autonomía y velocidad carga de estos vehículos, serían valorados por los conductores para inclinarse a elegir un eléctrico.

Se estima que dentro de los próximos años, las marcas existentes mantengan y aumenten su oferta de vehículos eléctricos, así como también aparecerán nuevas marcas en este segmento, posicionando la electromovilidad como una de las grandes soluciones para cumplir los acuerdos internacionales en materia de medioambiente.

Por otro lado, el transporte público es uno de los principales ejes dentro de la estrategia de electromovilidad del Gobierno de Chile, proponiéndose la meta de reemplazar la totalidad de vehículos del transporte público por vehículos eléctricos para el año 2050. Pese a que, en términos generales, la electromovilidad tiene una alta penetración en el transporte público (Metro de Santiago, Metro de Valparaíso, Tren Central, etc.), a nivel vehicular, la situación es distinta y más precaria.

En diciembre de 2018, se presentaron los primeros 100 buses completamente eléctricos del país, los cuales se integraron al

recorrido 519 del Transantiago. Posteriormente, en el primer semestre de 2019 se integraron otros 100 buses, los que se integraron de manera paulatina a los distintos recorridos del servicio. Posterior a esto, en octubre de 2019 fueron presentados 183 nuevos buses eléctricos de características muy similares a los primeros, cumpliendo los mismos estándares de calidad. Junto con esto último, se inauguró también la primera terminal de América Latina exclusiva para buses eléctricos, la cual es alimentada en gran parte por paneles fotovoltaicos.

Así, actualmente, Santiago posee una flota de 383 vehículos eléctricos de transporte público, lo cual posiciona a Chile como uno de los países con mayor electromovilidad del mundo. Estos buses son utilizados por más de 660 mil personas de manera diaria, lo que además indica que el servicio aumenta considerablemente su calidad mediante estos buses, dado que no contaminan ni generan ruido, disminuyendo la contaminación atmosférica y acústica.¹⁴ Dentro de la estrategia de electromovilidad, declarada por el Gobierno de Chile a través del Ministerio de Energía, los objetivos específicos son:¹⁵



Establecer las **regulaciones** y requerimientos necesarios de **estandarización** de componentes que favorezcan un desarrollo eficiente de la electromovilidad desde los puntos de vista energético, ambiental y de movilidad.



Impulsar decididamente la penetración de los vehículos eléctricos en el **transporte público** mayor y menor en las distintas ciudades del país.



Apoyar la **investigación y desarrollo** de la electromovilidad y potenciar la formación del **capital humano** en sus distintos niveles que permita su avance.



Impulsar el desarrollo de la electromovilidad, generando nuevos equilibrios que permitan que el mercado se sustente a sí mismo.



Generar espacios de **transferencia de conocimiento** y difusión de la **información** necesaria para que los distintos actores puedan tomar decisiones óptimas respecto de la electromovilidad.





D.- ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO:

Los sistemas de almacenamiento de energía no producen energía por sí mismos, sino que permiten absorberla desde una fuente en un momento determinado, y entregarla posteriormente para su consumo.

Según lo indica el Centro de Sistemas Sustentables, de la Universidad de Michigan, las tecnologías de almacenamiento están siendo desarrolladas, al menos, desde la primera mitad del siglo XIX. No hay una única forma de clasificar los sistemas de almacenamiento. Sin embargo, lo más común es hacerlo a partir de la forma de energía que es almacenada. Así, es posible distinguir los sistemas de almacenamiento eléctricos, químicos, electroquímicos, mecánicos, hidráulicos y térmicos.

A la fecha, los sistemas de almacenamiento de energía se han masificado en aplicaciones donde no se requieren altos volúmenes de energía. No obstante, la investigación y desarrollo en esta área tomó fuerza, primero con la crisis del petróleo en EE.UU. de los años 70s y, más recientemente, a partir del impulso dado por la industria de la movilidad eléctrica.

Desde la perspectiva de las aplicaciones en la red eléctrica, que requieren grandes volúmenes de energía, los sistemas de almacenamiento más comunes son los de bombeo. Estos emulan la operación de una central hidroeléctrica, ya que utilizan energía eléctrica para bombear grandes volúmenes de agua hacia un depósito ubicado a una cierta altura, almacenando la energía en forma de energía potencial. Para extraer la energía, se deja caer el agua sobre una turbina, la cual está acoplada a un generador eléctrico.

Con los últimos desarrollos tecnológicos, el almacenamiento electroquímico en formas de baterías ha ido aumentando la cantidad de energía almacenable, al mismo tiempo que ha reducido considerablemente sus costos de inversión.

El primer sistema de almacenamiento conectado a la red eléctrica instalado en Chile está en la Subestación Eléctrica Andes, y fue puesto en servicio en 2009.¹⁶

Chile fue pionero en el mundo en esta aplicación. Desde el año 2008 contó con Sistemas de Almacenamiento, dispuestos para aportar a la regulación primaria de frecuencia. Gracias a su creciente versatilidad, todavía en el país es considerada una tecnología nueva y disruptiva.

La Ley de Transmisión, promulgada el año 2016, incorporó visionariamente a los Sistemas de Almacenamiento de Energía como infraestructura que aporta a la seguridad, suficiencia y eficiencia del sistema eléctrico, por lo que puede participar en los mercados de energía, potencia, servicios complementarios y transmisión.

A la fecha, existe un elevado nivel de avance en las materias regulatorias -nuevos reglamentos- que permiten que los Sistemas de Almacenamientos operen en el sistema eléctrico chileno.

Actualmente, está en vigencia el reglamento que identifica sus modos de operación en los diferentes mercados y, por otro lado, los temas asociados a la remuneración, específicamente, los pagos por participar en el mercado de Capacidad o Suficiencia ya están siendo abordados mediante una actualización del régimen vigente. Estas definiciones regulatorias, permitirán situar a Chile como líder mundial de Sistemas de Almacenamiento de Energía.

La primera aplicación de Sistemas de Almacenamientos bajo la nueva Ley, será el proyecto de AES Gener “Virtual Reservoir”, el cual integra baterías de litio de 10 MW y cinco horas de duración, operando en forma integrada a la central hidroeléctrica de pasada Alfalfa, en la zona central de Chile. El proyecto, actualmente en construcción, entró en operación durante marzo de 2020.

Ahora bien, el principal desafío es lograr capturar en una señal de precios adecuada y consecuente, todo el valor que poseen los Sistemas de Almacenamiento en un contexto de desarrollo sustentable y sostenible, tanto en los mercados de energía, de potencia, así como en el de transmisión. No es sólo el valor de una unidad de energía o de potencia, sino que el valor de gestionar la energía renovable que dispone Chile las 24 horas del día, el valor de desplazar unidades de punta que hoy operan a diésel en las horas de mayor demanda, el valor de crecer con un sistema de transmisión más eficiente en costos, tiempos constructivos e impactos ambientales y comunitarios, el valor de disponer de una herramienta para gestionar la flexibilidad exenta de emisiones. Valorar estos atributos es, sin duda alguna, una tarea que debemos alcanzar con éxito.¹⁷

16. <https://acera.cl/tecnologias/>

17. <https://acera.cl/almacenamiento-de-energia-un-factor-clave-en-la-transicion-energetica-de-chile/>

2.4. Compromisos

POLÍTICOS

2.4.1. POLÍTICA ENERGÉTICA 2050

Uno de los compromisos políticos más relevantes para el sector energético en Chile es la Política Energética 2050, publicada por el Ministerio de Energía en 2015. Esta política, resultado de un proceso abierto y participativo, establece lineamientos de largo plazo con el objetivo de desarrollar un sector energético confiable, sostenible, inclusivo y competitivo.

La política descansa sobre cuatro pilares: (i) seguridad y calidad del suministro; (ii) energía como motor de desarrollo; (iii) energía compatible con el medio ambiente; y (iv) eficiencia y educación energética. En este contexto, establece una serie de atributos/desafíos para el sector al largo plazo, dentro de los cuales destacan los siguientes:

- El país tiene un sistema eléctrico inteligente, que empoderará a los ciudadanos y las organizaciones, pasando de un consumidor pasivo a un “productor/gestor/consumidor” que maneja y usa de manera inteligente la energía, haciendo un sistema más seguro frente a las contingencias.
- El sector energético está abierto a la innovación, el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en producción y consumo eficiente, así como el desarrollo de capital humano.
- La infraestructura energética genera bajos impactos ambientales los que son primero evitados, mitigados y compensados, considerando el desarrollo energético y sus implicancias en ecosistemas aéreos, terrestres, marinos y de aguas continentales.
- El sistema energético se destaca por ser bajo en emisiones de gases efecto invernadero y es un instrumento para impulsar y cumplir los acuerdos internacionales para un futuro climático seguro.
- La eficiencia y la gestión energética contribuyen al desarrollo sustentable de nuestras industrias, ciudades y sistemas de transporte.

Asimismo, la Política Energética 2050 fija una serie de metas concretas para el 2035 y el 2050, de manera de poder asegurarse de avanzar en hacer realidad la visión establecida, dentro de las cuales destacan como principales las siguientes:

Tabla 6. Metas Política Energética 2050

Lineamiento/Atributo	Meta al 2035	Meta al 2050
Sistema bajo en emisiones de gases efecto invernadero.	Al menos el 60% de la generación eléctrica proviene de fuentes renovables.	Al menos el 70% de la generación eléctrica proviene de fuentes renovables.
	El país reduce en al menos un 30% la intensidad de sus emisiones de gases de efecto invernadero con respecto al 2007.	Las emisiones de GEI del sector energético son coherentes con los límites definidos por la ciencia a nivel global.
La eficiencia y la gestión energética contribuyen al desarrollo sustentable de nuestras industrias, ciudades y sistemas de transporte.	El 100% de los grandes consumidores de energía industriales, mineros y del sector transporte deberán contar con sistemas de gestión de energía e implementación de mejoras de eficiencia energética.	El 100% de las edificaciones nuevas cuenta con estándares OCDE de edificación eficiente y cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.

2.4.2. RUTA ENERGÉTICA 2018-2022

En 2018, el gobierno de Sebastián Piñera presentó la Ruta Energética 2018-2022, una propuesta desarrollada a través de un proceso participativo que considera como punto de partida la Política Energética 2050. Al igual que la Política 2050, la Ruta Energética define metas a corto y mediano plazo con énfasis en el desarrollo sostenible, las futuras generaciones y la descontaminación.

La Ruta Energética 2018-2022 establece siete ejes prioritarios, dentro de los cuales destacan el avanzar en la producción de energía baja en emisiones, transporte eficiente y eficiencia energética.



Eje/Compromiso	Acciones/Medidas
Energía baja en emisiones	<p>Propuesta de Ley de Cambio Climático, que incluya la generación de una institucionalidad en la materia, así como la definición de los instrumentos de gestión ambiental que permitan implementar la estrategia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>Regulación de los biocombustibles sólidos como la leña y sus derivados, otorgando al Ministerio de Energía las atribuciones necesarias para establecer especificaciones técnicas y el reglamento de aplicación para la comercialización de la leña en zonas urbanas.</p>
Transporte Eficiente	<p>Fomentaremos la incorporación de buses con tecnología de alta eficiencia como eléctricos, de hidrógeno, a gas natural u otros.</p> <p>Eliminación de las restricciones normativas existentes para el uso de gas en vehículos particulares.</p>
Eficiencia Energética	<p>Desarrollaremos la definición y certificación “Net Zero Energy” en Chile, para edificaciones de uso público y residencial.</p> <p>Fomentaremos el cambio hacia medidores inteligentes y tele-gestionados en hogares, para llegar a un 20% de los hogares de Chile.</p>

Asimismo, la Ruta Energética 2018-2022 identifica diez megacompromisos asociados a los ejes establecidos, dentro de los cuales destacan los siguientes:

- Iniciar el proceso de descarbonización de la matriz energética, a través de la elaboración de un cronograma de retiro o reconversión de centrales a carbón, y la introducción de medidas concretas en electromovilidad.
- Aumentar, en al menos 10 veces, el número de vehículos eléctricos que circulan en nuestro país.
- Alcanzar cuatro veces la capacidad actual de generación distribuida renovable de pequeña escala (menor a 300 KW) al 2022.



2.4.3. LEYES DE FOMENTO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Chile lleva más de diez años impulsando el desarrollo de las energías renovables no convencionales (ERNC), a partir de la convicción de que esta es la mejor estrategia para avanzar hacia una matriz energética más segura, competitiva y sustentable. El objetivo de fomentar el desarrollo de las ERNC es diversificar una matriz energética excesivamente dependiente de combustibles fósiles importados y de la hidroelectricidad, una fuente crecientemente sometida al riesgo de sequías y los efectos del cambio climático. En ese contexto, y dado que se identificó un tremendo potencial de fuentes renovables no convencionales en el país, se han promulgado una serie de leyes para acelerar la implementación de este tipo de tecnologías.

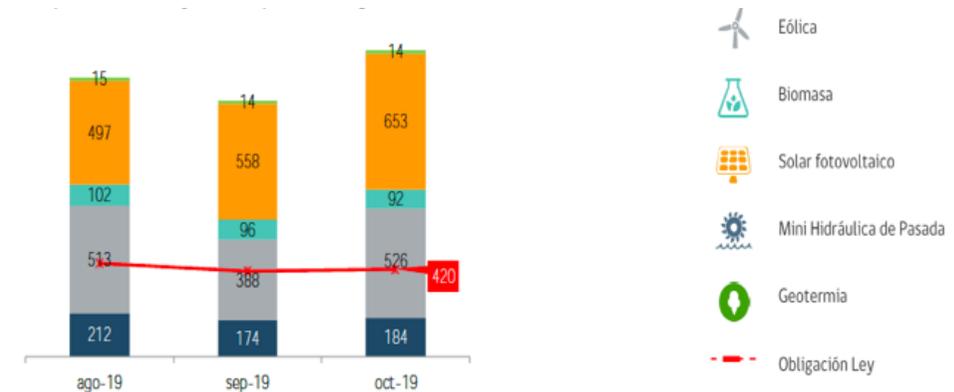
La primera ley en darle un apoyo importante y explícito a las ERNC fue la Ley N° 20.257 del 2008, que estableció una cuota mínima creciente para la electricidad generada por este tipo de tecnologías exigible a partir de 2015. Esta ley establecía como meta que al 2024, al menos, un 10% de los retiros del sistema eléctrico provinieran de fuentes ERNC, definidas como biomasa, mini hidro (hasta 20 MW de capacidad instalada), geotermia, solar, eólica y mareomotriz.

Posteriormente, la Ley N° 20.698 del 2013 actualizó la meta, estableciendo una participación mínima de 20% al 2025.

Estas leyes han resultado fundamentales para darle el impulso inicial a las fuentes ERNC, demostrando un compromiso político de largo plazo con este tipo de tecnologías. Sin embargo, no se han transformado en una restricción, ya que los retiros de energía generada por fuentes ERNC sistemáticamente han superado la cuota establecida por ley. De hecho, si se revisan los datos de octubre de 2019, la inyección fue de 1.469 GWh, mientras que lo exigido por ley era sólo 420 GWh; es decir, un cumplimiento de un 350%.

Cabe destacar que del total ERNC generado, la generación solar fotovoltaica y eólica, representaron en conjunto un 80%.

Gráfico 15. Cumplimiento de leyes ERNC por tecnología



Fuente: Coordinador Eléctrico Nacional.



3. Tendencias del

SECTOR ENERGÍA

3.1. Tendencias a Nivel Internacional

El consumo de energía es uno de los grandes responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), causante directo del proceso del calentamiento global.

En consecuencia, se están haciendo esfuerzos importantes a nivel mundial por tratar de desacoplar el crecimiento económico del consumo de energía y por reducir la huella de carbono de dicho consumo. Esto considera avanzar fuertemente en el tema de eficiencia energética y en producir/consumir energía de la manera más limpia posible. Para ello se requiere transicionar hacia un consumo energético donde los combustibles fósiles vayan perdiendo participación y se vaya registrando un mayor consumo de electricidad. Asimismo, se requiere avanzar hacia una matriz eléctrica cada vez más sustentable, es decir, donde las fuentes renovables (solar, eólica, geotérmica, hidro, mareomotriz, etc.) tengan una creciente participación.

La Agencia Internacional de Energía (AIE) considera tres escenarios al momento de hacer sus proyecciones de consumo de energía: (i) escenario donde se mantienen las políticas actuales; (ii) escenario que asume que se implementan las políticas ya anunciadas; y (iii) escenario “sustentable”, donde se implementan las políticas necesarias para limitar el aumento de las emisiones de GEI y de la temperatura global a 2 grados celsius por sobre los niveles preindustriales. Para efectos de este informe, se va a utilizar como referencia el escenario stated policies, que asume que se implementan las políticas ya anunciadas. No obstante, cabe señalar que las tendencias son comunes para los tres escenarios y lo único que varía es la velocidad en que se producen.

Principales Tendencias

- **Desaceleración del aumento del consumo de energía.** El consumo de energía primaria aumenta 25% al 2040, a una tasa anual de 1%. Esto representa una desaceleración del aumento del consumo, en relación al crecimiento anual de 2%, registrado entre el 2000 y el 2018. Esta disminución se produce debido a un cambio estructural, dirigido a producir menos intensidad en energía y más eficiencia.

- **Electrificación del consumo energético.** La mitad del aumento en el consumo de energía al 2040, es cubierto por energías bajas en emisiones de carbono, lideradas por el sector eléctrico, en el que el aumento de capacidad instalada está dominado por fuentes de generación renovables. No obstante, con excepción del carbón, aumenta la demanda por todo el resto de fuentes energéticas, incluidos el petróleo y, particularmente, el gas natural, que se espera cumpla un rol fundamental en darle mayor flexibilidad a un sistema eléctrico con una creciente participación de energías renovables variables (eólica y solar).

Tabla 8. Demanda mundial de energía primaria por combustible y escenario

			Stated Policies		Sustainable Development		Current Policies	
	2000	2018	2030	2040	2030	2040	2030	2040
Coal	2 317	3 821	3 848	3 779	2 430	1 470	4 154	4 479
Oil	3 665	4 501	4 872	4 921	3 995	3 041	5 174	5 626
Natural gas	2 083	3 273	3 889	4 445	3 513	3 162	4 070	4 847
Nuclear	675	709	801	906	895	1 149	811	937
Renewables	659	1 391	2 287	3 127	2 776	4 381	2 138	2 741
Hydro	225	361	452	524	489	596	445	509
Modern bioenergy	374	737	1 058	1 282	1 179	1 554	1 013	1 190
Other	60	293	777	1 320	1 109	2 231	681	1 042
Solid biomass	638	620	613	546	140	75	613	546
Total	10 037	14 314	16 311	17 723	13 750	13 279	16 960	19 177
Fossil fuel share	80%	81%	77%	74%	72%	58%	79%	78%
CO₂ emissions (Gt)	23.1	33.2	34.9	35.6	25.2	15.8	37.4	41.3

Fuente: World Energy Outlook 2019, IEA

- **La demanda por petróleo sigue aumentando hasta el 2025**, tras lo cual se produce una desaceleración significativa que termina en una demanda plana a partir del 2030. Estados Unidos sigue fortaleciendo su rol como productor y exportador de hidrocarburos.
- **Al 2040**, se espera que el 35% del aumento del consumo de energía se deba al sector industrial, principalmente al mayor consumo de gas natural y electricidad. En el caso del sector transporte, solo la mitad del aumento del consumo será cubierto por petróleo, siendo la otra mitad cubierta por electricidad y biocombustibles. Por último, en el caso del sector construcción, se va a registrar un significativo aumento en el consumo de electricidad, gatillado por una mayor demanda por aire acondicionado y una rápida penetración de la digitalización y del uso de aparatos y/o dispositivos eléctricos.
- **A partir del 2030**, se espera que el uso directo de fuentes renovables (por ejemplo, biocombustibles, biogás y calefacción solar térmica) y el uso del hidrógeno, emerjan y empiecen lentamente a ganar participación en el consumo final de energía.

Tabla 9. Consumo final de energía por sector, combustible y escenario

			Stated Policies		Sustainable Development		Change 2018-2040	
	2000	2018	2030	2040	2030	2040	STEPS	SDS
Industry	1 881	2 898	3 460	3 839	2 949	2 904	940	5
Transport	1 958	2 863	3 327	3 606	2 956	2 615	742	-249
Buildings	2 446	3 101	3 455	3 758	2 735	2 709	657	-391
Other	758	1 092	1 365	1 470	1 264	1 272	378	180
of which: feedstock	433	549	743	825	681	707	277	158
Electricity	1 092	1 915	2 503	3 061	2 349	2 902	1 146	988
District heat	248	296	313	312	264	224	16	-72
Hydrogen*	0	0	1	2	6	65	2	65
Direct use of renewables	272	482	696	876	887	1 142	395	660
of which: modern bioenergy	263	430	592	718	729	873	288	443
Natural gas	1 127	1 615	2 032	2 360	1 816	1 719	746	105
Oil	3 124	4 043	4 469	4 561	3 695	2 838	518	-1 205
Coal	542	984	979	954	746	533	-29	-451
Solid biomass	638	620	613	546	140	75	-74	-545
Total	7 043	9 954	11 607	12 672	9 904	9 500	2 718	-455

- **Descarbonización y electrificación de la matriz energética.** Se espera una mayor participación de la electricidad y una menor presencia del carbón y del petróleo en el consumo energético al 2040. El consumo eléctrico crece 55% al 2040, impulsado principalmente por el aumento de la demanda de China e India. Esto lleva a un aumento de la participación de la electricidad en el consumo total de energía del actual 19% a un 24%.
- **Mayor participación de fuentes renovables en la generación de electricidad.** De aquí al 2040, se espera que el 50% del aumento en la demanda de electricidad sea cubierto por energía eólica y solar fotovoltaica. Esto significa que las energías renovables van a alcanzar al carbón en importancia hacia el 2025, lo cual va a requerir una mayor flexibilidad en la operación de los sistemas eléctricos. Asimismo, la hidroelectricidad se mantiene como la principal fuente renovable. Sin embargo, al 2040 la energía eólica prácticamente la alcanza en términos de participación gracias al fuerte aumento de la capacidad instalada off shore.

Tabla 10. Generación mundial de electricidad por combustible, tecnología y escenario

			Stated Policies		Sustainable Development		Change 2018-2040	
	2000	2018	2030	2040	2030	2040	STEPS	SDS
Coal	5 995	10 123	10 408	10 431	5 504	2 428	307	-7 695
Oil	1 207	808	622	490	355	197	-319	-611
Natural gas	2 760	6 118	7 529	8 899	7 043	5 584	2 781	-534
Nuclear	2 591	2 718	3 073	3 475	3 435	4 409	757	1 691
Hydro	2 613	4 203	5 255	6 098	5 685	6 934	1 895	2 731
Wind and solar PV	32	1 857	5 879	9 931	7 965	15 503	8 073	13 645
Other renewables	217	739	1 344	2 020	1 785	3 628	1 281	2 889
Total generation	15 436	26 603	34 140	41 373	31 800	38 713	14 770	12 110
Electricity demand	13 152	23 031	29 939	36 453	28 090	34 562	13 422	11 531

A nivel internacional destacan tres tendencias clave o megatendencias para el futuro del sector energético: (i) descarbonización, (ii) digitalización, y (iii) energía distribuida, entendiéndose esta última como descentralización de la generación eléctrica.

I. Descarbonización

En el informe de 2017 *Perspectives for the Energy Transition* 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 como el principal desafío del sector energético, la transición hacia una composición baja en emisiones de carbono de manera de poder limitar el aumento de la temperatura a menos de 2 grados Celsius. El tema es que dicha descarbonización tiene que ser transversal, profunda y rápida, asimismo, debe resguardar la seguridad de suministro y el costo de la energía.

En particular, el informe señala que la descarbonización del sector va a requerir “una reorientación fundamental de las inversiones para aumentar la oferta de energía, así como un rápido aumento de las inversiones por demanda de energía baja en carbono”²⁰. Entonces, si bien no se estima que las inversiones requeridas por el lado de la oferta sean superiores a las que se están llevando a cabo actualmente, éstas tendrán que migrar desde los combustibles fósiles a fuentes renovables y a financiar infraestructura de transmisión y distribución para poder absorber adecuadamente la creciente participación de las energías renovables.

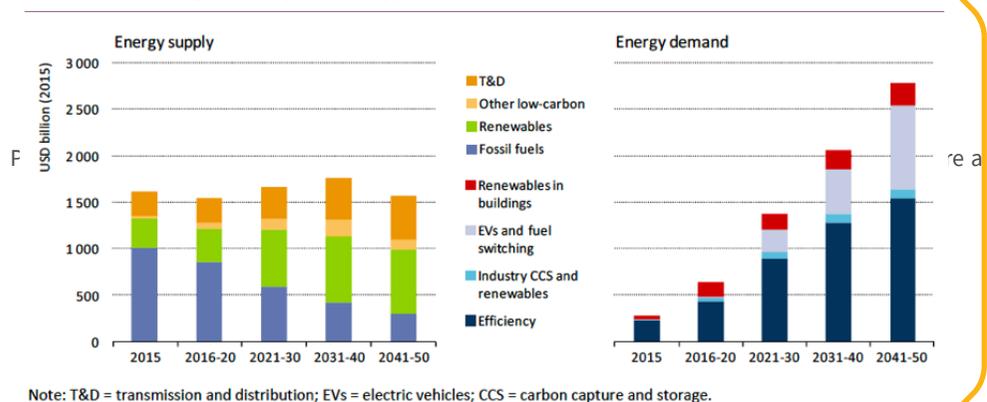
la demanda de energía, en particular en eficiencia energética, vehículos eléctricos, captura y secuestro de carbono (CCS) y en edificios y construcciones sustentables.

Cabe destacar el importante rol que se le asigna al sector transporte en el proceso de descarbonización del sector energía. El sector transporte se encuentra rezagado en comparación con el sector de generación eléctrica, en lo que se refiere al tránsito desde el consumo de combustibles fósiles hacia fuentes renovables bajas en emisiones, habiéndose concentrado hasta el momento en temas de eficiencia. Esta situación debiese cambiar radicalmente dentro de la próxima década.

Considerando que el sector transporte representa 25% de las emisiones de GEI y es la principal causa de contaminación local, Europa ha tomado la delantera en este tema. En consecuencia, la Comisión Europea ha diseñado una estrategia de movilidad baja en emisiones de carbono que apunta a reducir las emisiones del sector al 2050 a un nivel equivalente al 60% de las emisiones en 1990, tendiendo a alcanzar las cero emisiones. Las principales acciones de la estrategia son:

- **Aumentar la eficiencia del sistema de transporte**, a través de aprovechar al máximo las tecnologías digitales, la tarificación inteligente e incentivando la transición hacia modos de transporte con menores emisiones.
- **Acelerar la implementación de alternativas de transporte bajas en emisiones**, tales como biocombustibles avanzados, transporte eléctrico, hidrógeno, combustibles renovables sintéticos. Además de remover barreras para la electrificación del transporte.
- **Avanzar hacia vehículos sin emisiones**, facilitando la penetración de los vehículos eléctricos y, al mismo tiempo, exigiendo mejoras continuas a los motores de combustión interna.

Gráfico 16. Promedio anual de oferta y demanda de energía global



II. Digitalización

Durante las próximas décadas, las tecnologías digitales van a tener un tremendo impacto en los sistemas energéticos en el mundo, volviéndolos más interconectados, inteligentes, eficientes, confiables y sustentables. Estos sistemas energéticos digitalizados, serán capaces de identificar a los consumidores de energía de manera de poder entregársela donde la requieren, oportunamente y al menor costo posible²¹. No obstante, junto con esta creciente digitalización de los sistemas energéticos, surgen importantes desafíos como la ciberseguridad y la privacidad de la información.

La digitalización en el sector energía, no es un fenómeno nuevo. Actualmente, las tecnologías digitales son ampliamente usadas por los consumidores y usuarios de energía. Sin embargo, se espera que durante la próxima década se implementen nuevas tecnologías digitales con un gran potencial transformador para el sector, tales como los vehículos autónomos, sistemas inteligentes en los hogares y máquinas con la capacidad de aprender. Estas tecnologías van a impactar a todos los sectores de consumo: transporte, industria y construcción.

En el caso del sector transporte, la digitalización va a tener su mayor impacto en el transporte terrestre, en particular a través de la conectividad y la automatización (junto con el aumento de la electrificación), las cuales se espera reformulen dramáticamente la manera como se movilizan las personas.

El sector industrial va a seguir implementando tecnologías digitales para mejorar la seguridad y reducir costos. En particular, se van a implementar controles de procesos avanzados y sensores inteligentes para eficientar costos y generar ahorros de energía, así como también análisis de data para predecir fallas en los equipos. Otras tecnologías que se espera sigan teniendo gran impacto son la impresión 3D, la conectividad entre equipos y la inteligencia artificial.

Por último, se espera que en el sector construcción, la digitalización permita alcanzar ahorros de energía de un 10% a través del uso de data en tiempo real para mejorar la eficiencia operacional de los edificios. En este sentido, van a ser clave aplicaciones tales como la iluminación inteligente, los termostatos inteligentes (que pueden predecir el comportamiento de los usuarios en base al comportamiento histórico) y el uso de pronósticos climáticos en tiempo real para anticipar las necesidades de calefacción o aire acondicionado.

Por otra parte, la digitalización va a tener un tremendo impacto en el sector eléctrico. Se estima una reducción de 5% en el costo anual de generación eléctrica a través de una reducción en los costos de operación y de mantenimiento; una mejora en la eficiencia de las plantas y de la red de transmisión y distribución; una reducción en los cortes no planificados y en la duración de los mismos; y una mayor extensión de la vida útil de los activos. Un ejemplo de esto, es el uso de drones para monitorear las líneas de transmisión.

Sin embargo, el principal impacto de la digitalización en el sector eléctrico será su habilidad para eliminar los límites entre los distintos subsectores, aumentando la flexibilidad y permitiendo la integración a través de todo el sistema. El mejor ejemplo de esto será la capacidad de la digitalización de borrar la distinción entre generación y consumo de electricidad. Al respecto, cabe destacar cuatro tendencias que se avizoran:

- **Respuesta inteligente de la demanda.** Las aplicaciones y aparatos inteligentes, al estar interconectados y poder interactuar con el sistema, van a permitir evitar la construcción de infraestructura de generación.
- **Mejor integración de energías renovables variables.** La digitalización va a permitir a las redes de transmisión y distribución responder de mejor manera a la demanda de electricidad, aprovechando las ventanas de generación eólica y solar.
- **Tecnologías inteligentes de carga para vehículos eléctricos.** Van a permitir cargar los vehículos durante períodos de baja demanda eléctrica y/o oferta abundante.
- **Desarrollo de recursos energéticos distribuidos.** La digitalización, a través de generar incentivos y facilitar el almacenamiento y venta de energía por parte de los consumidores que producen, va a permitir masificar tecnologías como las instalaciones solares y almacenamiento a nivel doméstico.



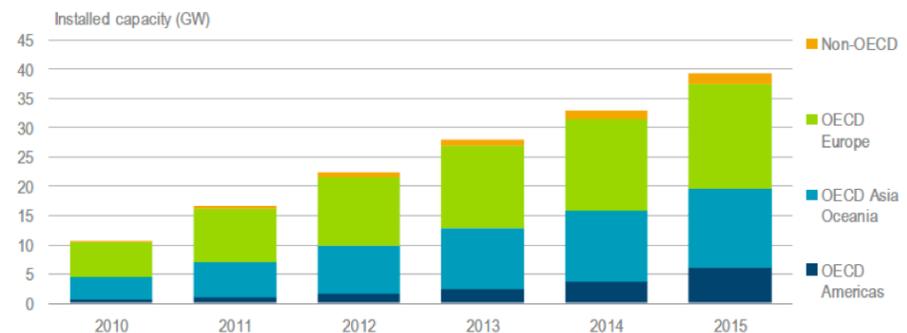
III. Energía distribuida

Hasta ahora las redes de alto y medio voltaje estaban diseñadas para transmitir electricidad hacia los consumidores con redes de distribución de bajo voltaje. Con el surgimiento de consumidores que también producen electricidad (principalmente a través de paneles solares instalados en sus hogares), la irrupción de medidores y sistemas inteligentes, y la electrificación de los sectores de consumo final, está cambiando la manera en que las redes locales se planifican y operan .

En consecuencia, muchos países están migrando desde un esquema pasivo de distribución de electricidad a los consumidores, a un sistema “inteligente” con flujos bidireccionales, tanto de energía como de información.

Entre 2010 y 2015, la capacidad global instalada de generación solar residencial se multiplicó por cuatro, desde poco más de 10 GW a casi 40 GW. Hasta el momento, esta tendencia se ha focalizado en los países miembros de la OCDE. No obstante, con la caída en el costo de esta tecnología, así como de las baterías, se espera que durante la próxima década esta tendencia se replique en los países en desarrollo.

Gráfico 16. Promedio anual de oferta y demanda de energía global



Notes: Residential PV is defined as smaller than 20 kilowatts (kW) installed capacity; OECD = Organisation for Economic Co-operation and Development.

3.1.1. CONTEXTOS ENERGÉTICOS Y EXPERIENCIAS INTERNACIONALES EN TRANSICIÓN ENERGÉTICA

La transición energética hacia un sistema bajo en emisiones de carbono ha sido una estrategia de largo plazo que muchos países han empezado a implementar. Existe la expectativa de participar activamente en la conducción de un esfuerzo global para alcanzar energía limpia y una reducción en la emisión de gases invernadero. Aunque cada país tiene características diferentes, una cooperación estratégica a nivel internacional, es esencial para cumplir los objetivos de la Transición Energética tanto local como global. Sin embargo, cada país ha podido avanzar en mayor o menor medida, y además con resultados diversos en sus estrategias y políticas relacionadas con esta transición, produciendo una brecha de conocimiento al no existir datos científicos comparables en esta materia.

Aunque si se toma en cuenta el contexto, los hitos, situación actual y los desafíos, se puede decir que la infraestructura, instrumentos políticos y la reforma del mercado, están jugando un papel clave en los procesos de transición de los países que están liderando el cambio. Mientras que se espera que los combustibles fósiles y la energía nuclear, sean retirados en algunas naciones, otras, tienen planes más ambiciosos, más allá del Sector Energético y para alcanzar la autosuficiencia.

Por estos motivos, se hace necesaria una cooperación internacional, especialmente entre los países que lideran la transición, que integre múltiples niveles como el político, el económico, el científico, y el público para permitir un tránsito hacia sistemas energéticos más limpios, eficientes y baratos.

Dentro de ese marco, se presentan a continuación algunos datos acerca de la realidad energética de algunos países líderes en materia energética (Alemania y China) y sus experiencias relacionadas con la Transición Energética, lo anterior a fin de establecer algunos alcances y paralelos con nuestra realidad energética nacional.

A.- Alemania:

En 2010, Alemania configuró un plan para alcanzar una transición energética con objetivos a corto y largo plazo para la ruta hacia 2020, 2030, 2040 y, finalmente, aumentar en un 80% la porción de renovables en el consumo de energía para el 2050. Como un marco de políticas integradas cubriendo todos los sectores de la energía y la economía, esta política ahora se conoce ampliamente como la Transición Energética Alemana (la llamada “Energiewende”).

Tabla 11. Objetivos Clave de la Energiewende

	Objetivo (Comparado con 1990)	2016	2020	2030	2040	2050
Emisión de GEI		-27,3%	-40%	-55%	-70%	-80% ~ -95%
Energías Renovables	Porción del consumo energético total	31,6%	35%	50%	65%	80%
	Porción del consumo energético total final	14,8%	18%	30%	45%	60%
Eficiencia Energética	Consumo de energía primaria (Comparado con 2008)	-6,5%	-20%			-50%
	Consumo total de electricidad (Comparado con 2008)	-3,6%	-10%			25%
	Consumo de energía primaria en edificios (Comparado con 2008)	-18,3%				-80%
	Consumo de Calefacción en edificios (Comparado con 2008)	-6,3%	-20%			
	Consumo final de energía en el sector de transportes	4,2%	-10%			-40%
Retiro gradual de energía Nuclear	Cierre gradual de las plantas nucleares para 2020					
Vehículos Eléctricos	Un millón de vehículos eléctricos en las calles para 2020					

Fuente: BMWi, 2018

Para entender el punto en el que se encuentra Alemania en su transición energética, hay que observar su sistema energético completo. La expansión de las energías renovables ha sido un pilar central en este proceso de transición.

En décadas recientes, Alemania ha diversificado significativamente su mixtura de electricidad hacia las energías renovables, las cuales crecieron de un 4% en 1990 a 33% en 2017 (Tabla anterior). Aunque, la porción de renovables en otros sectores (transporte y climatización) no se ha incrementado proporcionalmente, debido al fuerte enfoque en el sector eléctrico. Para hacerse una idea de la situación actual de la transición alemana, la Tabla siguiente muestra el consumo de energía primaria en 2017. Aunque las renovables suman un 13-14% del consumo total de energía primaria, la Biomasa aún domina este segmento y lo eólico, solar y termo-solar, suman combinados sólo alrededor del 4% (Tabla). Entonces, pese a los enormes esfuerzos realizados, aún queda mucho camino por recorrer para que Alemania alcance los objetivos que definió.

Tabla 12. Fuentes de energía para la producción total de electricidad en Alemania 2017

Otro	4%	* Eólico	16,1%
Petróleo	9%	Hidro	3,1%
Gas Natural	13,3%	Biomasa	6,9%
Nuclear	11,7%	Solar	6%
Carbón piedra	14,3%	Desperdicio	0,9%
Lignito	22,7%		
Renovables*	33%		

Fuente: BMWi, 2018

Tabla 13. Consumo de energía primaria en Alemania 2017

Otros	0,37%	* Biomasa	6,24%	Bomba de calor	0,33%
Nuclear	6,13%	Biocombustible	0,89%	Geotérmica	0,09%
Carbón	11,02%	Eólico	2,73%	Desperdicio	0,97%
Lignito	11,17%	Fotovoltaico	1,07%		
Gas	23,68%	Termosolar	0,21%		
Petróleo	34,59%	Hidro	0,53%		
Renovables*	13,04%				

Fuente: BMWi, 2018



B.- China:

En 2014, el gobierno chino hizo el llamado a una “Revolución Energética”, con especial énfasis en la reducción del consumo de energía, aumento del suministro de energía, mejora de la tecnología energética y reforma institucional (IEA, 2017). Esta “revolución”, que busca ser la ruta para la construcción de una sociedad más ecológica y la transición hacia un sistema de energía más limpio, está motivada por la necesidad de mejorar la calidad del aire, combatir el cambio climático y, eventualmente, reducir la dependencia de combustibles fósiles.

La estrategia china tiene varios elementos. En política industrial (plan “Made in China 2025”) pone énfasis en las ecotecnologías, como la energía renovable, vehículos eléctricos, y equipamiento avanzado de potencia. Asimismo, en el cambio hacia el suministro de energía y calefacción limpias y bajas en carbono, restringiendo el consumo de carbón. La transición también está ocurriendo en el área rural, por ejemplo, desde la biomasa tradicional hacia la energía comercial como la electricidad (Tabla a la derecha).

Durante los últimos 10 años, China ha comenzado a diversificar su mixtura energética y girar hacia la energía renovable. Desde 2005 a 2017, la porción de energía generada a través de fuentes renovables aumentó de 16% a 25%. Sin embargo, los combustibles fósiles aún dominan el sistema energético. Del total del consumo energético final, un 61% se relaciona con la industria, un 21% con el transporte, y el 14% con los edificios. El carbón es el combustible que domina, ya en 2016 equivalía al 39% del consumo final de energía, un 27% fue petróleo, un 19% electricidad, un 7% gas natural, un 5% calefacción, y un 2% bioenergía.

Pese al gran crecimiento reciente de la energía renovable en China, el actual sistema energético chino está lejos del desarrollo de los objetivos de ser limpio, eficiente, seguro, y sustentable. La mayoría de la energía proviene de fuentes termoeléctricas equivalente al 71% donde el carbón domina el sector. La energía nuclear permanece en el 4%. La hidroelectricidad suministró la mayoría de la energía renovable. Lo eólico alcanzó el 5% y lo solar el 2% del total de la energía generada.

Tabla 12. Fuentes de energía para la producción total de electricidad en Alemania 2017

Termo	71%	* Hidro	18%
Nuclear	4%	Eólico	5%
Renovables*	25%	Solar	2%

Fuente: China Electricity Council (2018).

Tabla 14. Objetivos dentro de los objetivos de la Revolución Energética de China

	Objetivo	2020	2030
Emisión de Carbono	Emisión de carbono por unidad de PIB (Comparado con 2015)	-18%	
	Emisión de CO ²		Punto más alto o antes
No Fósil	Emisión de carbono por unidad de PIB (Comparado con 2005)		-60% a 65%
	Combustible no fósil en la mixtura energética	15%	20%
	Gas Natural en la mixtura energética		15%
	Cantidad generada de energía no fósil generada del total de la generación de energía		50%
Eficiencia Energética	Demanda de nueva energía suministrada por energía limpia		Debiese estar mayormente realizado
	Consumo de energía por unidad del PIB (Comparado con 2015)	-15%	
Autosuficiencia Energética	Consumo primario de energía (unidad: billón ton. tce)	5%	6%
	Tasa de autosuficiencia energética		sobre 80%
Gobernanza Energética	A 2050, China debiese convertirse en un "participante importante" de la gobernanza energética internacional		
Visión hacia 2050	A 2050, el consumo primario de energía debiese ser estable, con más de la mitad viniendo de energía no fósil		

Fuente: BMWi, 2018

3.2 Tendencias a **NIVEL NACIONAL**

Las principales tendencias que se identifican a nivel internacional también aplican para Chile, ya que el país que se encuentra en pleno proceso de transición energética. De hecho, en el caso de la rápida incorporación de energías renovables a la matriz eléctrica, Chile se ha convertido en un referente a nivel mundial. Y si bien hace quince años, el 2005, no había generación eléctrica de fuentes renovables no convencionales (ERNC), siendo la única fuente renovable la hidroelectricidad tradicional, el 2015 la construcción de proyectos renovables alcanzó el 54%²³.

La plataforma de diálogo multisectorial “Escenarios Energéticos” desarrolló en 2018 un trabajo intersectorial, orientado a conocer las tendencias mundiales y características futuras del sector energético en Chile²⁴. Entre sus conclusiones, además de referirse a las tres megatendencias a nivel internacional (descarbonización, digitalización y energía distribuida), se identificaron dos tendencias más en el plano local: descontaminación local y descentralización política.

Con respecto a las tres megatendencias mundiales, en el caso de Chile, se detectaron brechas, siendo las principales en generación residencial o energía distrital y movilidad eléctrica. Esto se traduce en un atraso en el desarrollo de micro-redes urbanas y en una aún insignificante participación de los vehículos eléctricos dentro del parque automotor.

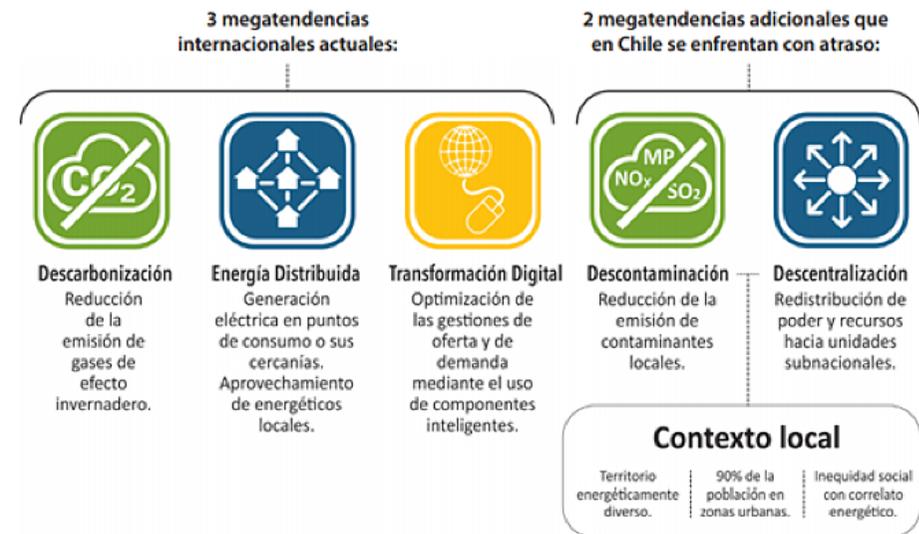
En países europeos, “la energía distrital forma parte de la planificación de proyectos inmobiliarios e industriales urbanos, integrando una visión de economía circular y usando calor residual industrial, por un lado, y demanda residencial o de otros sectores, por el otro”²⁵.

En los que se refiere a la electromovilidad, a la fecha, hay algo más de 200 vehículos eléctricos en el país y las ventas de este tipo de vehículos representan el 0,04% de las ventas totales, muy lejos del 1,1% de participación de las ventas a nivel internacional.

En el caso de la descontaminación local, se trata de un gran desafío para el país, sobre todo, en la zona centro – sur, donde la leña es el principal combustible a nivel residencial. En esta zona, Chile requiere disminuir de manera urgente las emisiones de contaminantes locales. De hecho, la descontaminación local ha sido identificada por la población como el principal problema medioambiental²⁶.

Por lo mismo, el año 2017, Chile implementó impuestos verdes para fuentes fijas que emitan contaminantes locales (MP, NOx, SO2) y globales (CO2). Su propósito central es apoyar y complementar los esfuerzos para disminuir la contaminación atmosférica local, así como mitigar los gases de efecto invernadero a un menor costo. El objetivo es generar incentivos para que se produzcan cambios en el comportamiento de los actores responsables de las emisiones, estableciéndose un costo por contaminar²⁷.

Por último, en Chile surge la descentralización como tendencia, en cuanto a la redistribución de poder y de recursos, principalmente, desde Santiago hacia las regiones. De hecho, se considera que esta tendencia -de las cuales ya se están viendo algunas señales- es condición necesaria y está muy relacionada al desarrollo de la energía distribuida²⁸.



23. Anuario Estadístico de Energía 2005–2015, CNE, 2017.

24,25,28. Futuro de la Energía en Chile, Escenarios Energéticos, 2018.

26. Resultados de la Encuesta Nacional de Medio Ambiente 2018.

27. Impuestos Verdes en Chile, Ministerio de Medio Ambiente & GIZ, 2018.

3.3 Situación Actual y

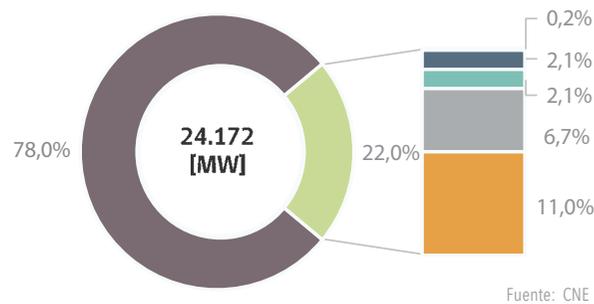
PERSPECTIVAS

Actualmente, Chile cuenta con una capacidad de generación instalada de 24.172 MW, que se compone de 52% termo, 26% hidro y un 22% ERNC. Por su parte, del 22% de capacidad de generación ERNC, 11% es solar fotovoltaica, 7% eólica, 2% hidro de pasada y 2% biomasa.

Otras tecnologías renovables con gran potencial en el país, como la geotermia o la termosolar (CPS), tienen una participación marginal, ya sea porque se encuentran en etapas de desarrollo temprano (termosolar) o porque, dado el sistema regulatorio actual, no pueden competir con los proyectos solares fotovoltaicos y eólicos (geotermia).

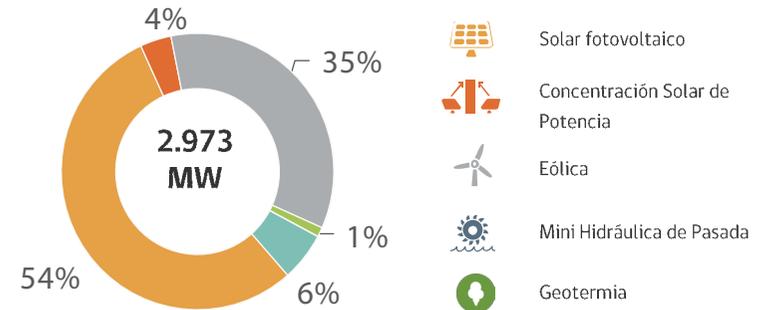
Actualmente, de los noventa proyectos de generación en construcción, 65% corresponden a proyectos ERNC (que significarán un aumento de 2.973 MW en la capacidad instalada), particularmente proyectos eólicos y solares fotovoltaicos²⁹.

Gráfico 18. ERNC y fuentes convencionales en la matriz nacional



Este auge de las inversiones en proyectos ERNC, se traducirá en un aumento de la participación de este tipo de tecnologías en la matriz eléctrica del actual 22% a un 30% al 2020 (cabe mencionar la relevancia de contrastar estas cifras con el escenario actual de pandemia mundial y sus efectos en el desarrollo de proyectos).

Gráfico 19. Proyectos ERNC declarados en construcción



Asimismo, a finales de noviembre de 2019 había noventa y nueve proyectos ERNC en proceso de evaluación ambiental, por un total de 4.771 MW y una inversión de US \$5.569 millones. De estos proyectos, 89% eran solares fotovoltaicos o eólicos.

Tabla 16. Estado de proyectos ERNC

Tecnología	Operación (1) [MW]	En Pruebas [MW]	Construcción [MW]	RCA Aprobada (2) [MW]	En Calificación [MW]
Biomasa (3)	502	9	171	1.090	12
Eólica	1.621	522	1.035	11.076	1.101
Geotermia	40	0	33	170	0
Mini Hidro (4)	512	36	0	773	15
Solar - PV	2.648	23	1.625	17.670	3.643
Solar - CSP	0	0	110	2.775	0
Total	5.322	590	2.973	33.553	4.771

Fuente: CNE, Ministerio de Energía, Coordinador Eléctrico Nacional.

Fuente: Anuario estadístico CNE 2019

Estas tendencias se pueden corroborar a la luz de los proyectos presentes en el informe de CBC, correspondientes a cifras al primer trimestre 2020, según stock de proyectos privados y estatales con cronogramas definidos en etapas de ing. conceptual, ing. Básica, ing. de detalle, construcción y terminados entre enero-marzo 2020³⁰. De un total de 132 proyectos vinculados al sector, el 37% corresponden a proyectos asociados a generación a partir de fuentes solares y eólicas, correspondiendo un 25% a centrales fotovoltaicas o termosolares y un 16% a parques eólicos.

Los especialistas del sector confirman la idea que el crecimiento de la matriz eléctrica en Chile se va a dar en base a las tecnologías solar fotovoltaica y eólica. Ambas tecnologías están maduras y probadas y sus costos siguen disminuyendo. Particularmente auspicioso se ve el futuro de la energía solar fotovoltaica, que está liderando la expansión del sistema eléctrico, dado la mejora de materiales de los paneles solares y al avance en los dispositivos de almacenamiento asociados a este tipo de tecnología. Se prevé, además, una disminución en sus costos de fabricación que incidirá en su masividad, conforme aumente su nivel de eficiencia.

Con respecto a otras fuentes renovables, en que el país tendría un gran potencial -como la geotermia, termosolar y mareomotriz-, existe consenso que tendrán un rol secundario, por lo menos en el corto y mediano plazo.

En el caso de la geotermia, si bien tiene un potencial tremendo e incluso ya existe una primera planta operativa, el riesgo y el alto requerimiento de capital de la primera etapa de exploración del recurso, hacen muy difícil que pueda competir con tecnologías maduras, como la solar fotovoltaica y la eólica. Por su parte, la tecnología mareomotriz se encuentra en una etapa de desarrollo muy inferior, debido a sus reducidas posibilidades comerciales. Por último, la tecnología termosolar podría aumentar su participación, pero eso requiere que sus costos disminuyan de manera que pueda competir con los proyectos solares fotovoltaicos y eólicos.

También existe consenso en que el país no tendrá problemas en cumplir con las metas que se ha impuesto en términos que las ER alcancen una participación del 60% al 2035 y de un 70% al 2050. De hecho, la mayoría cree que, de mantenerse la tendencia actual, dichas metas podrían alcanzarse anticipadamente, habiendo incluso algunos que señalan que las energías renovables podrían generar el 100% de la electricidad demandada por el país al año 2040.

El presidente de ACERA, José Ignacio Escobar, señala que *“tenemos ya algunos estudios hechos con universidades y otras instituciones que dicen que es técnica y económicamente factible llegar a un 70% de energías renovables al año 2030. Nosotros creemos que se podría llegar a un 100% al 2040, si se mantiene el crecimiento de los últimos años”*.

De hecho, es tal el potencial que tiene el país para el desarrollo de proyectos renovables, que Chilense podría convertir en un exportador de energía. Al respecto, el Ministro de Energía, Juan Carlos Jobet, señaló recientemente que la producción renovable *“va a ir en aumento porque tenemos mucho potencial, tanto que incluso podríamos transformarnos en exportadores de energía limpia para toda la región”*³¹.

No obstante, el crecimiento sostenido de las energías renovables como fuentes de generación eléctrica y la consecución de las metas establecidas en la Política Energética 2050, depende que se den una serie de condiciones, en particular que (i) disminuya el costo de almacenamiento de este tipo de energías, y (ii) se avance en la flexibilización del sistema, de manera que éste pueda absorber y aprovechar la creciente generación renovable y esté preparado para incorporar la generación domiciliaria.

30. Fuente: Corporación de Bienes de Capital, base de proyectos al 31 de marzo 2020, modelo empleo CBC.

31. Revista Electricidad.

4. Capital Humano del sector

ENERGÍA EN CHILE

En esta sección del informe, realizaremos un análisis de la información existente respecto al capital humano laboral en el sector de energía en Chile.

Si bien existen distintas complejidades respecto a la cantidad y calidad de datos respecto a este tema, se han utilizado fuentes de información de organismos públicos, que dan un dimensionamiento bastante cercano a la realidad y las cuales son capaces de entregar de manera general su distribución.

Las fuentes de información utilizadas, son organismos públicos que se detallan a continuación:

- **Encuesta Nacional de Empleo (ENE)** del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
- **Encuesta CASEN** del Ministerio de Desarrollo Social.
- **Información disponible** del Servicio de Impuestos Internos (SII).

4.1 Encuesta nacional de Empleo

OCUPACIÓN Y, DESOCUPACIÓN

Los indicadores oficiales de ocupación y desocupación se elaboran a partir de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE).

La ENE es aplicada a una muestra representativa de viviendas. Su objetivo es clasificar y caracterizar a la población de acuerdo a su situación laboral, es decir, si se trata de ocupados, desocupados o fuera de la fuerza de trabajo (inactivos), a partir de la realización de una serie de preguntas organizadas en un cuestionario.

A partir de las últimas modificaciones que INE ha realizado al instrumento, es posible realizar una proyección de la población a partir del CENSO 2017, de tal manera de poder calibrar los datos al momento actual.

Esta información permite calcular las tasas oficiales de desocupación, participación y ocupación diferenciadas por sexo y algunas categorías como la rama de actividad económica, situación en el empleo y los grupos ocupacionales. Así como indicadores sobre el mercado laboral, como la informalidad y la subutilización de la fuerza de trabajo.

Se considera en nuestra medición sólo a las personas mayores de 15 años, que corresponden a la “Población en Edad de Trabajar” (PET).

El número de personas mayores de 15 años que están interesados en trabajar, se llama “fuerza de trabajo”. Este grupo incorpora a las personas que están trabajando, “ocupados”, y a aquellos que no están trabajando, pero buscan trabajo (desocupados), los de quienes

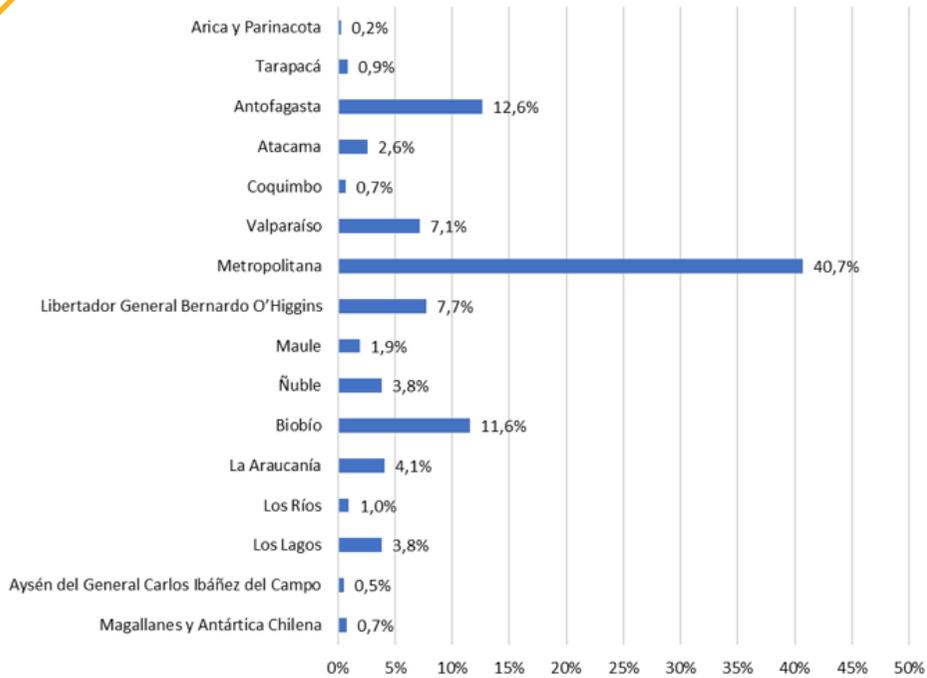
“buscan trabajo por primera vez” y de los que están “cesantes”.

Dentro de la PET, hay personas que, por diversos motivos, no pueden o no desean trabajar. A este grupo, le llamaremos “fuera de la fuerza de trabajo”.

En términos prácticos, para obtener la información recabada, se visitó la página web oficial del INE, donde se consultaron datos actualizados sobre las variables establecidas. La variable relacionada a la actividad económica, en la que participa el encuestado, se denomina “Rama actividad CIIU revisión 4”. En ella, se selecciona la subvariable llamada “Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado”. Es importante mencionar que en esta estimación queda fuera cualquier actividad relacionada al petróleo o carbón, por ejemplo, donde no existe detalle alguno para ese subsector.



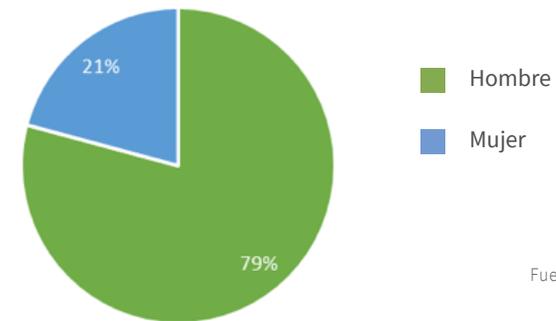
Gráfico 20. Distribución de personas empleadas por región.



Fuente: Encuesta ENE - INE

En los gráficos 18 y 19 observamos la distribución de la cantidad de empleados por regiones, y la distribución de esta variable en función del género para el trimestre móvil marzo-mayo 2020. Aquí, destaca la Región Metropolitana, que concentra más del 40% de los trabajadores de este subsector. Por otra parte, la proporción de hombres representa casi el 80% de personas empleadas en este rubro³². La base de información de la encuesta fueron 48.263 personas, según la estimación realizada a partir de los datos del CENSO 2017.

Gráfico 21. Distribución de personas empleadas por género.



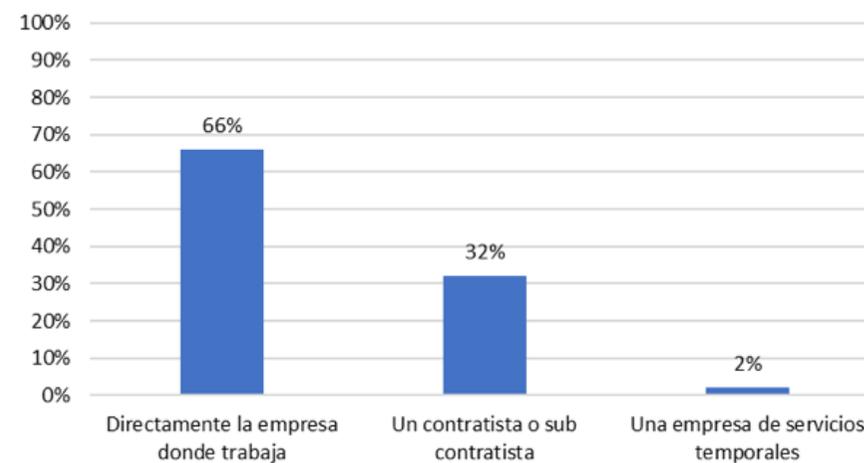
Fuente: Encuesta ENE - INE



Los trabajos en el sector energético se configuran, principalmente, como empleos directos, es decir, donde sus trabajadores se desempeñan directamente en la empresa que los contrata. En el siguiente gráfico, se observa que el 66% de éstos, se encuentra en dicha situación, mientras que un 32% se encuentran subcontratados.

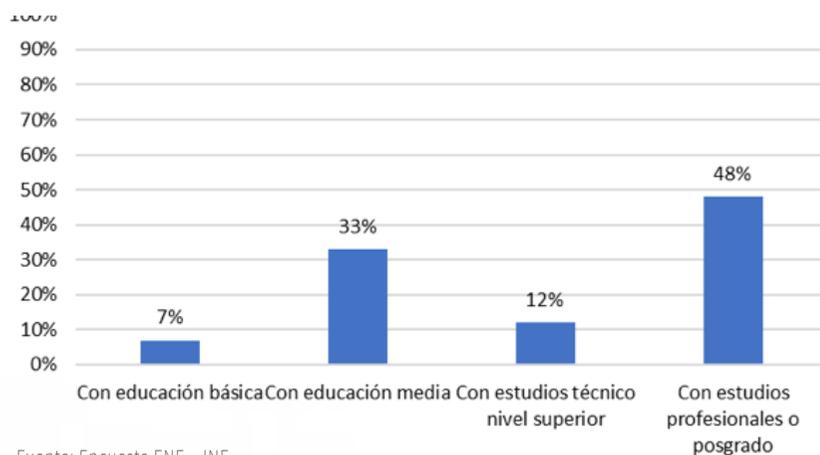
Respecto al nivel educacional de las personas encuestadas, destacan personas que han cursado distintos niveles en la educación superior con un 60% (TNS, profesional o posgrado), y quienes han ingresado a la Educación Media con un 33%. En el gráfico 20, se puede observar su distribución.

Gráfico 22. Quién contrata



Fuente: Encuesta ENE - INE

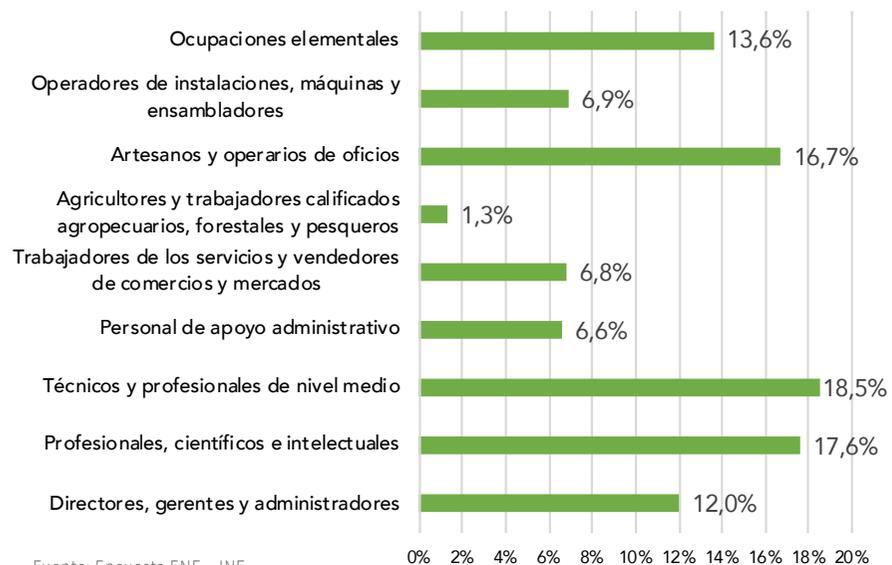
Gráfico 23. Distribución de empleados según nivel educacional.



Fuente: Encuesta ENE - INE



Gráfico 24. Distribución de empleados según categoría ocupacional

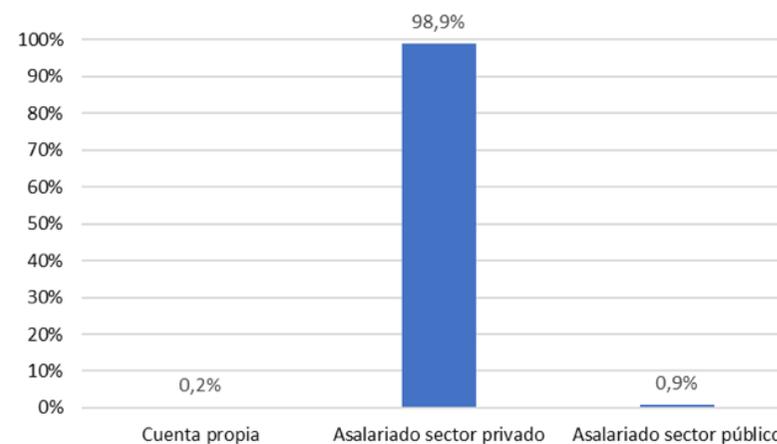


Fuente: Encuesta ENE - INE

En el siguiente gráfico, se analiza el perfil ocupacional de los empleados. En él, observamos que los perfiles de operario, técnicos y profesionales, y científicos concentran la mayor cantidad de empleados del sector³³.

Por último, se muestra la distribución por categoría laboral, en la que se confirma que casi el 100% de los encuestados trabajan de forma asalariada en el sector privado.

Gráfico 25. Distribución por categoría laboral



Fuente: Encuesta ENE - INE

33. Cabe recalcar que esta información no se encontraba disponible para el trimestre marzo-mayo 2020, por lo que para la construcción de este gráfico se utilizaron datos del trimestre móvil junio-agosto 2019. Se piensa que estas tendencias deberían permanecer relativamente estables entre una medición y otra.³¹ Revista Electricidad.

4.2 Encuesta CASEN

FUERZA LABORAL

Con la finalidad de complementar la información con datos de los subsectores energéticos, se revisó la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional

Esta es la principal encuesta que se levanta en Chile para diseñar y evaluar el impacto de los programas sociales en las condiciones de vida de la población, con el propósito de contribuir a mejorar la eficacia y eficiencia de la política social.

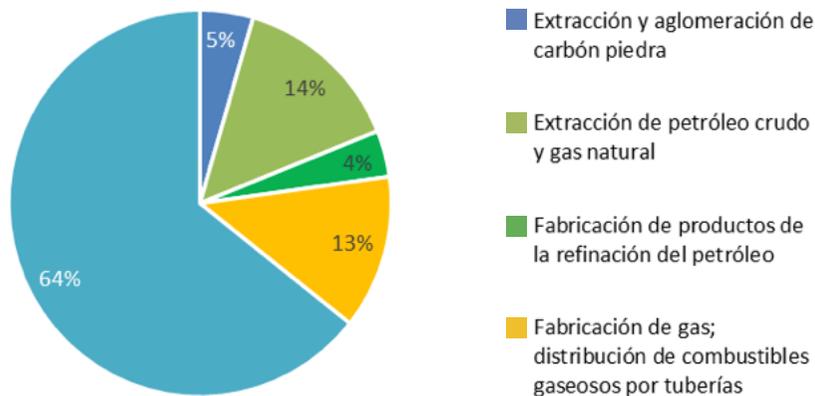
Este instrumento de medición socioeconómica para el diseño y evaluación de la política social existente en el país, consiste en una encuesta de hogares, de tipo transversal y multipropósito, representativa de la población nacional, que se levanta en Chile en forma periódica, desde 1987, por encargo del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

La población objetivo de este estudio son las personas residentes en viviendas particulares, ubicadas en las áreas urbanas y rurales de las 16 regiones del país, exceptuando algunas comunas en áreas muy alejadas o de difícil acceso.

En estos términos, se han rescatados datos respecto a la función laboral que realizan las personas encuestadas con un universo de 70.948 personas. En el caso de sector energético, se aprecia la siguiente distribución de la participación laboral de sus subsectores(Gráfico 26).

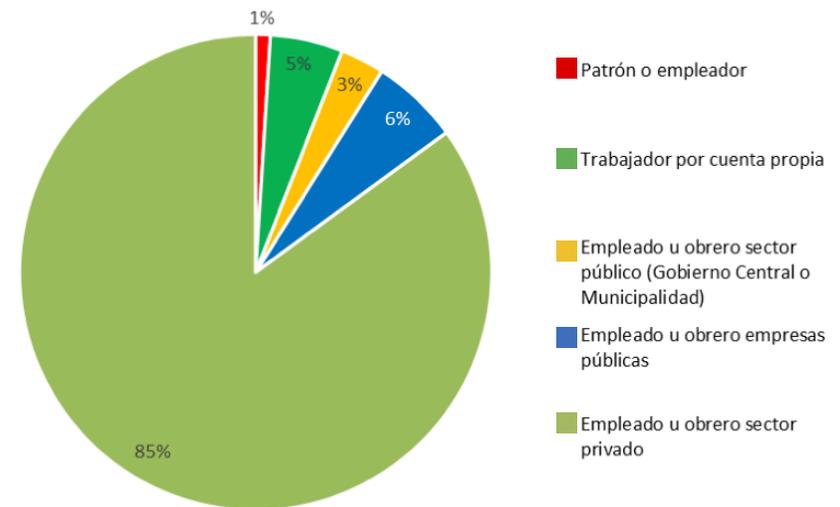
Además, se observa que una gran cantidad de fuerza laboral del sector, presenta un perfil de empleado, concentrándose especialmente en el sector privado(Gráfico 27).

Gráfico 26. Distribución por sub sectores



Fuente: Fuente: Encuesta CASEN

Gráfico 26. Distribución en términos de función laboral



Fuente: Fuente: Encuesta CASEN

4.3 Información del Servicio Impuesto Internos

CAPITAL HUMANO SEGÚN ACTIVIDAD ECONÓMICA

El Servicio de Impuestos Internos (SII) ofrece una plataforma con diversa información tributaria de las empresas de los distintos códigos tributarios, relacionada a niveles de venta y números de trabajadores.

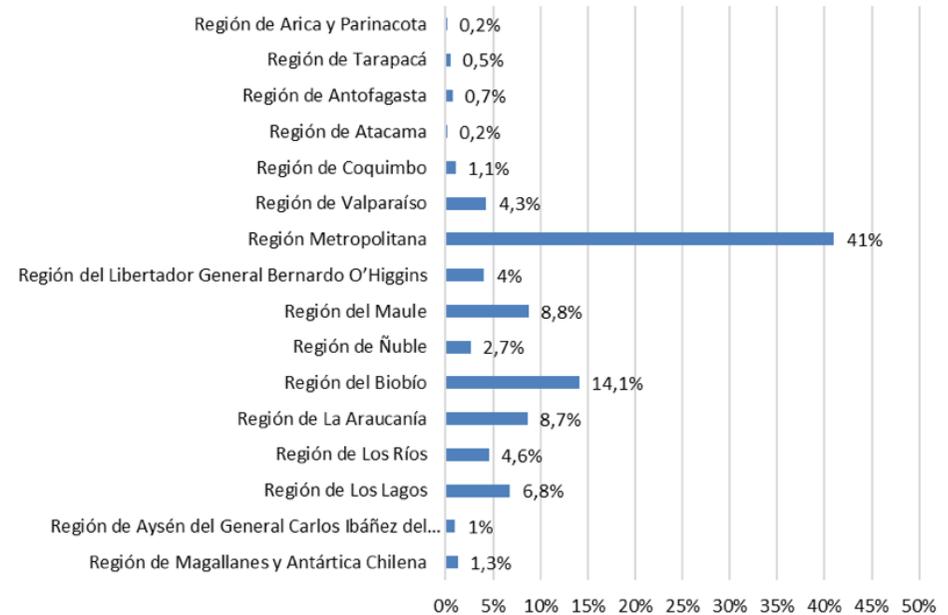
Estos datos nos ayudarán a entregar más antecedentes respecto al sector energético.

De manera específica, se accedió a las estadísticas más actualizadas de las empresas, correspondientes al año comercial 2018, con las que se pudo pesquisar información sobre empleados relacionados a los códigos tributarios relacionados a energía. Los datos pudieron desagregarse por la actividad económica de la empresa, permitiendo una sistematización más acotada al sector energético.

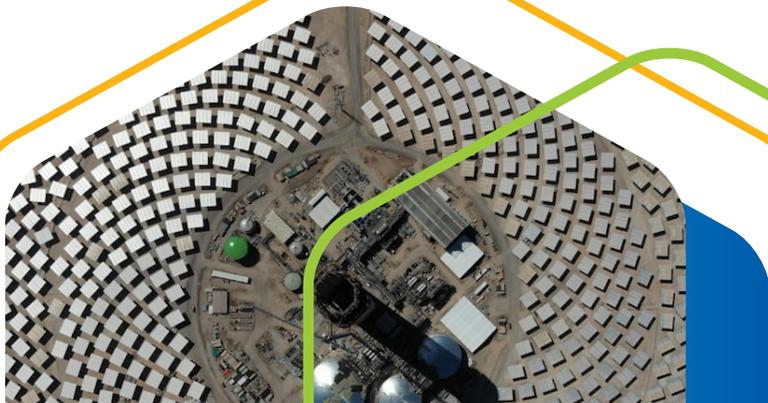
De los datos disponibles, se puede observar que para el año 2018 se concluyen distintos puntos de información, como se muestran en las gráficas siguientes.

Primero, la Región Metropolitana destaca, concentrando un amplio porcentaje de las empresas del país. Esto se debe a que, generalmente, las instituciones cuentan con su domicilio o casa matriz en la capital, a pesar de tener presencia en otras regiones.

Gráfico 28. Distribución de empresas en sector energía según region

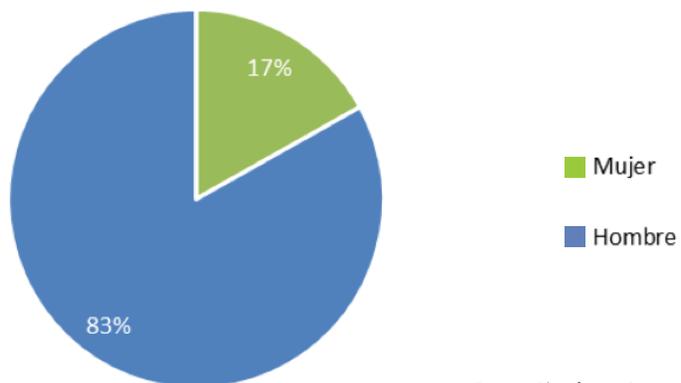


Fuente: Fuente: Plataforma SII



Ahora bien, en términos de distribución del empleo según género, nuevamente se observa una proporción bastante superior de hombres que de mujeres. Esto resulta consistente con los datos observados en la Encuesta Nacional de Empleo, donde se refleja que un 79% de los trabajos son desempeñados por hombres.

Gráfico 29. Distribución trabajadores dependientes por género



Fuente: Plataforma SII

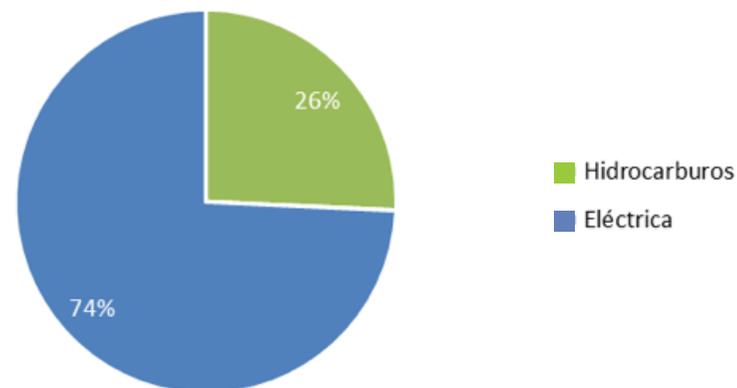
Para efectos de análisis y la posibilidad de contar con una mejor perspectiva de los datos recabados, se realizó la agrupación de todos los subsectores, relacionados directamente a un código tributario, sobre algún sector caracterizado en el comienzo de este informe.

Tabla 17. Sector y subsectores de Energía.

Subsector - Código Tributario	Subsector
Extracción de carbón de piedra	Hidrocarburo
Extracción de petróleo crudo	Hidrocarburo
Actividades de apoyo para la extracción de petróleo y gas natural	Hidrocarburo
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	Eléctrica
Fabricación de gas; distribución de combustibles gaseosos por tuberías	Hidrocarburo

La información resultante se puede visualizar en el siguiente gráfico:

Gráfico 30. Distribución trabajadores por sectores energéticos



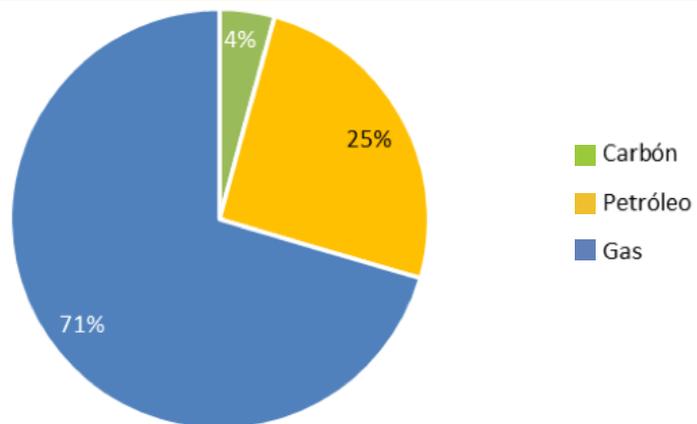
Fuente: Plataforma SII

Cabe recalcar que en esta gráfica se excluyeron a quienes realizan labores asociadas al sector maderero. Si bien es sabido que algunos de ellos se desempeñan en trabajos asociados a la leña, no es posible tener datos precisos sobre cuántos de ellos lo hacen estrictamente en el sector energético. Por este motivo, se piensa que el sector hidrocarburos puede estar subrepresentado en la información recién entregada.



Cabe recalcar que en esta gráfica se excluyeron a quienes realizan labores asociadas al sector maderero. Si bien es sabido que algunos de ellos se desempeñan en trabajos asociados a la leña, no es posible tener datos precisos sobre cuántos de ellos lo hacen estrictamente en el sector energético. Por este motivo, se piensa que el sector hidrocarburos puede estar subrepresentado en la información recién entregada.

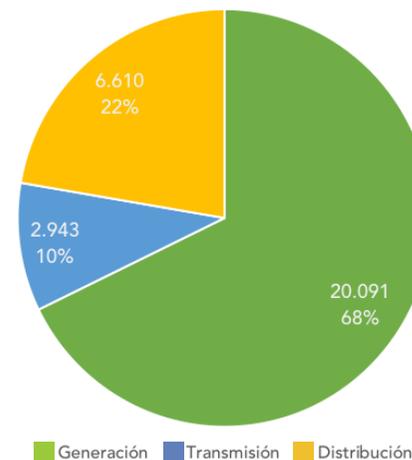
Gráfico 31. Distribución sector hidrocarburos



Fuente: Plataforma SII

En cuanto al sector de electricidad, sus datos se pueden desagregar para entregar información respecto a los subsectores mencionados anteriormente. En el siguiente gráfico, se visualiza la distribución de éstos:

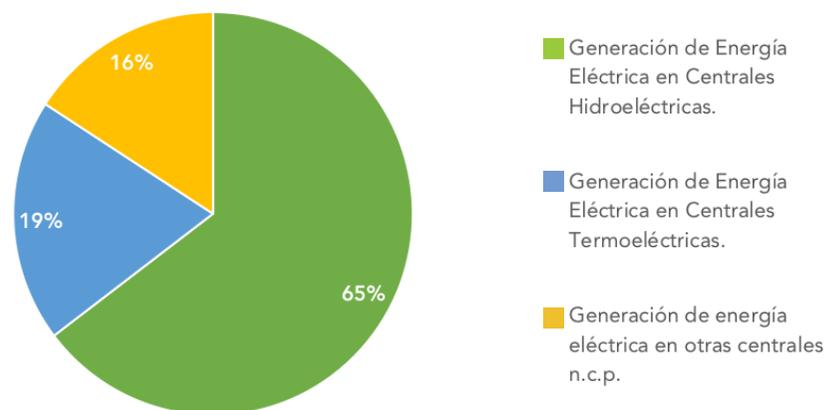
Gráfico 32. División sector eléctrico



Fuente: Plataforma SII

Dada la importancia de la generación en el sector eléctrico, es relevante realizar una división por industrias para caracterizarla. El siguiente gráfico, muestra su distribución:

Gráfico 31. Distribución sector hidrocarburos



Fuente: Plataforma SII

5. Formación en el Sistema Educativo en Chile

RESPECTO AL SECTOR ENERGÍA

5.1 Educación

SUPERIOR

La forma propuesta para analizar esta dimensión será mediante una desagregación de las carreras profesionales de educación superior y educación media técnico profesional. Según los datos publicados por el Consejo Nacional de Educación (CNEC), podemos entender cómo se forma el sector formativo por el área de interés de energía en general.

En la siguiente tabla, se listan todas las carreras profesionales y técnicas existentes en Chile que tienen alguna relación con el sector Energía, ya sea enfocadas en electricidad o hidrocarburos, para el año 2019. Es importante mencionar que también se muestran algunas carreras consideradas transversales en el mundo industrial las cuales, en cierta medida, forman a profesionales con cargos relevantes en el sector energético actual.

En esta sección, se describe la situación actual de la oferta formativa y matrículas asociadas al sector Energía en la Educación Superior, así como una caracterización de la Educación Media Técnico Profesional. Además, se incluyen los requisitos de la SEC para obtener una certificación como instalador.

Tabla 18. Carreras relacionadas con sector energía

Tipo	Carrera Genérica	Nº Carreras
Profesional	Ingeniería Civil Eléctrica y similares	17
	Ingeniería Civil Electrónica y similares	12
	Ingeniería Civil en Energía y Medioambiente	2
	Ingeniería Civil Industrial	116
	Ingeniería Civil Mecánica	19
	Ingeniería Civil Química	11
	Ingeniería Ejecución Industrial y similares	118
	Ingeniería Eléctrica y similares	68
	Ingeniería Electrónica y similares	23
	Ingeniería en Automatización, Control Industrial y similares	62
	Ingeniería en Climatización, Refrigeración y similares	8
	Ingeniería en Mantenimiento Industrial y similares	56
	Ingeniería Mecánica y similares	19
Ingeniería Química y similares	14	
Total Profesional		545
Técnico	Técnico en Automatización, Control automático y similares	68
	Técnico en Electricidad, Electrónica y similares	212
	Técnico en Energías Renovables	20
	Técnico en Mecánica Industrial, mantención y similares	130
	Técnico en Medio Ambiente	17
	Técnico en Refrigeración, Climatización y similares	9
	Técnico Instrumentación Industrial y similares	15
	Total Técnico	
Total general		1.016

Fuente: Consejo Nacional de Educación



De la tabla anterior, la columna de n° de carreras indica la cantidad de programas dictados por todas las entidades de formación en Chile. En conclusión general, la cantidad de programas en oferta para profesionales es levemente mayor (53%) a la cantidad de técnicos que existen.

Otro punto importante es la comparación de la cantidad de vacantes ofertadas versus la cantidad de matriculados en dichas carreras. Podemos observar en la tabla siguiente que en el año 2019 se ofertaron 34.283 cupos en carreras relacionadas al sector de energía y se matricularon 30.660 estudiantes en primer año, ya sea carreras profesionales y técnicas, lo que representa una cobertura de un 89%. Si se analiza en términos de tipo, la cobertura profesional fue de un 86,5% y el técnico un 93%.

Destaca la situación particular en la carrera de Ingeniería Civil en Energía y Medioambiente, la cual tiene una oferta de 500 vacantes para estudiantes sin presentar registro para ese año. Se desconoce la situación particular de esa carrera y la postura que tiene la CNED para no registrar datos.

En términos de distribución de la totalidad de dichas carreras a nivel regional, observamos el siguiente gráfico de distribución regional de educación profesional y técnico. Como punto de contextualización, puede existir una carrera impartida por una misma entidad formativa y con el mismo plan de estudios en distintas ciudades, por lo que desde el punto de vista de los datos, cuenta como un plan distinto. Podemos destacar en este gráfico, la importancia de la Región

Tabla 19. Matrícula carreras relacionadas con sector energía

Tipo	Carrera Genérica	Nº Carreras	Oferta Académica	Nº Matriculados
Profesional	Ingeniería Civil Eléctrica y similares	17	675	757
	Ingeniería Civil Electrónica y similares	12	567	551
	Ingeniería Civil en Energía y Medioambiente	2	500	0
	Ingeniería Civil Industrial	116	6.583	5.465
	Ingeniería Civil Mecánica	19	1.340	833
	Ingeniería Civil Química	11	455	564
	Ingeniería Ejecución Industrial y similares	118	3.083	2.609
	Ingeniería Eléctrica y similares	68	1.038	1.116
	Ingeniería Electrónica y similares	23	221	169
	Ingeniería en Automatización, Control Industrial y similares	62	1.768	1.554
	Ingeniería en Climatización, Refrigeración y similares	8	201	166
	Ingeniería en Mantenimiento Industrial y similares	56	1.502	1.579
	Ingeniería Mecánica y similares	19	480	517
Ingeniería Química y similares	14	378	386	
Total Profesional		545	18.791	16.266
Técnico	Técnico en Automatización, Control automático y similares	68	3.152	3.057
	Técnico en Electricidad, Electrónica y similares	212	6.365	5.999
	Técnico en Energías Renovables	20	680	625
	Técnico en Mecánica Industrial, mantención y similares	130	4.219	3.851
	Técnico en Medio Ambiente	17	376	343
	Técnico en Refrigeración, Climatización y similares	9	265	242
	Técnico Instrumentación Industrial y similares	15	435	277
Total Técnico		471	15.492	14.394
Total general		1.016	34.283	30.660

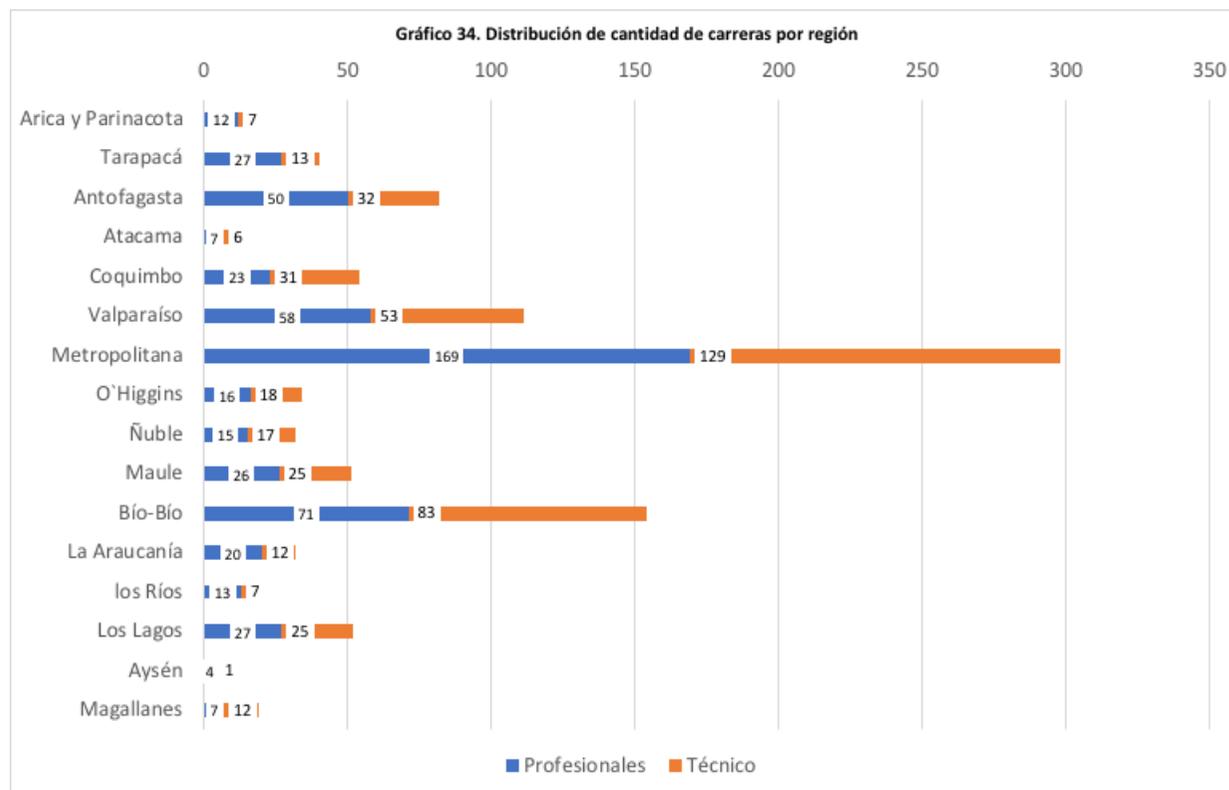
Fuente: Consejo Nacional de Educación



En términos de distribución de la totalidad de dichas carreras a nivel regional, observamos el siguiente gráfico de distribución regional de educación profesional y técnico. Como punto de contextualización, puede existir una carrera impartida por una misma entidad formativa y con el mismo plan de estudios en distintas ciudades, por lo que desde el punto de vista de los datos, cuenta como un plan distinto.

Podemos destacar en este gráfico, la importancia de la Región Metropolitana, Bío Bío y Valparaíso, siendo los principales polos formativos del país, pero también destaca la presencia de la Región de Antofagasta con un importante número de carreras asociadas al sector energético.

Gráfico 34. Distribución de cantidad de carreras por región



Fuente: Consejo Nacional de Educación



Tabla 20. Matrícula carreras relacionadas con sector energía según género

Tipo	Carrera Genérica	1er año hombres	1er año mujeres
Profesional	Ingeniería Civil Eléctrica y similares	693	64
	Ingeniería Civil Electrónica y similares	508	43
	Ingeniería Civil en Energía y Medioambiente	0	0
	Ingeniería Civil Industrial	3.851	1.614
	Ingeniería Civil Mecánica	735	98
	Ingeniería Civil Química	316	248
	Ingeniería Ejecución Industrial y similares	2.012	597
	Ingeniería Eléctrica y similares	1.065	51
	Ingeniería Electrónica y similares	156	13
	Ingeniería en Automatización, Control Industrial y similares	1.436	118
	Ingeniería en Climatización, Refrigeración y similares	150	16
	Ingeniería en Mantenimiento Industrial y similares	1.485	94
	Ingeniería Mecánica y similares	478	39
	Ingeniería Química y similares	183	203
Total Profesional		13.068	3.198
Técnico	Técnico en Automatización, Control automático y similares	2.836	221
	Técnico en Electricidad, Electrónica y similares	5.676	323
	Técnico en Energías Renovables	520	105
	Técnico en Mecánica Industrial, mantención y similares	3.611	240
	Técnico en Medio Ambiente	197	146
	Técnico en Refrigeración, Climatización y similares	232	10
	Técnico Instrumentación Industrial y similares	258	19
Total Técnico		13.330	1.064
Total general		26.398	4.262

Fuente: Consejo Nacional de Educación

En términos de distribución de la totalidad de dichas carreras a nivel En cuanto al género, podemos observar en la siguiente tabla, una distribución ya conocida para el sector energético: el 86% de las matrículas de primer año pertenecen a hombres y el restante 14% es de mujeres, siguiendo la tendencia del mercado laboral. En un análisis más detallado en términos del tipo de formación, en el segmento de profesionales, el 80,3% de las matrículas son hombres, con un correlato en el segmento de técnicos de un 92,6%. Estos datos coinciden con lo que sucede actualmente en el sector de energía, donde se observa una presencia predominante del género masculino.

PERFILES ESPECIALIZADOS RESPECTO AL SECTOR DE ENERGÍA

Se realizó un levantamiento de determinados perfiles relacionados directamente con el sector energía para definir posibles brechas respecto a las tendencias y evolución del sector³⁴.

Universidad San Sebastián - Ingeniería en Energía y Sustentabilidad Ambiental: El profesional egresado de la carrera, se distingue por su compromiso con el medioambiente y la integridad de las personas. En su accionar concibe y optimiza sistemas ambientales y energéticos de modo que contribuyan a la sustentabilidad de las organizaciones. Cuenta con conocimientos en ciencias básicas y de la ingeniería pertinentes al tratamiento de contaminantes en los diferentes medios (atmósfera, agua y suelos), así como también a las energías renovables no convencionales. Además, manifiesta una actitud emprendedora, innovadora, reflexiva, autónoma y disposición al trabajo en equipo y al aprendizaje continuo en el ejercicio de su profesión. Este profesional puede desempeñarse en empresas productivas de todos los rubros, en empresas de generación y distribución de energía, instituciones públicas relacionadas al medioambiente y energía, así como en el ejercicio libre de la profesión.

Universidad Adolfo Ibáñez – Ingeniería Civil en Energía y Medio Ambiente: Los egresados de la carrera de Ingeniería Civil en Energía y Medioambiente de la Universidad Adolfo Ibáñez dominan los aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales involucrados en la producción y el consumo de energía. Su formación incorpora conocimientos y metodologías de la ingeniería eléctrica, mecánica, biológica y química, gestión tecnológica y ambiental, y los nuevos desarrollos en energías renovables y eficiencia energética.

DUOC UC – Técnico en Energías Renovables: El Técnico en Energías Renovables, al finalizar sus estudios, estará capacitado para montar e instalar, mantener, inspeccionar y diseñar, proyectos de pequeña y mediana escala de Energías Renovables, solar fotovoltaica, solar térmica y eólica, para las actividades productivas de los distintos sectores industriales. Este técnico, además, recibe una importante formación matemática y eléctrica; está preparado para desarrollar proyectos de emprendimiento asociados a las Energías Renovables, solar fotovoltaica, solar térmica y eólica; todo esto con énfasis en el desarrollo de aplicaciones prácticas en el contexto de su especialidad.

Universidad Técnica Federico Santa María – Técnico Universitario en Energías Renovables: El Técnico Universitario puede desempeñarse en actividades de montaje, operación y mantenimiento de plantas industriales y domiciliarias de energía renovables; además cuenta con las competencias para planificar, ejecutar y monitorear cada etapa del proceso, bajo normativas de seguridad y estándares de calidad. De igual forma, utiliza instrumentos, herramientas y software para el monitoreo y medición necesaria en sistemas de generación de energías renovables. Sus competencias, además, le permiten desarrollar emprendimientos.

Estos perfiles coinciden con la necesidad de profesionales que puedan tener conocimientos técnicos respecto a energía para puntos de generación y distribución, donde cada cual tienen compromisos de medio ambiente, enfocándose en sistemas renovable y, además, dando impulso a emprendimientos. Faltan conceptos como usos de tecnologías de información.

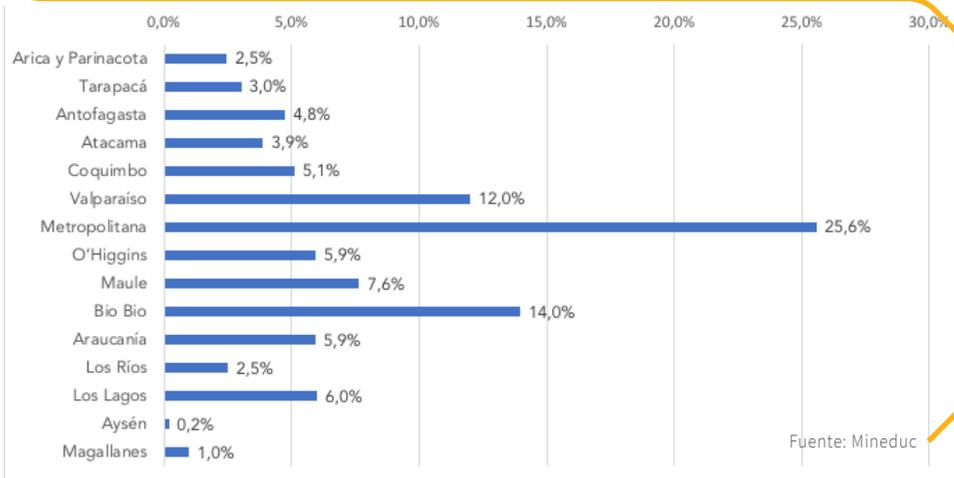
5.2. Educación Media

TÉCNICO PROFESIONAL

El Ministerio de Educación entrega información periódica y confiable sobre distintos indicadores asociados a la Enseñanza Media Técnico Profesional, pudiendo analizar datos filtrando por especialidades. Referente al sector Energía, podemos indicar que solamente la formación de electricista tendría una relación directa asociada, mientras que otros programas de formación consideran al sector desde una perspectiva tangencial. .

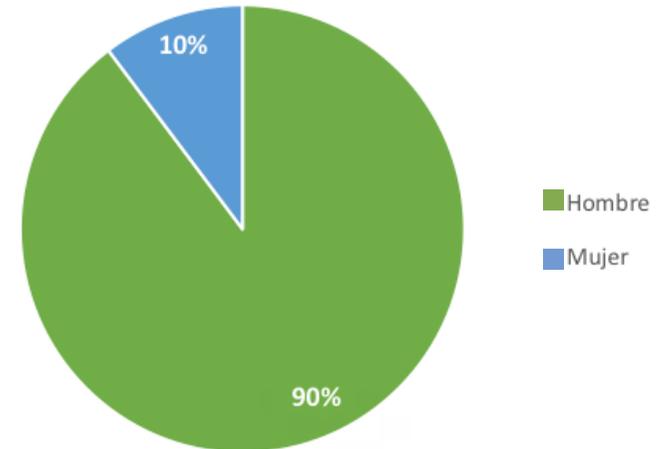
El total de matriculados para el año 2018 fue de 12.290 estudiantes para la especialidad de electricidad en planes diurnos y vespertinos, ya sea para jóvenes o adultos. En el siguiente gráfico, se muestra el número de matriculados distribuidos en el país.

Gráfico 35. Distribución de Matrículas Año 2018 por Región



Del total de matriculados, el 87,5% corresponde a jóvenes estudiantes, y el restante a planes para adultos. Además, en el siguiente gráfico, podemos evidenciar la distribución por género, que nuevamente presenta cifras muy superiores para hombres respecto a las mujeres.

Gráfico 36. Distribución de Género en EMTP



Según la información entregada por el Ministerio, podemos especificar el perfil de la especialidad de electricidad ³⁵.

Contexto Laboral de la Especialidad: El sector eléctrico en Chile ha estado en constante expansión durante décadas, dado que el consumo de electricidad, principal fuente de energía utilizada en la industria, el hogar y todo ámbito del quehacer humano, se ha quintuplicado en los últimos 30 años en el país. Actualmente, la cobertura total de electricidad en Chile es casi total en las zonas urbanas y mayor al 90% en las zonas rurales. Las principales actividades del sector se relacionan con la generación, transmisión y distribución de la electricidad, todas en manos de empresas privadas. La generación de electricidad en Chile, es principalmente térmica (carbón y gas) e hidroeléctrica. Se trata de un sector de larga trayectoria en la economía nacional, dinámico, tecnificado y regulado. Sin embargo, este sector se ve enfrentado en la actualidad a resolver serios desafíos de crecimiento tanto de la capacidad de generación como de transmisión de la electricidad. Se proyecta un aumento significativo de la demanda por este tipo de energía en los próximos años. La regulación de las políticas del sector corresponde a la Comisión Nacional de Energía; por su parte, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) es la responsable de supervisar que se cumplan las leyes, regulaciones y estándares técnicos para la generación, producción, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos, gas y electricidad. En este contexto, la especialidad de Electricidad se orienta a las actividades de distribución de la electricidad a los puntos de consumo, específicamente a las instalaciones que permiten la recepción de la electricidad en esos puntos. En este sentido, se vincula también con la dinámica económica del sector de la construcción. La especialidad, propone formar técnicos de nivel medio que puedan incorporarse a los primeros peldaños de la jerarquía ocupacional de los especialistas en electricidad, y/o seguir especializándose en instituciones de Educación Superior.

Campo Laboral: En su calidad de técnico de nivel medio en Electricidad, el egresado está en condiciones de desempeñarse como maestro instalador eléctrico en domicilios, oficinas y empresas pequeñas que requieran instalaciones en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia total, en la medida en que obtenga la Licencia Clase D que entrega la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Asimismo, podrá desempeñarse como ayudante de mantención eléctrica en empresas de cualquier sector, que posean consumo de energía eléctrica de baja tensión en la realización de sus procesos.

Productos Esperados: Circuitos e infraestructura eléctrica a nivel básico instalados, reparados y mantenidos; proyectos eléctricos domiciliarios (esquema, planos y presupuestos); instalaciones eléctricas domiciliarias; e informes técnicos.

Perfil de Egreso: Especialidad Electricidad Objetivos de Aprendizaje de la Especialidad al egreso de la Educación Media Técnico-Profesional, los estudiantes habrán desarrollado las siguientes competencias:

- 1. Leer y utilizar especificaciones técnicas,** planos, diagramas y proyectos de instalación eléctricos.
- 2. Dibujar circuitos eléctricos con software de CAD,** en planos de plantas libres, aplicando la normativa eléctrica vigente.
- 3. Ejecutar instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia instalada total,** sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a planos, memoria de cálculo y presupuestos con cubicación de materiales y mano de obra.
- 4. Ejecutar instalaciones de calefacción y fuerza motriz en baja tensión,** con un máximo de 5 kW de potencia total instalada, sin alimentadores, aplicando la normativa eléctrica vigente, de acuerdo a planos, memoria de cálculo y presupuestos con cubicación de materiales y mano de obra.
- 5. Cubicar materiales e insumos para instalaciones eléctricas de baja tensión,** de acuerdo a planos y especificaciones técnicas y aplicando los principios matemáticos que corresponda.
- 6. Mantener y reemplazar componentes,** equipos y sistemas eléctricos monofásicos y trifásicos, utilizando las herramientas, instrumentos e insumos apropiados, considerando las pautas de mantenimiento, procedimientos, especificaciones técnicas, recomendaciones de los fabricantes, normativa y estándares de seguridad.
- 7. Ejecutar sistemas de control,** fuerza y protecciones eléctricas de máquinas, equipos e instalaciones eléctricas según requerimientos del proyecto y especificaciones del fabricante, respetando la normativa eléctrica y de control del medio ambiente vigente.
- 8. Modificar programas y parámetros en equipos y sistemas eléctricos y electrónicos,** utilizados en control de procesos, según requerimientos operacionales del equipo o planta y la normativa eléctrica vigente.

35. Consideramos relevante señalar en este punto, el programa de capacitación en energía solar fotovoltaica para liceos de enseñanza media técnico profesional con especialidad de electricidad. La iniciativa piloto es desarrollada por el Ministerio de Energía, con el apoyo técnico del Ministerio de Educación, la SEC y la Agencia de Sostenibilidad Energética. El objetivo es aumentar el número de técnicos electricistas de nivel medio especializados en la implementación y mantención de sistemas fotovoltaicos instalados bajo el esquema de la Ley N° 20.571 Generación Distribuida. Para mayor detalle consultar el siguiente link: <http://www.mienergia.cl/oportunidades-y-beneficios/programa-de-capacitacion>

5.3. Registro

INSTALADORES SEC

La Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) ofrece la posibilidad de acceder a una certificación como instalador eléctrico o de gas, lo que permite ingresar al Registro Nacional de Instaladores. Quienes pertenezcan a dicho registro, pueden ser fiscalizados, de manera tal de asegurar la calidad en su desempeño.

Existen diferentes clases de instaladores eléctricos y de gas, que varían de acuerdo a los requisitos y facultades que el sistema ofrece. Así, lo grafican estas tablas:

Tabla 21. Clases de instaladores eléctricos

Clase de instalador	Requisitos	Facultades
CLASE A	Título de Ingeniero Civil Electricista, Ingeniero de Ejecución Electricista, o equivalentes.	Realizar instalaciones de alta y baja tensión, sin límite de potencia instalada.
CLASE B	Título de Técnico Electricista, o su equivalente, en algún centro de estudios superiores aceptado por la SEC.	Ejecutar instalaciones de baja tensión, con 500 kW máximo de potencia instalada. Incluye: a) Instalaciones que presentan riesgo de explosión o incendio o relacionadas con espectáculos públicos o de diversión. b) Instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 100 kW de potencia instalada total y límites máximos para cada alimentador y sub alimentador de 10 kW de potencia por fase. c) Instalaciones de calefacción y fuerza motriz en baja tensión con un máximo de 50 kW de potencia instalada total y límites máximos para cada alimentador y sub alimentador de 10 kW de potencia por fase. d) Instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia total instalada, sin alimentadores. e) Instalaciones de calefacción y fuerza motriz en baja tensión, con un máximo de 5 kW de potencia total instalada, sin alimentadores.
CLASE C	Título de Técnico Electricista, o su equivalente, en algún centro de estudios superiores.	Realizar instalaciones en baja tensión. Incluye: a) Instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 100 kW de potencia instalada total y límites máximos para cada alimentador y sub alimentador de 10 kW de potencia por fase. b) Instalaciones de calefacción y fuerza motriz en baja tensión con un máximo de 50 kW de potencia instalada total y límites máximos para cada alimentador y sub alimentador de 10 kW de potencia por fase. c) Instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia total instalada, sin alimentadores. d) Instalaciones de calefacción y fuerza motriz en baja tensión, con un máximo de 5 kW de potencia total instalada, sin alimentadores.
CLASE D	Título en la especialidad de electricidad en algún centro de estudios superiores.	Realizar: a) Instalaciones de alumbrado en baja tensión con un máximo de 10 kW de potencia total instalada, sin alimentadores, b) Instalaciones de calefacción y fuerza motriz en baja tensión, con un máximo de 5 kW de potencia total instalada, sin alimentadores.

Tabla 22. Clases de instaladores de gas

Clase de instalador	Requisitos	Facultades
CLASE 1	Título de ingeniero civil o ingeniero de ejecución, en las especialidades de mecánica o química, o profesionales con título equivalente reconocido.	Realizar instalaciones de producción, almacenamiento, transporte y distribución de gas licuado o gas natural e instalaciones interiores de gas a alta presión y almacenamiento de gas licuado con capacidad superior a 6.000 Kg. Esta credencial, además, permite realizar las labores que se especifican para las Licencias 2 y 3.
CLASE 2	Título de Ingeniero Civil o de ejecución en carreras en que se pueda acreditar que su plan de estudios contempla materias relacionadas con Combustión, Termo fluidos y equipos productores de calor.	Realizar instalaciones de redes de distribución de gas licuado en media presión, instalaciones interiores de gas licuado y gas natural en media presión y almacenamiento de cilindros de gas licuado con capacidad igual o inferior a 6.000 Kg. Además, puede realizar las mismas tareas contempladas para la Licencia Clase 3.
CLASE 3	Título Técnico Universitario con mención en construcción o instalaciones. Título de instalador de gas emitido por una Universidad, Instituto Profesional, Centro de Formación Técnica o establecimiento de enseñanza media técnico-profesional	Realizar instalaciones interiores de gas y en baja presión. Puede trabajar en instalaciones cuya capacidad sea igual o inferior a 60 Kg.

En caso de no tener los estudios formales para constituirse como un instalador eléctrico o de gas, es posible acceder a una certificación de competencias laborales, donde se evalúan conocimientos teóricos y prácticos en instituciones en convenio con la SEC. Esto, con el objetivo de garantizar los más altos estándares de calidad y seguridad en el trabajo realizado.

6. Priorización Áreas Productivas y Tendencias

SECTOR ENERGÍA

El sector de energía involucra varios ámbitos. Es un sector integral en su concepción, ya que, a diferencia de otros, es transversal y sostenible al abordar los pilares: ambiental, económico y social, muy fuertemente, sin dejar de lado el tema regulatorio y normativo.

Es por esto, que para la priorización de áreas a definir para el poblamiento sectorial del MCTP, se hace importante contar con diversos criterios que contribuyan de mejor manera a dilucidar el abordaje de este poblamiento sectorial.

Para ello, se realizó una revisión y análisis exhaustivo de la Política Energética al 2050, la Ruta Energética 2018-2022, del Texto Futuro de la energía en Chile, entre otros documentos que dan lineamientos sobre el sector. En él se pueden rescatar diferentes conceptos importantes y que nos hacen evaluar y generar una priorización, respecto a cuáles son las áreas en las que convendría incursionar, en primera medida, para generar un poblamiento sectorial del MCTP.

Adicionalmente, se realizó un panel de expertos con representantes y stakeholders del sector, cuyos resultados permitieron comenzar la identificación de áreas relevantes a considerar en el ejercicio de priorización. Es por esto, que, a juicio del equipo consultor, fue conveniente vincular estos resultados con información secundaria, anteriormente mencionada, a fin de construir una propuesta de priorización que considerara distintas perspectivas de análisis.

El detalle de la metodología de trabajo, realizada por el panel de experto, se encuentra descrita en el anexo de este documento.

Frente a todo lo mencionado anteriormente, se desarrolló un ejercicio que consta de tres fases de priorización, las cuales van desde los más macros, hasta llegar a las áreas específicas, como:

- **Fase 1:** Priorización por Subsector.
- **Fase 2:** Priorización por tipos de actividad (generación, transmisión, distribución).
- **Fase 3:** Priorización por tipo de generación.
- **Fase de priorización de las principales tendencias identificadas en el sector.**

Por lo tanto, cada fase considera los siguientes criterios:

FASE 1:

• **Concentración y proyección de demanda de Capital Humano en el sector:**

Para lo anterior, se consideraron fuentes de información secundaria, tales como ENE, CASEN, SII -concentración actual de capital humano-. Por otra parte, para obtener una aproximación a la cantidad de trabajadores, que serán demandados en futuros proyectos a desarrollarse en el área energía, se consideró el número de trabajadores promedio que se necesitarán durante la instalación y consolidación de estas iniciativas (BBDD CBC - Ministerio Energía). De esta forma, se cuenta con información relevante respecto a la proyección de capital humano, requerido en el sector en el corto y mediano plazo, logrando diferenciarse entre aquellos que se insertarán en el subsector hidrocarburos y eléctrico. La proyección de capital humano, resulta vital al momento de estimar cuáles son las áreas que estarán empleando una mayor cantidad de personas, permitiendo definirse dónde se podría tener un mayor impacto en la fuerza laboral del país.

• **Juicio experto:**

Calificación promedio de una evaluación, realizada por un panel de expertos de diversos subcriterios de asociación, a una matriz de priorización generada para este análisis. Estos subcriterios abordados, según su percepción son: trabajadores del sector en cada una de las áreas; oferta formativa vinculadas a cada una de las áreas; relevancia estratégica del país asociados a normativas y tendencias; proyección de inversión en proyectos en la próxima década (los etalles de cada punto evaluado en la matriz, se encuentra en el anexo de este documento).

• **Oferta formativa:**

Conocer cuántas personas están, al día de hoy, insertas en programas relacionados con el sector energía, proporciona información valiosa respecto a qué subsectores contarán con una mayor cantidad de mano de obra calificada asociada. En este sentido, resulta relevante tener en consideración la matrícula de dichos programas, para conocer qué sectores resultan más imperiosos de ser intervenidos.

FASE 2:

• **Capital humano en proyectos de inversión:**

Al igual que en la selección anterior, se consideró la cantidad de trabajadores promedio que serán requeridos en un futuro cercano, distinguiendo, esta vez, entre las distintas etapas del subsector eléctrico.

• **Inversión:**

De la mano con el criterio anterior, resulta también necesario identificar cuántos recursos serán invertidos, de manera tal de establecer qué etapas concentran el interés del futuro desarrollo del área.

• **Juicio experto:**

Calificación promedio de una evaluación, realizada por un panel de expertos de diversos subcriterios de asociación, a una matriz de priorización. Estos subcriterios abordados, según su percepción, son: trabajadores del sector en cada una de las áreas; oferta formativa vinculadas a cada una de las áreas; relevancia estratégica del país asociados a normativas y tendencias; y proyección de inversión en proyectos en la próxima década (todos los detalle de cada punto evaluado en la matriz, se encuentra en el anexo de este documento).

FASE 2:

• **Capital humano en proyectos de inversión:**

Al igual que en la selección anterior, se consideró la cantidad de trabajadores promedio que serán requeridos en un futuro cercano, distinguiendo, en esta ocasión, entre las distintas etapas del subsector eléctrico.

• **Aporte a la matriz energética:**

Como se está evaluando el tipo de generación, es relevante evaluar la implicancia en términos de aporte a la matriz energética, lo cual cada vez toma mayor peso las ER. Estos datos se obtienen del CNE 2019.

• **Juicio experto:**

Calificación promedio de una evaluación, realizada por un panel de expertos de diversos subcriterios de asociación, a una matriz de priorización. Estos subcriterios abordados, según su percepción, son: trabajadores del sector en cada una de las áreas; oferta formativa vinculadas a cada una de las áreas; relevancia estratégica del país asociados a normativas y tendencias; proyección de inversión en proyectos en la próxima década (detalles de cada punto evaluado en la matriz, se encuentra en el anexo de este documento).

FASE PRIORIZACIÓN DE PRINCIPALES TENDENCIAS IDENTIFICADAS EN EL SECTOR:

• **Ruta energética 2018-2022:**

Para cada una de las tendencias identificadas, se realiza una revisión respecto a su implicancia en cada eje de esta ruta. La Ruta Energética busca definir el camino y prioridades en materia energética existentes en la actualidad, las cuales son diferentes a las de cuatro u ocho años atrás. La elaboración de esta “Ruta” se llevó a cabo con la participación regional, ONGs, mundo académico, seremis, ministerios, diálogo ciudadano, grupos ambientalistas, entre otros, a lo largo de todo el país y convocando a más de dos mil doscientas personas. Esta ruta energética pretende ser una herramienta eficaz de seguimiento de objetivos, acciones y metas concretas, que marcarán la carta de navegación de los próximos años.

A partir del diagnóstico elaborado en el programa de Gobierno del Presidente Piñera, de los talleres regionales y del aporte de agentes del sector, bajo el marco de la Política Energética 2050, se llegó a la conclusión de que el trabajo cuatrienal debía incluir distintos ejes, vinculados a la Ruta Energética 2050.

• **Planificación Energética de Largo Plazo (PELP):**

Se identifica cuáles de estas tendencias tienen incidencia en la demanda eléctrica y energética del país. El objetivo principal de la PELP es el modelamiento y desarrollo de escenarios energéticos, que incluyen tendencias de largo plazo, junto con el comportamiento del consumo y de la oferta energética futura del país. Los escenarios de la PELP son considerados por la Comisión Nacional de Energía (CNE) para desarrollar el Plan de Expansión Anual de la Transmisión Eléctrica, definido en el artículo 87° de la LGSE.

• **Juicio experto:**

Calificación promedio de una evaluación, realizada por un panel de expertos de diversos subcriterios de asociación, a una matriz de priorización. Estos subcriterios abordados, según su percepción, son: trabajadores del sector en cada una de las áreas; oferta formativa vinculadas a cada una de las áreas; relevancia estratégica del país asociados a normativas y tendencias; y proyección de inversión en proyectos en la próxima década (los detalles de cada punto evaluado en la matriz, se encuentra en el anexo de este documento).

6.1. Priorización de **SUBSECTORES**

Los subsectores del sector energético son dos: Eléctrico e Hidrocarburos.

Cada uno de estos, representa una serie de actividades relacionadas a la exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, almacenamiento, distribución, consumo, uso eficiente, importación y exportación, y cualquiera otra que concierna a la electricidad³⁶. Esto se resumen en el siguiente cuadro, que será la base para priorizar las áreas a abordar:

Subsector	Tipos de Actividad	Áreas de desarrollo
Eléctrico	Generación	Termoeléctricas en base a Combustibles Fósiles
		Energía Hídrica
		Geotermita
		Biomasa
		Energía Eólica
		Hidrógeno
		Energía Solar Fotovoltaica
		Energía Solar Térmica y Concentración Solar de Potencia (CSP)
Transmisión	Transmisión	
Distribución	Distribución	
Hidrocarburos	Petróleo & Derivados	Refinación Distribución
	Gas Natural Licuado (GNL) / Gas Natural (GN)	Importación/ Regasificación Distribución
	Hidrógeno	Hidrógeno
	Leña	Leña

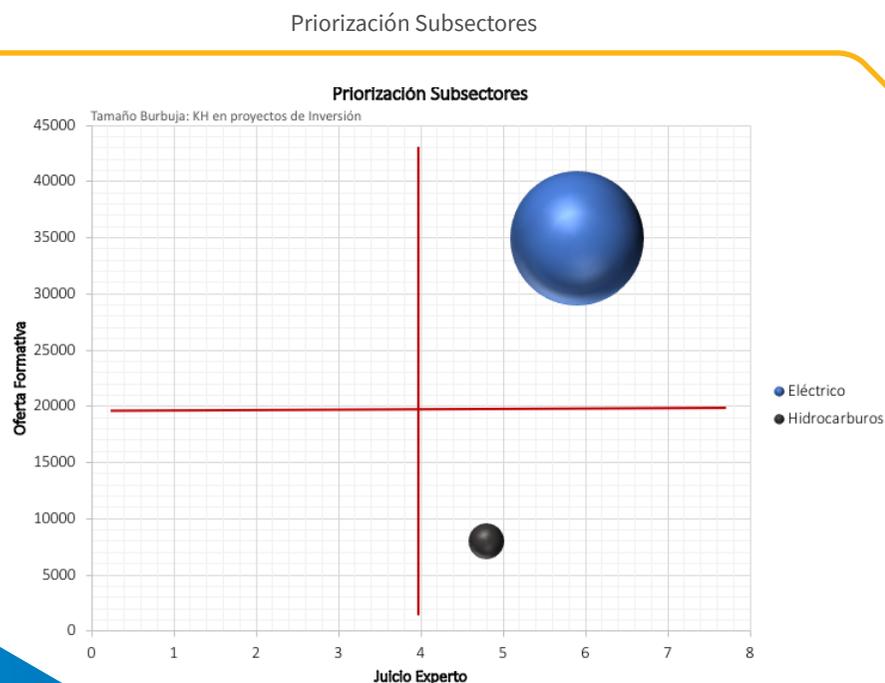
También se considera las siguientes tendencias asociadas a la ruta y política energética:

Área	Tendencias
CONSUMO	Eficiencia energética domiciliaria
	Almacenamiento energético
	Eficiencia energética industrial
	Generación distribuida
	Electro-movilidad



Como primer ejercicio, se desarrolló un gráfico que refleja qué subsector tiene mayor peso, bajo ciertos criterios que nos lleve a decidir las áreas a levantar. Los criterios abordados en esta primera definición son: Capital humano en proyectos de inversión; Oferta Formativa, asociada a estos subsectores y a Juicio experto, la importancia de cada uno de ellos.

Por lo tanto, para la priorización entre los subsectores eléctrico y de hidrocarburos, el resultado es el siguiente:



En este gráfico de priorización, se pueden apreciar los tres criterios abordados de la siguiente forma: Por un lado, tenemos la evaluación de juicio experto, en donde se evaluó cada una de las áreas de desarrollo, de acuerdo a distintos subcriterios, que definieron su importancia (eje x). En ambos casos, fueron evaluados con una ponderación mayor a 4, el cual ambos subsectores se encuentran en los cuadrantes del lado derecho lo que significa que los dos representan una importancia relevante. Sin embargo, el subsector eléctrico es el que tiene una mayor calificación con respecto a los hidrocarburos, teniendo como promedio 5,9 versus 4,8. Por lo tanto, a juicio experto tiene una mayor trascendencia en términos de conjunto de trabajadores que se encuentran en cada sector, sobre la oferta formativa existente, demanda de capital humano, relevancia estratégica, impacto por las nuevas tecnologías y proyección en proyectos de inversión.

Ahora, si nos centramos en la oferta formativa (eje y), se visualiza que en el subsector eléctrico, se representa una matrícula mucho mayor que el subsector de hidrocarburos (34.974 versus 7969). Esto fue contabilizado, abordando instituciones como EMTP, CFT, IP, OTEC y Universidades. Por lo tanto, esto hace que el subsector eléctrico se posicione en el cuadrante superior derecho, lo cual ya lo hace tener una ventaja sobre el de hidrocarburos, ya que éste queda posicionado en el cuadrante inferior derecho. Este criterio, se consideró debido a que se están priorizando las áreas a poblar por el MCTP. Al tener en cuenta cómo se compone la oferta formativa, también se debe tener presente cómo está preparado o se está preparando el mundo de la formación para abordar la demanda que tendrán ambos subsectores.

Y por último, si abordamos el criterio del Capital Humano en proyectos de inversión, que se ve representado por el tamaño de la burbuja, también se considera una mayor cantidad de personas en el subsector eléctrico, sobre el de hidrocarburos (16.383 versus 1094). Esto se debe a que se considera, en proyectos actuales y futuros, una mayor proyección en construcción e instalación de tipos de generación eléctrica asociadas a ER. Esto principalmente influido por la política energética al 2050. Asimismo, en menor medida, pero no menos importante, se distribuye en proyectos asociados a transmisión y distribución.

En definitiva, si se debe priorizar entre ambos subsectores, claramente podemos decir que el subsector eléctrico es el prioritario para comenzar el poblamiento sectorial del MCTP.

6.2. Priorización de subsectores eléctricos por TIPO DE ACTIVIDAD

Al tener nuestra primera priorización, vemos a su vez, que el subsector eléctrico es muy amplio en todo lo que involucra. Por lo tanto, es necesario también realizar un ejercicio de priorización dentro de este subsector.

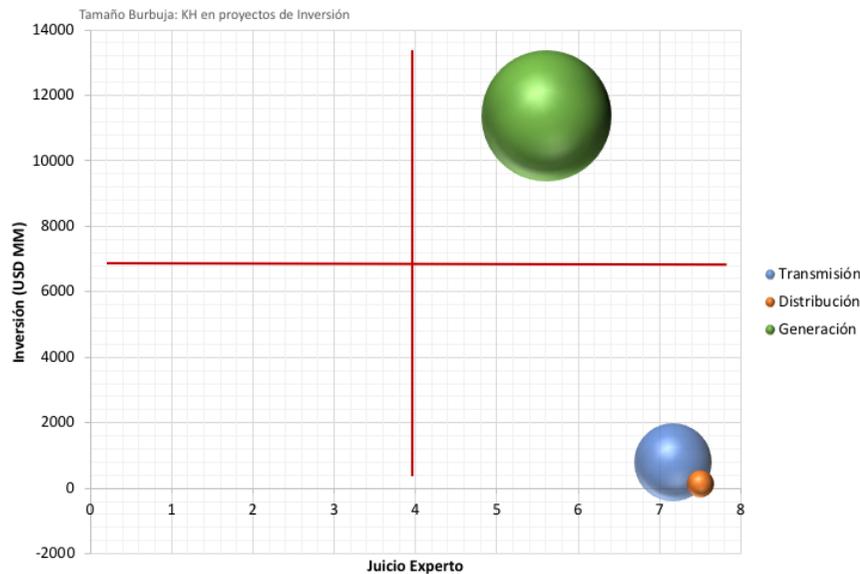
Como primera instancia, se visualizará la importancia por tipo de actividad en el subsector, es decir, por generación, transmisión y distribución. Para esta priorización, se abordarán los siguientes criterios: Capital Humano en proyectos de Inversión; Inversión en USD MM y prioridad por juicio experto.

Para esta priorización se tiene el siguiente resultado:

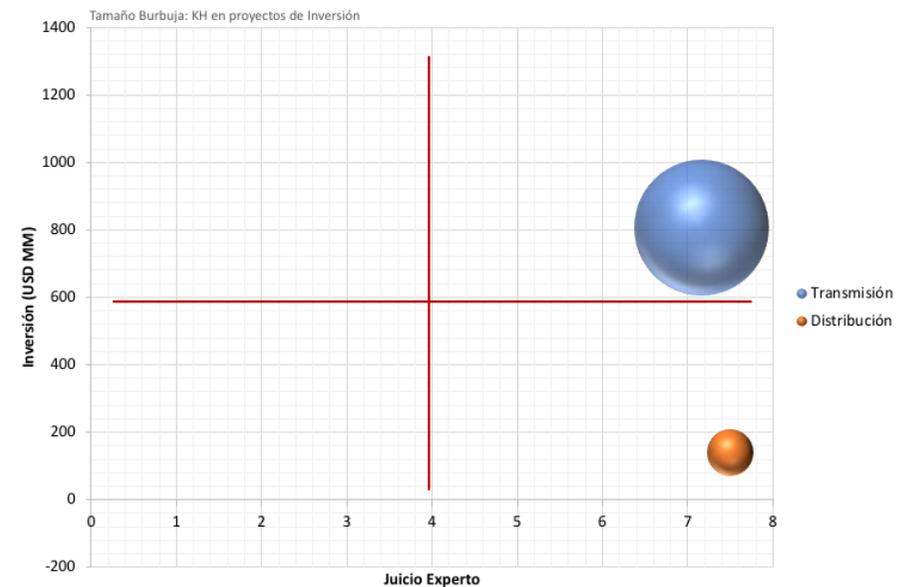
En términos generales, se visualiza que la generación tiene una gran diferencia con las actividades de transmisión y distribución. Esto se debe, principalmente, a que la generación implica una gran cantidad de áreas que se asocian a las ER, y, por ende, abarca una alta inversión y capital humano en proyectos de inversión. Frente a este tipo de actividad, se deberá realizar una profundización para decidir que se abordará en detalle.

A juicio de experto, las actividades de transmisión y distribución, de todas maneras, tienen una importancia relevante, e incluso más que el promedio de la generación. Por ende, también son áreas que abordar para el poblamiento sectorial del MCTP. Si solo se analiza estas dos actividades, abstrayendo la generación, se ve con más claridad su relevancia:

Priorización Subsector Eléctrico



Priorización Subsector Eléctrico



Se visualiza con mayor claridad que ambas actividades tienen una importancia relevante del subsector eléctrico.

Ahora, si analizamos cada uno de los criterios para los tres tipos de actividades, se encuentra lo siguiente:

- **A juicio experto (eje x) podemos visualizar que las tres actividades tienen gran importancia**, pero que la transmisión y distribución tienen mayor calificación. (7,16 y 7,5 respectivamente versus 5,6 en donde se ubica en promedio la generación). Con este resultado, los tres tipos de actividades se encuentran en los cuadrantes del lado derecho lo que implica que son necesarios de priorizar.

- **Con respecto a la Inversión en USD MM (eje y) por cada actividad**, las tres tienen consideradas seguir avanzando en estas áreas, pero hay una diferencia mayor, entre lo que respecta a generación versus transmisión y distribución. (11.372, 807 y 140 respectivamente). Como se mencionó anteriormente, esto se debe a que la generación está considerando una alta cantidad de proyectos, principalmente para la generación fotovoltaica, hidroeléctrica y eólica. Y esta actividad, contempla una mayor cantidad y diversidad de área en comparación con transmisión y distribución.

- **El Capital Humano en proyectos de Inversión (tamaño burbuja) se relaciona con la inversión**, es decir, también vemos una mayor participación en generación, le sigue transmisión y, por último, la distribución (11.803, 4.098 y 482 respectivamente).

Como se mencionó anteriormente, con esta priorización nos damos cuenta de que la actividad de generación es un ámbito que considerar, pero por lo amplio que es, hay que aperturar para poner foco y ver en detalle, donde se está dando un mayor desarrollo, proyección y madurez de las áreas. Por ende, concluimos sobre la priorización, por tipo de actividad, hay que considerar las tres, pero dentro de generación. Hay que definir cuáles son las áreas con que se debiera comenzar el poblamiento sectorial y cuáles considerarlas más a futuro.



6.3. Priorización en el subsector eléctrico por

TIPO DE GENERACIÓN

Tal como vimos en el punto anterior, es necesario realizar una priorización de la generación eléctrica, ya que contiene una amplia gama de tipo de generación, principalmente, asociada a ER y tal como se ha visto ya sea en el ámbito, técnico, regulatorio y medioambiental, ha tomado una fuerza importante con el objetivo de dar una mirada sostenible al sector.

Por consiguiente, en este ejercicio de priorización, los tipos de generación a analizar son los siguientes:

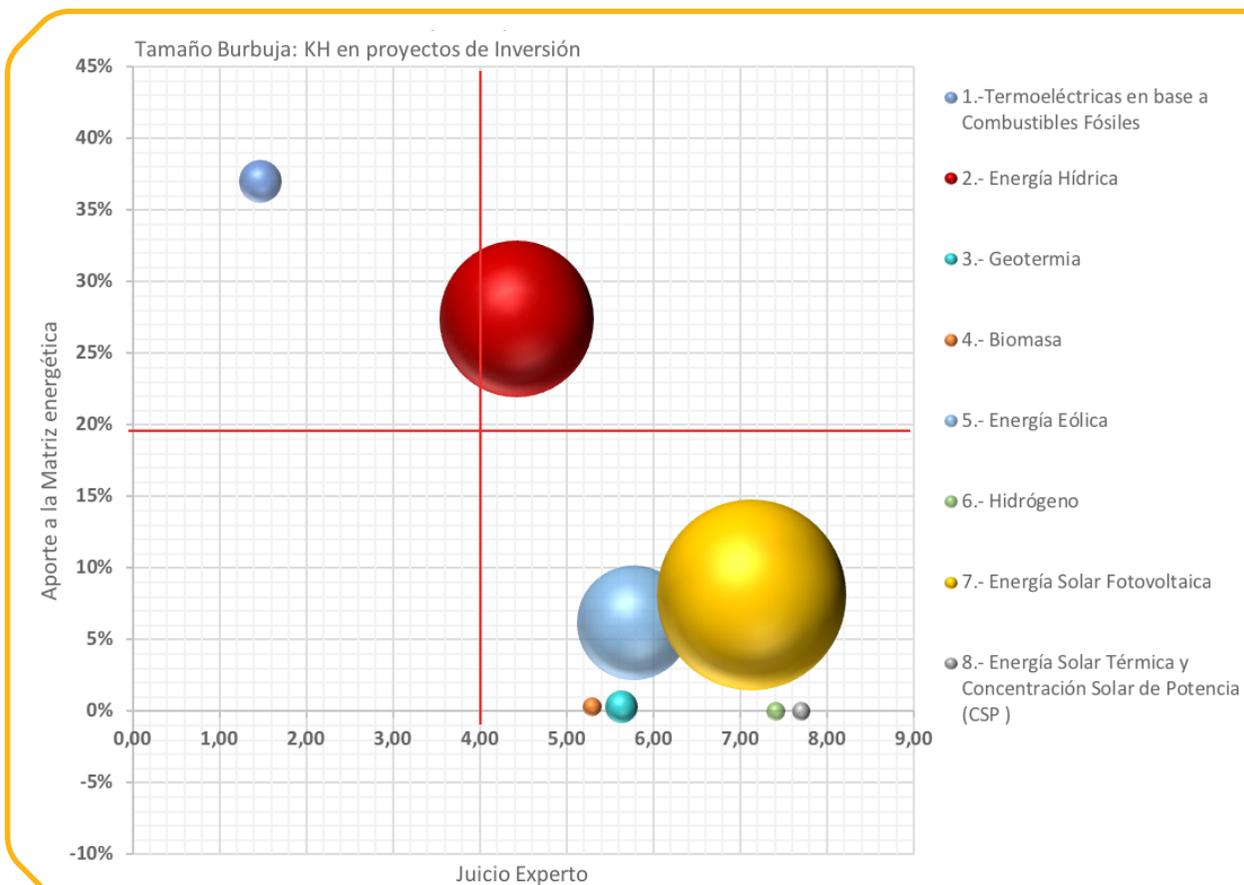
1. **Termoeléctricas en base a combustibles fósiles**
2. **Energía Hídrica**
3. **Geotermia**
4. **Biomasa**
5. **Energía Eólica**
6. **Hidrógeno**
7. **Energía Solar Fotovoltaica**
8. **Energía solar térmica y Concentración Solar de Potencia (CSP)**

Para esta priorización, se abordan los mismos criterios, excepto que se reemplaza la inversión en USD MM, por el aporte a la matriz energética, porque se considera un factor importante para poder discernir de mejor manera. Las ER cada vez están realizando un mayor aporte a la matriz, lo que refleja un aumento considerable en la participación de la electricidad, la cual ha pasado de una participación de 9,4% en la matriz, a una de 18,1%, en las últimas cuatro décadas. Junto con este aumento en la participación de la electricidad en la matriz de energía secundaria o de consumo final, en el período señalado, se ha producido una disminución en la participación de los combustibles fósiles de 75,9% de la matriz a 66%.³⁷

37. https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf

Dicho esto, los resultados de esta priorización son los siguientes:

Priorización Subsector Eléctrico



Se puede apreciar que, de las ocho áreas, siete se encuentran posicionadas en los cuadrantes del lado derecho, es decir, que a juicio experto la que se queda atrás son las termoeléctricas en base a combustibles fósiles. Esto evidencia, que a pesar de que aún realizan, actualmente, un aporte alto en matriz energética, va disminuyendo. También se puede apreciar la baja proporción en capital humano involucrado en proyectos de inversión, es decir, tampoco se aprecia un mayor desarrollo, a mediano o largo plazo, para ese tipo de generación.

A su vez, en los tipos de generación -que se encuentran en los cuadrantes del lado derecho-, la energía solar fotovoltaica y la energía eólica, se vislumbran con una alta calificación a juicio experto, alta concentración de Capital humano en proyectos de inversión y con más aporte a la matriz energética.

Esto implica que, como prioridad para comenzar el poblamiento sectorial del MCTP, es indicado comenzar con estos tipos de ER. Sin embargo, se podría ir abordando en fases posteriores la incorporación de perfiles y competencias asociados a la Energía Solar Térmica y Concentración Solar de Potencia, Hidrógeno y Geotermia, ya que actualmente es menor su aporte a la matriz energética y en concentración de capital humano en proyecto de inversión. Pero, a juicio experto, es algo que irá emergiendo, como por ejemplo, el caso del hidrógeno, ya que se entrevé hacia el 2030 como combustible y elemento importante para el transporte y también como fuente de almacenamiento. Sin embargo, es un área incipiente y para poder desarrollar un trabajo de levantamiento de perfiles y competencias, se debe contar también con un desarrollo en términos de proceso, en este caso de generación de hidrógeno, para identificar roles y funciones necesarias.

6.4. Priorización de tendencias del ámbito del

CONSUMO ASOCIADAS AL SECTOR:

Las tendencias del ámbito del consumo se encuentran en distinto nivel de desarrollo.

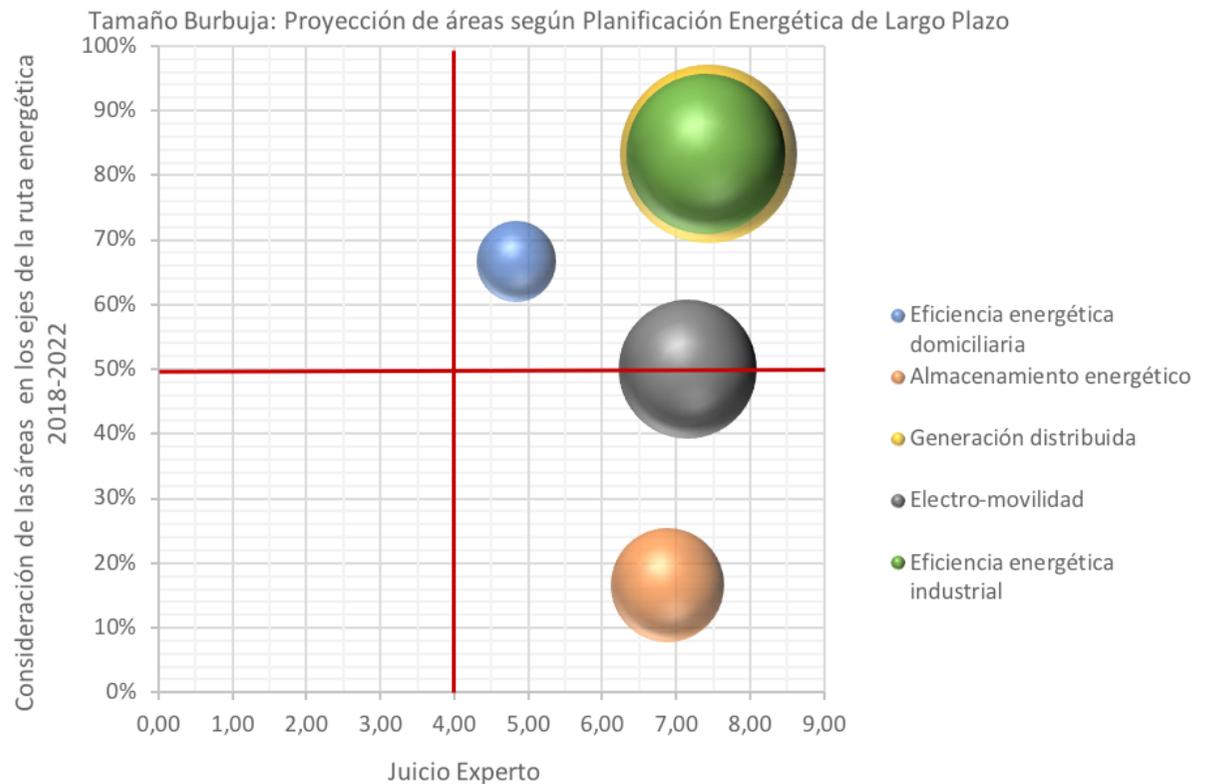
Algunas de ellas, no son susceptibles de evaluar, de acuerdo a los criterios utilizados anteriormente, ya que aun cuando tienen declaradas orientaciones a futuro, su estructura de trabajo se encuentra en una etapa de desarrollo incipiente, es decir, no cuentan con procesos productivos declarados para orientar al sistema formativo.

Para estas tendencias, se utilizó una metodología de priorización basada en los siguientes criterios: Juicio experto, implicancia en los ejes de la ruta energética y dependencia de proyecciones de estas áreas en los niveles de demanda energética y eléctrica expuestos en el documento de la Planificación Energética de largo Plazo. El resultado de este análisis, queda gráficamente de la siguiente forma: (Gráfico a la derecha)

Dos de las tendencias que tienen destacada proyección desde el punto de vista de los compromisos adquiridos por el país, e información más madura en términos de organización del trabajo (procesos productivos definidos) son: La Generación Distribuida y la Eficiencia Energética Industrial. Esto permite recomendar en estas áreas, avanzar en el levantamiento de trayectorias con perfiles y competencias asociadas.

La Electromovilidad es otra tendencia que se visualiza con un alto potencial de desarrollo para el país. Ahora bien, actualmente este es un área incipiente, que, si bien ya tiene presencia a través de perfiles ocupacionales existentes, -por ejemplo, en transporte-, aún no cuenta con una estructura de procesos suficiente. En este aspecto, se recomienda avanzar en la actualización de ellos en base a nuevas competencias, que involucran esta reciente tecnología, mientras el despliegue del sector no avance suficientemente³⁸.

Priorización Tendencias para el ámbito del Consumo

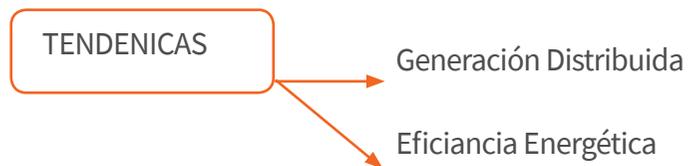
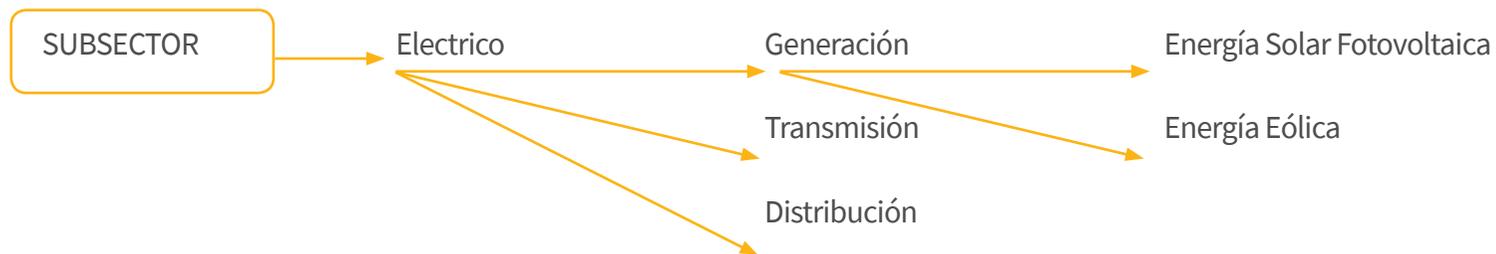


38. ChileValora ya se encuentra desarrollando un levantamiento de competencias sobre electromovilidad y se esperará los resultados de ese trabajo para incorporarlo como referente a este proyecto de poblamiento del MCTP sector Energía.

6.5. En resumen,

LAS ÁREAS DE PRIORIZACIÓN

En síntesis, podemos esquematizar el resultado del análisis en el siguiente diagrama, que refleja las áreas y tendencias identificadas como convenientes de ser priorizadas para el poblamiento sectorial inicial del MCTP del Sector Energía:



7. Síntesis y

CONCLUSIONES GENERALES

La caracterización general del Sector Energía y su capital humano, nos muestra que este sector estaría conformado básicamente por dos subsectores: (a) subsector de electricidad y (b) subsector de hidrocarburos. El primero, compuesto por las áreas productivas de generación, transmisión y distribución, y el segundo, por las áreas de importación, producción, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización. En conjunto y, según los datos extraídos de la ENE, ambos sectores concentrarían aproximadamente 48.000 trabajadores, con una tasa del 88% asalariados, y una inclinación hacia industria masculinizada, con una concentración porcentual del orden del 79% de hombres, tendencia incrementada en roles operativos.

Junto a lo anterior, se observa que el consumo de energía ha tenido un crecimiento sostenido entre los años 2007 y 2017. Entre las regiones de mayor consumo, se identifican las regiones Metropolitana, de Antofagasta y del Biobío. Se aprecia un crecimiento sostenido en aporte a la matriz eléctrica de sistemas fotovoltaicos y eólicos, llegando a más del 23% entre ambos. En cuanto a transmisión, también ha aumentado más de 4000 km de extensión en el país. En este sentido, se espera un incremento sostenido de demanda en el tiempo, foco energía eléctrica.

En relación con la distribución de capital humano en el sector, a partir de la información que provee la ENE, es posible señalar que la gran concentración del empleo está en la Región Metropolitana, con casi el 40,7%. Además, gracias a los datos del SII, se identifica que el subsector electricidad concentra el 74% aproximado del empleo del sector.

En cuanto a la formación técnico-profesional vinculada al sector, se puede afirmar que las carreras relacionadas con energías, pertenecen al área de tecnología, agrupando entre ellas 545 profesionales y 471 técnicas a nivel superior (concentran aproximadamente 30.000 alumnos en primer año). Un punto importante a señalar, se refiere a que la mayor cantidad de matriculados se distribuyen en las regiones Metropolitana, Antofagasta, Valparaíso y Biobío, teniendo directa relación con la concentración de empleo por región. Con respecto a la distribución por género, se observa una concentración del 92% de matriculados de género masculino, manteniendo una tendencia masculinizada en esta industria.

En general, se aprecia la necesidad de incorporar, en especial a la EMTP (especialidad de electricidad que concentra por año alrededor de 12.000 alumnos -jóvenes y adultos-), tendencias orientadas hacia las tecnologías de industrias 4.0, entre ellas: Big data, internet de las cosas (IoT), y hacia herramientas orientadas a la eficiencia energética y a fuentes de energía renovables. Estas últimas, si se evidencian en planes de estudios en técnicos de nivel superior. En este sentido, dentro de las principales tendencias que impactan al sector en Chile (recogidas a través de información secundaria, entrevistas y cuestionarios a especialistas), destacan la incorporación de fuentes de generación a partir de energías renovables -foco en solar y eólica-, la penetración y desarrollo del mercado de la electro-movilidad, la generación distribuida, y la eficiencia energética (tanto domiciliaria como industrial). Esta última es especialmente destacada en la Política Energética 2050, por que se piensa que se constituye como uno de los grandes desafíos al mediano plazo en el país.

Considerando la información de capital humano en el sector abordando - según datos expuestos de ENE, CASEN y SII, que se detallan en el punto 4 de este informe-, se concluye que la Región Metropolitana presenta la mayor empleabilidad del país, asumiendo que gran parte de las empresas ubican su casa matriz en Santiago y trasladan personal a distintas regiones del país para realizar trabajos especializados. Por otro lado, si se considera la distribución por género, la participación de hombres respecto a mujeres es bastante mayor, llegando a constituir alrededor del 80% de la fuerza laboral. Además, se observa que este sector está compuesto, principalmente, por personas asalariadas en alguna organización y su distribución en cuanto a funciones se concentra principalmente en trabajos técnicos y profesionales, anteponiendo a trabajos administrativos o de soporte.

Asimismo, es necesario mencionar la relevancia del subsector eléctrico en términos de porcentaje de empleos que representa para el sector energía, alcanzando el 74% del total. Si bien dentro de esa medición no se consideró dentro de los hidrocarburos la extracción de leña por no haber una categoría lo suficientemente acotada para los fines de este estudio, se piensa que su peso no haría cambiar la tendencia observada.

8. Recomendaciones para impulsar el desarrollo de

CAPITAL HUMANO EN EL SECTOR

Como ha quedado en evidencia en este estudio, el sector Energía se encuentra en pleno desarrollo. Es altamente dinámico y presenta una permanente tensión impuesta por el ritmo de los compromisos que adquiere el país, especialmente, en los ámbitos de sostenibilidad y la carencia de capital humano, y de una estructura formativa preparada para seguir dichos pasos.

A la formación de especialidades propias del sector energía, se suman otros desafíos pendientes en nuestro país, como el uso de tecnologías y plataformas digitales, complementando el dominio técnico con el desarrollo de las habilidades necesarias para desenvolverse y aprender en entornos digitales.

Para el sector económico, esto representa importantes retos, pues el desarrollo significativo y veloz de las nuevas tecnologías supone la necesidad de realizar transformaciones digitales en las empresas en los diferentes sectores económicos. Para ello, será necesario disponer de un Capital Humano calificado en esta materia³⁹.

Con esta visión expuesta en la en la *Hoja de Ruta 2022*, desarrollada por el Comité de Trabajo Técnico Capital Humano en Tecnologías Digitales, sumado a lo indagado en el proyecto, ya sea a través de juicio de expertos, entrevistas, benchmarking de otros países, entre otros, se recomienda complementar la formulación de perfiles impulsando las siguientes acciones:

1. Levantamiento de un **modelo de competencias transversales para la industria 4.0** con foco en el sector Energía, que identificaría las habilidades y capacidades críticas para ambientes laborales altamente tecnologizados, propios de la cuarta revolución industrial. Las competencias transversales, que deriven de este modelo, podrán orientar formación futura y alimentar las cualificaciones del sector, ya que no afecta el

ambiente de certificación y formación en torno a los perfiles existentes.

La reconversión es un desafío crítico del sector, producto del compromiso de descarbonización de la matriz energética que ha comenzado a gestarse en Chile y que conlleva una serie de desafíos sociales, ambientales, técnicos y económicos. Parte de los objetivos de este modelo, será buscar la reconversión de varios de los roles presentes en el sector, potenciar el emprendimiento, principalmente, para dar más herramientas al ecosistema de los proveedores y convertir la formación en aprendizaje continuo.

2. Una segunda medida apunta a comenzar a aproximarse al **desarrollo de estándares de áreas incipientes, ya sea en los ámbitos de ER y/o tendencias**. Un claro ejemplo, se visualiza en el hidrógeno verde que, reconocido por todos los actores consultados, será clave como combustible, principalmente, para el transporte y una gran oportunidad de desarrollo para el país. Ahora bien, también es sabido que su implementación y la aceptación generalizada de las tecnologías asociadas en todos los niveles, requerirán varios años de demostración tecnológica y esfuerzo educativo. Por ello, será clave contar con personal técnico capaz de trabajar en la primera línea del desarrollo de esta tecnología en paralelo al despliegue de esfuerzos del sistema formativo para ir aplanando el camino en esta materia en el mediano y largo plazo.

Dado que, como ya se ha dicho, el levantamiento de trayectorias y perfiles no es factible por ahora, debido a que los procesos y/o funciones no están del todo identificados, se sugiere impulsar medidas que adelanten en el sector formativo las condiciones de enseñanza de dichas especialidades para cuando ésta esté madura con la información que sí se tiene. Esto se puede hacer impulsando medidas como: i) formación de docentes; ii) asociatividad entre empresas e instituciones de formación en torno al uso de tecnología con fines educativos e; iii) integración en la oferta actual de carreras y especialidades asociadas al ámbito, desarrollando contenidos basados en ciertos elementos, por ejemplo: Evaluación del Ciclo de Vida de la tecnología y/o ER, Análisis de Decisiones y de Riesgos y Política Energética asociada al ámbito⁴⁰.

3. Otro punto importante a considerar, para dinamizar la actualización de estándares pertinentes al sector, es **gestionar la adquisición de perfiles y competencias desarrolladas por los stakeholders del sector y/o de otros países que lleven la delantera en ciertos ámbitos**, con el fin de contar con una base amplia que refleje funciones, los roles del ámbito a levantar y que conlleva a un ejercicio de ajuste o de homologación a la realidad actual. Esta acción contribuye, además, a fidelizar a stakeholders fundamentales en la creación de un sistema de cualificaciones, como son las empresas, aportando representatividad a un eventual sistema sectorial de cualificaciones.

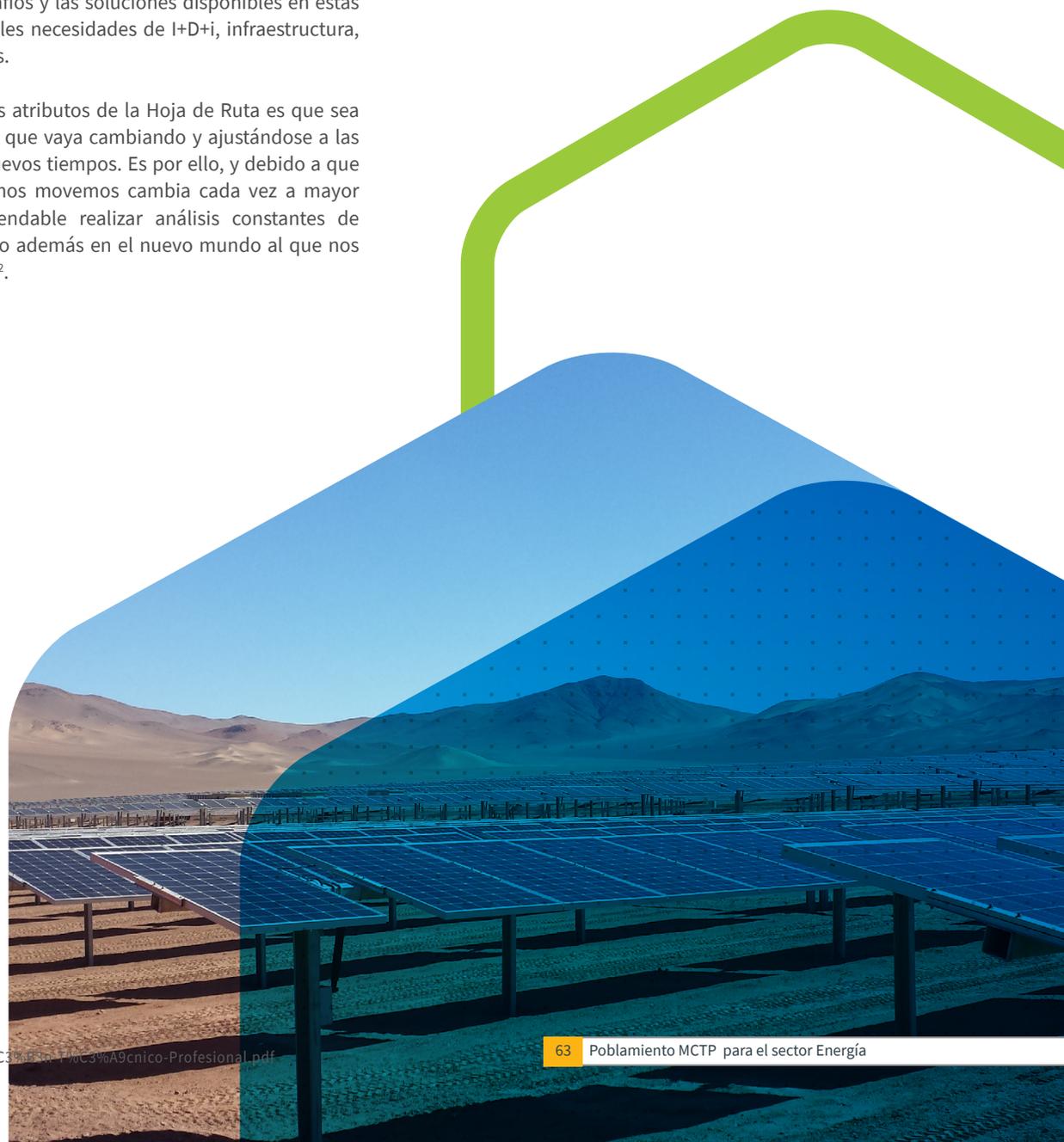
En el caso del sector económico, su participación en el diálogo, en torno a la Formación Técnico-Profesional a nivel nacional, tiene gran relevancia. No solo es necesaria la participación de organizaciones nacionales de empleadores y trabajadores en la definición de estándares y certificaciones vinculadas al mundo del trabajo, sino que también su aporte en la generación y provisión de información respecto al mercado del trabajo y sus necesidades (actuales y futuras). De manera similar, la colaboración del sector económico (a nivel nacional y sectorial) en la definición del currículum y programas formativos, es condición necesaria para asegurar la calidad y pertinencia de la oferta formativa. Finalmente, a nivel local, la relación entre las empresas y las instituciones de formación, es necesaria para generar valor compartido, principalmente a través del desarrollo de aprendizajes en entornos reales, ya sea mediante prácticas profesionales, formación en alternancia y actualización de conocimientos docentes⁴¹.

Por último, se quiere reafirmar que este trabajo es el inicio del poblamiento de un sector amplio y con ámbitos incipientes que prometen una mayor sostenibilidad. Con los hallazgos expuestos, tanto en la caracterización de los subsectores, como el ejercicio de priorización, se recomienda trabajar en una hoja de ruta que permita planificar qué aspectos y ámbitos se desarrollan con una temporalidad específica entre corto, mediano y largo plazo.

Una Hoja de Ruta del sector enfocado al Capital Humano busca identificar oportunidades, requerimientos de I+D y desafíos para generar capacidades en el país. Adicionalmente, esta iniciativa logra una mirada común con todos los actores de la industria, mediante la articulación de proveedores, empresas, instituciones de formación y el mundo público, y la generación de consensos entre los mismos actores. Para su desarrollo, se priorizan ciertos núcleos en base a los principales desafíos definidos por la industria en capital humano, con el objetivo

de identificar los desafíos y las soluciones disponibles en estas temáticas, y las posibles necesidades de I+D+i, infraestructura, tecnología, entre otros.

Uno de los principales atributos de la Hoja de Ruta es que sea un documento “vivo”, que vaya cambiando y ajustándose a las necesidades de los nuevos tiempos. Es por ello, y debido a que el escenario en que nos movemos cambia cada vez a mayor velocidad, se recomienda realizar análisis constantes de este trabajo, pensando además en el nuevo mundo al que nos veremos enfrentados⁴².



41. <http://www.tecnico-profesional.mineduc.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia-Nacional-de-Formacion-C3%A9cnica-y-Profesional.pdf>

42. <https://corporacionaltaley.cl/hoja-de-ruta/>

9. Anexo: Metodología de trabajo

METODOLOGÍA DE TRABAJO

9.1. Levantamiento de información entrevistas y encuestas

Para complementar los datos, anteriormente revisados, y poder profundizar en las visiones de actores clave del sector energético, Fundación Chile ha desarrollado un proceso de levantamiento de información centrado en dos tipos de fuentes: Entrevistas personales y cuestionarios online, dirigidos al sector económico, público y formativo. Cabe recalcar que la información corresponde a lo señalado y percibido por cada uno de los entrevistados, razón por la cual pueden existir diferencias con los datos cuantitativos anteriormente expuestos. A continuación, se presentan algunos de los resultados más destacados (la información completa puede ser consultada íntegramente en los anexos del informe).

9.1.1. ENTREVISTAS DESTACADAS

Sector económico

RODRIGO CASTILLO – EMPRESAS ELÉCTRICAS A.G.

- Unas 30.000 personas trabajan en los segmentos de transmisión y distribución. Es difícil conseguir buenos técnicos linieros, fundamentalmente porque no es posible capacitarlos en una sala de clases, el oficio se aprende in situ. Por lo mismo, una vez que están capacitados, existe una alta competencia por contratarlos entre las distribuidoras y las mineras.
- Dentro de lo laboral, la más alta rotación está entre la gente que trabaja en los call center y técnicos linieros. Es precisamente, el técnico liniero, el cargo clave en el segmento de transmisión y distribución.
- La necesidad de una mayor capacidad de transmisión va a requerir cargos relacionados con la construcción y

mantenimiento de líneas.

- En educación técnica y superior, se hacen los esfuerzos por tener laboratorios y equipamiento. Sin embargo, no hay una formación dual o más cercana a la realidad de la industria, es muy difícil formar bien a un técnico. Se necesitan un mínimo de 6 meses más para encarrilar a esos egresados. Además, en cualquier ámbito y nivel, lo que determina el éxito de una persona no es el conocimiento, sino cómo aprende. Las habilidades para aprender y las sociales, para relacionarse con el entorno, son las más importantes.

CLAUDIO SEEBACH – GENERADORAS DE CHILE

- Se estima que unas 6.000 personas trabajan en el segmento de generación. Los cargos claves del segmento transmisión, son los asociados a la regulación y planificación de redes, asimismo, los operadores de red/activos y los contratistas. Entre los perfiles más técnicos, están los operadores en terreno, los linieros/supervisores y los encargados de mantener los equipos.

- Un desafío que se viene arrastrando desde hace algún tiempo, es el de la contaminación local por leña. En esta materia, tenemos que avanzar en la aislación de las viviendas para mejorar la eficiencia energética y así lograr que las familias consuman menos energía de fuentes más limpias. También está como desafío, la electromovilidad y el fin de las termoeléctricas fósiles, como parte del desafío de transición energética hacia una matriz más sustentable. Por último, se observa la transformación digital como un reto importante que se viene, en particular la digitalización de la red y la irrupción de las bombas de calor.

MARTA ALONSO – DIRECTORA DE ACERA

- Al 2025 - 2030 veo la consolidación de la energía solar fotovoltaica y eólica en el sector de generación eléctrica. Sin embargo, el petróleo y sus derivados van a seguir siendo la principal fuente, a pesar de la irrupción de la electromovilidad.
- Detecto una revolución copernicana en el sector residencial, dada por una creciente electrificación del consumo,

particularmente, por mayor consumo de calefacción y posteriormente por el tema electromovilidad.

- Se necesita vincular la política energética con los requerimientos y necesidades de la población. El desarrollo de las energías renovables no va a generar riqueza ni empleos, sin una política industrial que la acompañe. Hoy, no existe fabricación local de partes y piezas para proyectos solares y eólicos.

- Existen brechas importantes en temas de seguridad. Actualmente, en Chile no hay donde capacitar a técnicos en temas de seguridad, algo que exigen muchas de las fabricantes de, por ejemplo, astas eólicas. También hay brechas técnicas que se podrían subsanar, facilitando elementos a los centros de formación técnica, como por ejemplo, aerogeneradores desmontables.

- La digitalización va a tener un tremendo impacto, sobre todo en la generación. Por ejemplo, la digitalización va a ser clave en la operación y mantenimiento de las plantas solares fotovoltaicas.

DAVID NOÉ – VICEPRESIDENTE DE ASUNTOS CORPORATIVOS DE TRANSELEC

- Se observa una disminución del crecimiento de la demanda energética, acompañado de un rápido crecimiento de la demanda eléctrica. Los proyectos solares fotovoltaicos y eólicos van a ser los predominantes en términos de energía adicional en el sistema al 2025, con el hidrógeno como fuente de almacenamiento emergiendo hacia el 2030.

- Los sectores que van a tener una incidencia importante, son el sector minero y el industrial. En el caso de la minería va a tomar fuerza el tema de la desalinización, mientras que en el sector industrial va a aumentar su consumo eléctrico

significativamente, debido al reemplazo de combustibles fósiles por electricidad en los procesos industriales.

- El proyecto de ley de Distribución va a tener un tremendo impacto en el sector. Primero, debiera cambiar la lógica tarifaria del sector, desde un sistema de red eficiente hacia un modelo distinto que considere el tema de los servicios complementarios, como por ejemplo, las baterías, que pueden reemplazar generación/transmisión.

- El gran desafío del sector, va a estar en el segmento residencial, el cual va a cambiar radicalmente. Dado su carácter desregulado, el negocio del sector eléctrico va a estar en este segmento. Dentro de los cambios más importantes está la electromovilidad y las bombas de calor.

- La irrupción de nuevas tecnologías está teniendo un impacto en la sensibilización de los equipos para descentralizar la operación y mejorar la calidad del servicio de transmisión. Otra tendencia importante es el manejo de grandes volúmenes de data.

Sector Formativo

HÉCTOR HENRÍQUEZ - DIRECTOR ÁREA ELECTRICIDAD & ELECTRÓNICA DE INACAP

- Las fuentes que han entrado con fuerza son la energía solar fotovoltaica y eólica, por las características de nuestro país. Del resto de fuentes de generación, creo que las energías geotérmica y mareomotriz tendrán cierto espacio por nuestras características territoriales y geográficas.

- La minería seguirá siendo un sector potente de consumo energético. Los otros sectores serán, el industrial y transporte por el movimiento hacia la electromovilidad, que será un factor de aumento de consumo en los próximos 20 años.

- En INACAP, los técnicos en instalaciones eléctricas tienen una duración de 5 semestres, con certificación

SEC clase B, mientras que los ingenieros eléctricos 8 semestres, con certificación SEC clase A. En cuanto al técnico electromecánico, es de 4 semestres y está enfocado en operación y mantenimiento de distintos sistemas.

- El campo laboral de nuestros egresados está en la industria, asociados a la generación y transmisión. Nuestro ingeniero eléctrico tiene un campo bastante amplio. El resto de los perfiles son más específicos.

- El técnico en instalaciones eléctricas trabaja, principalmente, en proyectos de instalación eléctrica, de forma independiente y con empresas. En la construcción hay una concentración importante. Y el electromecánico más industrial, nos lo piden mucho para mantención de centrales de generación.

- En general, nuestros índices de empleabilidad a primer año son de 96% y de pertinencia del 90%.

- Tras reuniones con empleadores, incorporamos competencias digitales a la malla. En cuanto a la descarbonización, está incorporada de forma indirecta, ya que hablamos de la matriz energética y su evolución.

- Solemos realizar jornadas de capacitación en enero y julio-agosto. Adicionalmente, tenemos una alta compra de equipos con sus capacitaciones asociadas que realizan los proveedores. Los profesores pueden postular a algunas becas.

- Hay un espacio en lo relacionado a la gestión energética como un todo. Con la Ley de Eficiencia Energética y el resto de los proyectos que se están desarrollando, va a requerirse una mirada transversal de la energía y de cómo se hace gestión energética en el ámbito público y privado.

- Desde hace mucho, INACAP ha hecho esfuerzos respecto al equipamiento, abordando los equipos digitales presentes en la industria. Se estima que se seguirán actualizando con software de simulación, realidad aumentada o realidad virtual.

Sector Público

CARLOS BARRÍA – JEFE DE DIVISIÓN DE PROSPECTIVA Y ANÁLISIS DE IMPACTO DEL MINISTERIO DE ENERGÍA DE CHILE

- Veo al 2025 la consolidación de la tendencia actual de la energía solar fotovoltaica, la energía eólica y la generación distribuida. Al 2030, se visualiza la irrupción del hidrógeno verde como combustible, principalmente para el transporte.
- La mayor incidencia en consumo la veo en el sector transporte con la electromovilidad. También la creciente electrificación de la matriz, particularmente por mayor consumo de calefacción y uso de aire acondicionado en el sector residencial.
- El principal compromiso es alcanzar la “Carbono Neutralidad” en el 2050. Ese es el compromiso paraguas para el resto de los compromisos o leyes, como la Ley de Cambio Climático o la descarbonización de la matriz.
- No veo un requerimiento de capital humano diferenciado por región, dado que básicamente se trata de un recurso móvil. Sin embargo, considero que se debería impulsar como estrategia de desarrollo regional y para avanzar en temas de descentralización.
- El principal desafío es cómo vincular las diversas iniciativas de política pública con las necesidades sociales. Otros desafíos están en el consumo de leña en la zona centro-sur, la electromovilidad (generar infraestructura y conocimiento) y el desarrollo del hidrógeno (se requiere capacitar capital humano con respecto a esta nueva tecnología).
- Las tendencias más relevantes son la descarbonización de la

matriz y la digitalización del sector, los cuales van a requerir nuevas competencias técnicas.

- Una vez que entren en operación los medidores inteligentes, no se van a necesitar los lectores de medidores. Lo mismo con los operadores de las calderas de las termoeléctricas, aunque éstos se pueden emplear en actividades industriales.
- El perfil de los mecánicos se va a tener que reformular como consecuencia de la irrupción de la electromovilidad. Lo mismo con los instaladores eléctricos con los cambios en el consumo.

MIGUEL ÁNGEL PELAYO – ASESOR DE GABINETE DEL MINISTERIO DEL TRABAJO

- Se viene muy fuerte el desarrollo solar, se irá fortaleciendo más con la expansión de la transmisión hacia el norte. También crecerá fuertemente el biogás, porque es una tecnología que no se ha desarrollado tanto en los últimos años, pero tiene un potencial enorme por su ventaja comparativa, especialmente, porque no solo es carbono neutral, sino que puede ser carbono negativo.
- Los clientes libres del sistema siempre han sido muy importantes y lo seguirán siendo, como los grandes proyectos de la minería, y van a consumir más de la mitad de la matriz energética en Chile. ¿Dónde van a haber desarrollos que hoy no estamos acostumbrados a mirar? En el sector transporte, va a haber una penetración profunda de la electromovilidad en el transporte urbano. Los grandes clientes seguirán existiendo, pero la producción y el consumo lo vamos a empezar a ver de forma muy relevante en el sector residencial, comercial y transporte. Aparecerán los prosumidores.
- Si se mira por segmentos, el de generación tendrá más intensidad en la zona norte por los desarrollos de energía

solar y eólica. Pero, a nivel general, en todo el país vamos a tener desafíos en materia de distribución y comercialización de energía al cliente final.

- En generación, el gran desafío consiste en cómo transitar hacia proyectos que sean sustentables y financiables. En transmisión, el desafío es cómo mejorar la transmisión con miras a la tecnología que hoy se impone. En distribución, el desafío es cambiar la lógica desde el flujo unidireccional hacia flujos dinámicos.
- Creo que la descentralización es clave, porque impacta en todos los sistemas. Va a necesitar personas a nivel nacional, trabajando en el servicio a clientes y en redes de distribución.
- Hay tres grandes brechas: 1) Atraso en términos de tecnologías evaluadas; 2) Todavía seguimos enfocando el sistema segmentado sin entender la interconexión existente; 3) La gestión de eficiencia energética todavía está pensada en consumir menos y no en aprovechar más.
- Hay que agregar la gestión eficiente de energía a los perfiles existentes. Hay un perfil de instalador de paneles solares, pero siento que es meramente estructural y no permite a la persona, efectivamente, ser capaz de proponer un modelo de generación descentralizada. En el sector gas, hay un gran desafío en la formalización del sector.

JESSICA MIRANDA - JEFA DE ÁREA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LA AGENCIA DE SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

- Al 2025, se ve la consolidación de la presencia de la energía solar fotovoltaica y de la energía eólica en la matriz eléctrica. También se ve una masificación de la electromovilidad en el transporte público. Hacia el 2030, se ve emergiendo el hidrógeno.

- Respecto al consumo, la mayor incidencia la veo en el sector transporte con la electromovilidad. Asimismo, en el sector residencial por la tendencia a una creciente electrificación del consumo: edificios full eléctricos, domótica y generación distribuida.
- Lo más relevante, por lejos, es la transición energética y el compromiso a alcanzar la carbono neutralidad al 2050. Eso considera, tanto la descarbonización de la matriz como avanzar en temas de eficiencia energética y de electromovilidad.
- Será relevante la gestión masiva de datos para la toma de decisiones, derivada de la incorporación del Big Data e Internet of Things en el sector.
- Se necesitarán analistas de datos y tecnología. Pienso en la cantidad de datos que se recopilan, y las empresas van a necesitar analizar toda esa información.



9.1.2. ENCUESTAS

A continuación, se presentan los resultados más relevantes obtenidos de las encuestas aplicadas a los distintos públicos señalados:



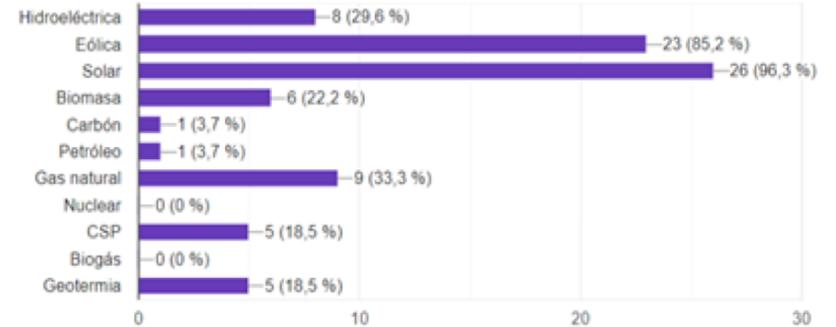
¿Qué fuentes energéticas (Eléctrica y Combustibles) considera usted que tendrán mayor incidencia y transformación en la matriz energética al año 2025?

Privado

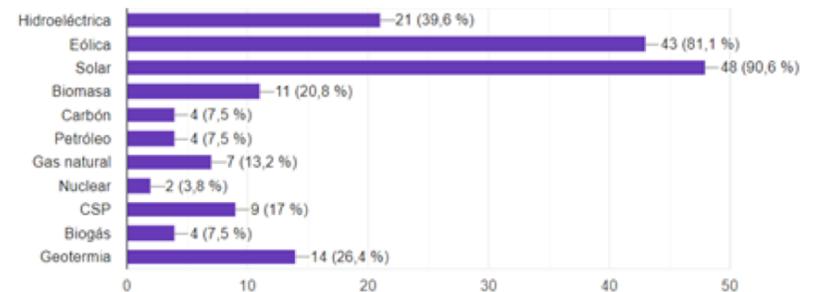


Los sectores público, privado y formativo coinciden en que las fuentes de energía solar y eólica tendrán mayor incidencia y transformación en la matriz al 2025..

Público



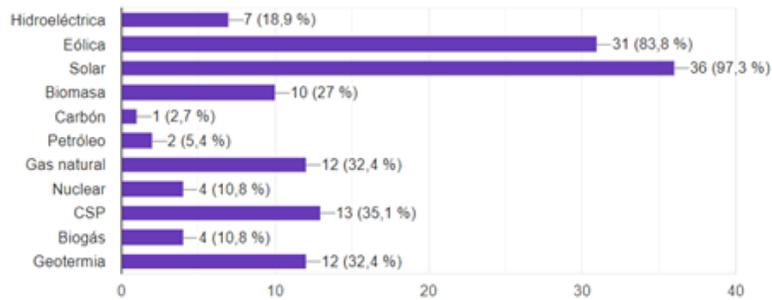
Formativo





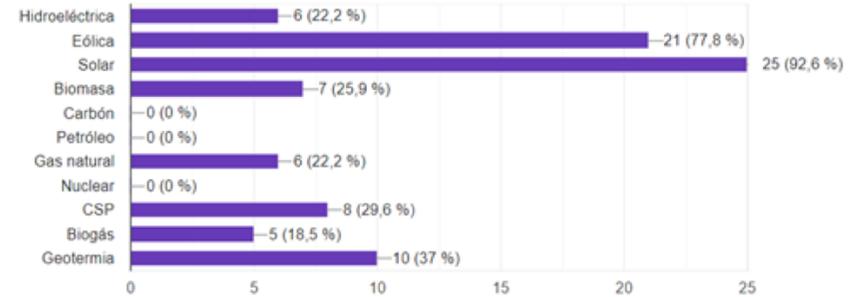
¿Qué fuentes energéticas (Eléctrica y Combustibles) considera usted que tendrán mayor incidencia y transformación en la matriz energética al año 2030?

Privado

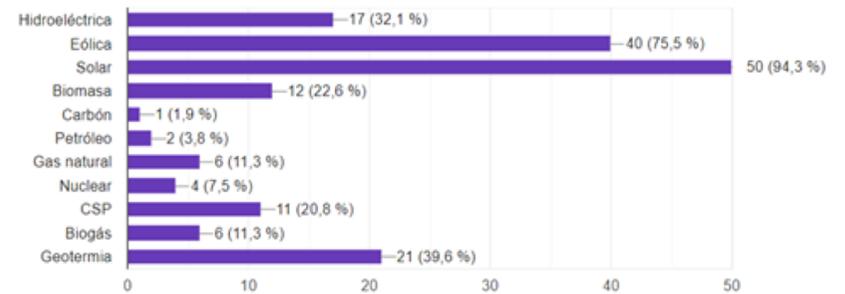


Los sectores público, privado y formativo coinciden en que las fuentes de energía solar y eólico, tendrán mayor incidencia y transformación en la matriz al 2030.

Público



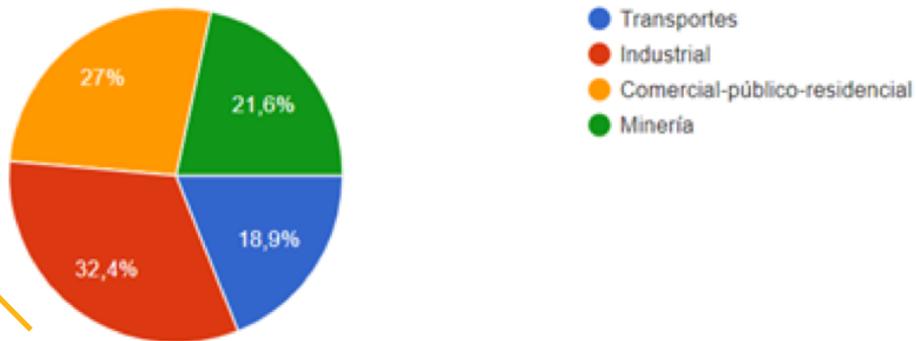
Formativo





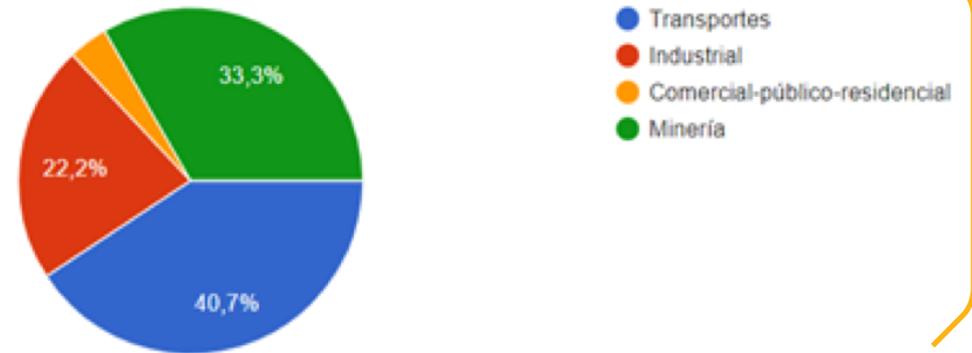
¿Qué sector de consumo considera usted que tendrá mayor incidencia y transformación en la matriz energética al año 2025?

Privado

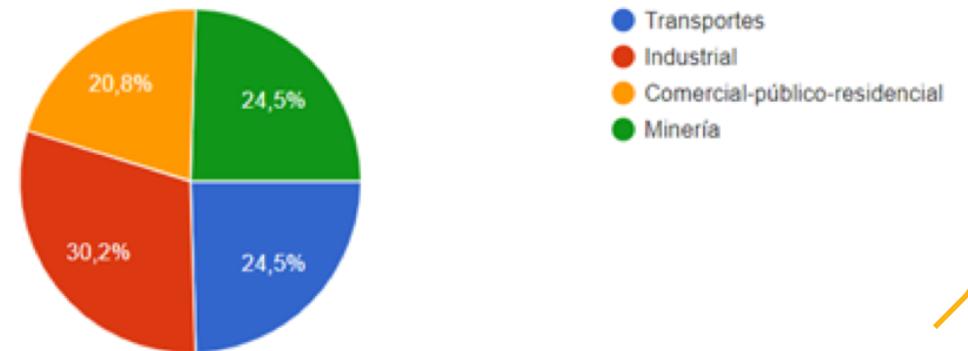


Según las respuestas a esta pregunta, los sectores transporte (público) e industrial (privado-formativo), tendrán mayor incidencia en la matriz energética 2025.

Público



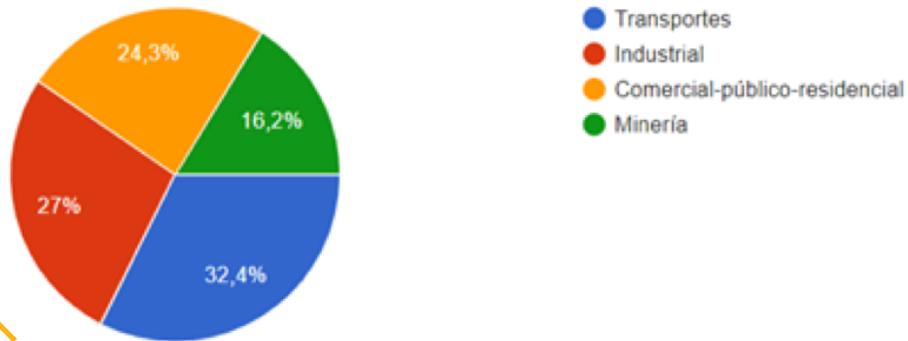
Formativo





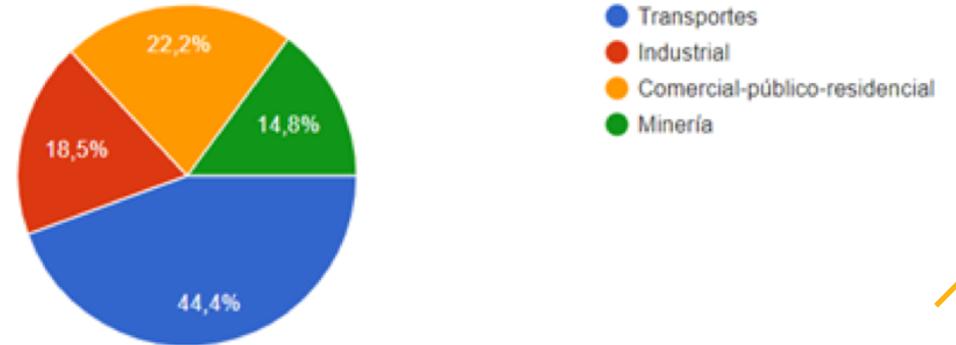
¿Qué sector de consumo considera usted que tendrá mayor incidencia y transformación en la matriz energética al año 2030?

Privado

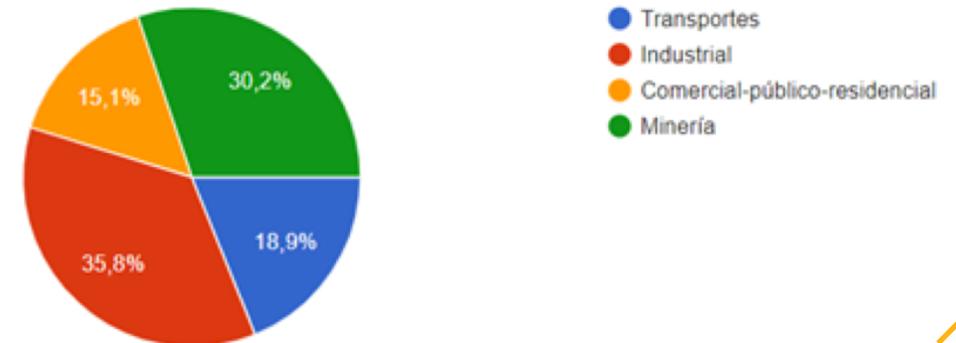


Según las respuestas a esta pregunta, los sectores transporte (público-privado) e industrial (formativo), tendrán mayor incidencia en la matriz energética 2030.

Público



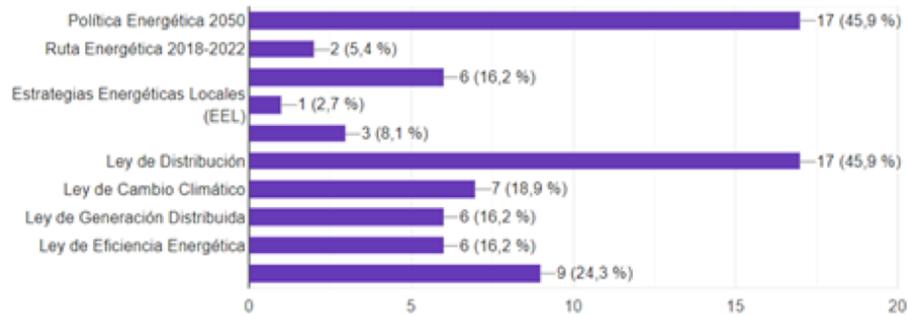
Formativo





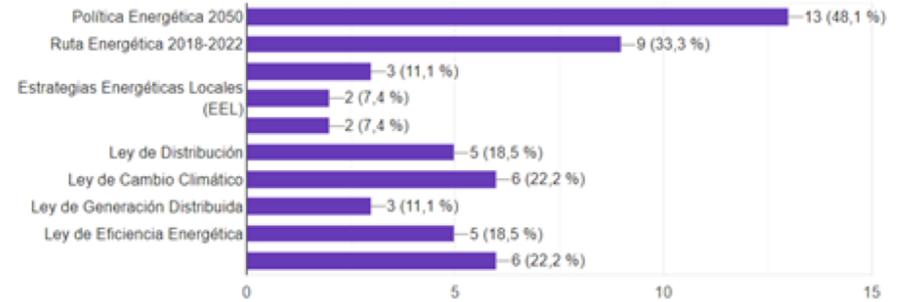
¿Qué fuentes energéticas (Eléctrica y Combustibles) considera usted que tendrán mayor incidencia y transformación en la matriz energética al año 2030?

Privado



Las respuestas a esta pregunta difieren bastante, según el perfil del encuestado. Se podría concluir que, a modo general, los compromisos más importantes son la política energética 2050 (público, privado, formativo) y ley de eficiencia energética.

Público



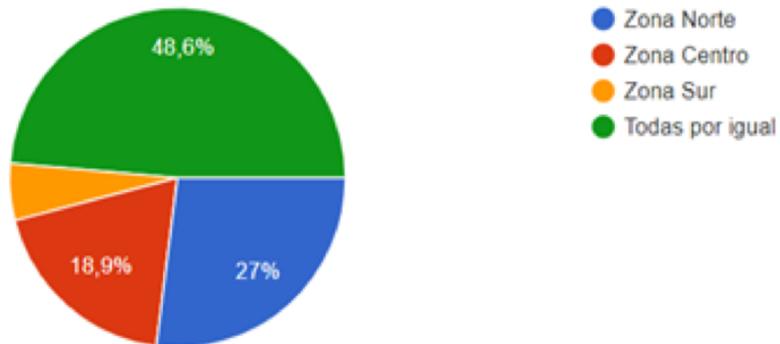
Formativo





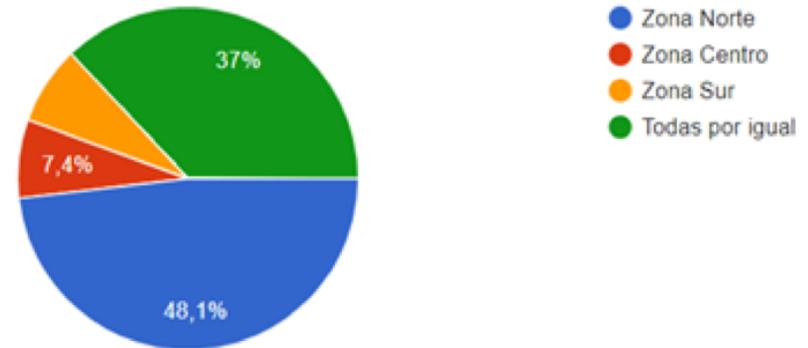
Considerando las respuestas anteriores ¿en qué zona del territorio cree que el requerimiento de Capital Humano tendrá un mayor impacto?

Privado

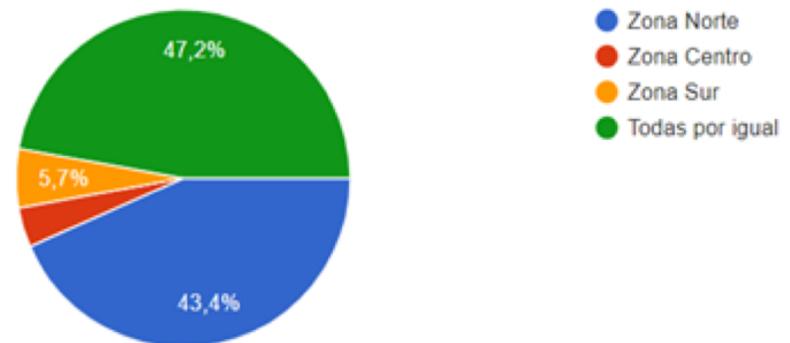


El mayor impacto territorial de capital humano, considerando las respuestas recabadas, podría ser principalmente en la zona norte del país, aunque se cree que existirá un crecimiento homogéneo en todo el territorio.

Público



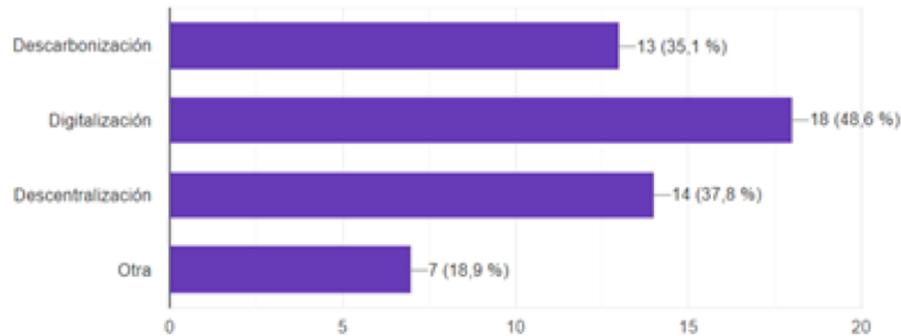
Formativo





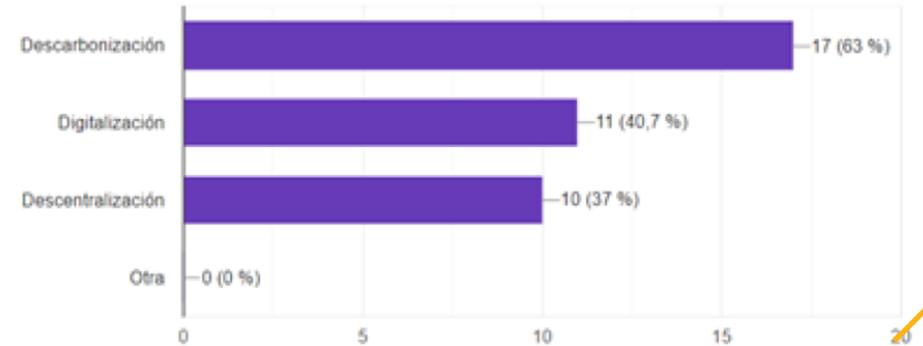
De acuerdo a su opinión, ¿qué tendencias del sector energético considera más influyentes en el desarrollo de capital humano?

Privado

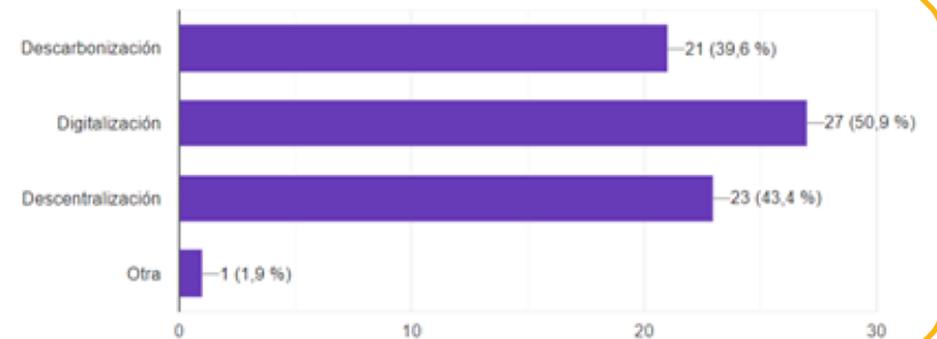


Según las respuestas obtenidas, podemos observar que la digitalización y la descarbonización serán las tendencias más influyentes para el sector energético

Público



Formativo



9.1.3. RESUMEN DE INFORMACIÓN

La siguiente tabla, resume los términos más utilizados por los actores claves, considerando los compromisos políticos, las tendencias nacionales e internacionales, las entrevistas realizadas y las respuestas al cuestionario implementado. Así, como datos complementarios obtenidos de distintas fuentes confiables.

Fuentes de información	Actores claves	Términos claves
Compromisos políticos	Ministerio de Energía	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiencia energética en entidades públicas. - Generación de ER 100% matriz 2050. - Aumento de 10 veces vehículos eléctricos 2020. - Capacitar en ER y Eficiencia energética. - Descarbonización. - Uso de sistemas digitales en el mercado eléctrico.
Tendencias	Mercado Nacional y Mundial	<ul style="list-style-type: none"> - Descarbonización. - Digitalización. - Descontaminación. - Descentralización. - Energía distribuida.
Entrevistas	Sector público, productivo y formativo	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor capital humano en transmisión y distribución. - Gran cantidad de empleos en generación. - Priorización del técnico liniero, transmisión y distribución. - Desarrollar habilidades blandas. - Desarrollar competencias digitales y gestión energética. - Desarrollar competencias en electromovilidad. - Déficit técnico por falta de infraestructura para formación de técnicos linieros.
Cuestionario online	Sector público, productivo y formativo	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor incidencia sistemas solares y eólicos. - Sectores mayor incidencia, transporte e industria. - Compromisos políticos más importantes ruta 2050 y ley de eficiencia energética. - Mayor capital humano, zona norte y resto del país. - Tendencia más influyente, descarbonización y digitalización.

9.2 Metodología de trabajo para la priorización de

ÁREAS PRODUCTIVAS

A continuación, se presenta el detalle del panel de expertos desarrollado, un análisis que vincula los resultados de éste con la información secundaria y primaria previamente recolectada, y un conjunto de recomendaciones para impulsar el desarrollo de capital humano para tendencias incipientes identificadas en el sector.

9.2.1. PANEL DE EXPERTOS CON REPRESENTANTES Y STAKEHOLDERS DEL SECTOR:

El ejercicio de panel de expertos se desarrolló con representantes y stakeholders del sector, a fin de facilitar la identificación de las áreas productivas convenientes de priorizar en el ejercicio inicial de poblamiento sector energía del MCTP.

Para lo anterior se elaboró una metodología de trabajo, que se detalle a continuación:

Objetivo del Panel de Expertos:

Esta mesa técnica tuvo por objetivo: Definir en conjunto con representantes del sector -y stakeholders relevantes-, las áreas productivas convenientes de priorizar en el ejercicio inicial de poblamiento sector energía del MCTP.

Modalidad de trabajo:

Dada las circunstancias de Pandemia Mundial (Coronavirus) que está viviendo el país, se definió una modalidad de trabajo a distancia - Online, usando la plataforma digital - Hangouts-. Mediante esta herramienta, los participantes pudieron interactuar en tiempo real con los demás participantes del grupo (panel de expertos) y con los facilitadores de Fundación Chile, a cargo de este ejercicio.

En este contexto, a los participantes, definidos por el Ministerio de Energía, se les envió un comunicado vía e-mail anticipadamente, para coordinar las actividades y su participación en las instancias del panel de trabajo. Es importante mencionar que los participantes del panel fueron seleccionados por su amplia experiencia en el sector, a fin de lograr una mirada global y estratégica respecto a los desafíos actuales y proyectados para el sector y su capital humano, en el corto y mediano plazo.

Se realizó un ejercicio de panel de expertos con representantes y stakeholders del sector con el objetivo de identificar las áreas productivas recomendables para iniciar el poblamiento sectorial del MCTP, junto con el análisis de información secundaria y primaria, parte integrante del componente estado del arte de este informe.

Etapas del Panel de expertos:

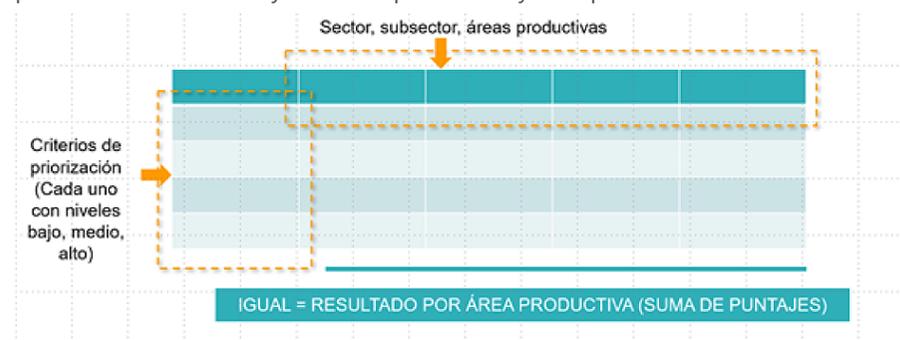
El panel consideró 4 etapas, a continuación, se describe cada una de ellas:

• Etapa 1: Kick Off Mesa Técnica de Validación

- **Tiempo:** 2 hora.
- **Objetivo:** Brindar a los participantes un contexto general del proyecto y explicar qué aporte se requería de ellos en esta etapa del proyecto. En esta instancia, se entregaron las instrucciones del trabajo, materiales, recomendaciones y contactos frente a cualquier duda o dificultad.
- **Descripción:** Esta actividad corresponde al primer encuentro de los participantes del panel, por tanto, en esta instancia se explicó el objetivo general del proyecto y de esta actividad, la metodología de trabajo y los resultados esperados.

En esta instancia, se presentó el instrumento “Matriz de Priorización”. Éste tuvo por objetivo facilitar la identificación de las áreas de trabajo convenientes de ser priorizadas para el ejercicio inicial de poblamiento sectorial del MCTP. Este instrumento, consideró en sus columnas, los subsectores, asociados al sector de energía, y áreas de trabajo. Y en sus filas, presentó una lista de dimensiones, criterios de evaluación para clasificar las distintas áreas de trabajo, y un puntaje ponderado asociado a cada criterio (esta matriz fue trabajada junto a especialistas del sector y validada junto a representantes del Ministerio de Energía).

Ejemplo: Matriz de Indicadores y resultados por sectores y áreas productivas.



A continuación, modo de ejemplo, se presenta una lista con algunos indicadores considerados en la matriz de priorización. Cabe mencionar que estos han sido identificados a partir de la revisión de información secundaria, entrevistas y aplicación de cuestionarios online a especialistas y stakeholders del sector:

- Cantidad de capital humano (concentración).
- Calidad del Empleo.
- Oferta Formativa asociada.
- Impacto de las tecnologías.
- Impacto de las tendencias globales.
- Impacto de normativas.
- Entre otros.

• Etapa 2: Trabajo Autónomo de los Especialistas

- **Tiempo Estimado:** 7 días.
- **Objetivo:** Conocer y recolectar las opiniones y argumentos individuales de los especialistas, a fin de construir, en base a éstas, una propuesta ajustada de matriz de priorización, que reflejará la mirada de la mayoría y propiciará acuerdos y consensos.
- **Descripción:** Como antes fue mencionado, los representantes del sector, tuvieron 7 días, aproximadamente, para revisar la propuesta de matriz de priorización y compartir sus opiniones y recomendaciones individuales. Es relevante remarcar la importancia del trabajo individual, ya que esta metodología busca evitar los sesgos propios del trabajo en grupo (influencia por reputación o personalidad de uno de los participantes, presión grupal por conseguir acuerdos, entre otros).

La revisión de los participantes se focalizó en:

- Otorgar a cada área de trabajo un puntaje, de acuerdo con cada criterio de evaluación presentado y sumar una nueva área de trabajo en caso de estimarlo conveniente.
- Revisar la ponderación propuesta para cada criterio de evaluación y proponer ajustes, en caso de estimarlo conveniente.
- Proponer nuevas dimensiones o criterios de evaluación, o

ajustes en los ya propuestos, según corresponda.

- Clasificar su dominio en cada temática evaluada (criterios de evaluación).

• Etapa 3: Presentación de Resultados a los Participantes

- **Objetivo:** Identificar consensos y acuerdos con los especialistas, respecto a las áreas productivas convenientes de priorizar en el ejercicio inicial de poblamiento sector energía del MCTP.
- **Tiempo Estimado:** Presentación de resultados 1 ½ hora, consulta final a los participantes 5 días.
- **Descripción:**

1.- Respecto a la presentación de resultados:

A los participantes, se les presentaron los resultados generales de la consulta, mediante una reunión a distancia, realizada por medio de la misma plataforma digital antes utilizada. Aquí se presentó la matriz de priorización, ajustada en base las recomendaciones y observaciones sistematizadas. A continuación, se brindó un espacio para resolver dudas y atender comentarios, fomentando el establecimiento de acuerdos y consensos.

2.- Respecto a la consulta final a expertos:

Al finalizar la reunión de presentación de resultados (reunión online), se informó que éstos serían compartidos con todos los participantes, quienes tendrían un periodo final de 5 días para compartimos sus observaciones.

• Etapa 4: Entrega de Informe de Resultados de la Mesa Técnica de Validación

Objetivo: Sistematizar los resultados obtenidos por medio de la mesa técnica de validación. El foco de este informe, corresponde a las áreas productivas identificadas, por los participantes, como convenientes de ser priorizadas en el ejercicio inicial de poblamiento sectorial del MCTP.



9.2.2. PARTICIPANTES DEL PANEL DE EXPERTOS

A continuación, se presenta una tabla con el detalle de los 22 especialistas parte del panel desarrollado:

CONVOCADOS PANEL DE EXPERTOS MARCO DE CUALIFICACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL DEL SECTOR ENERGIA

Nº	NOMBRE	CARGO	INSTITUCIÓN / EMPRESA
1	Alfredo Guzmán	Jefe de División	Desarrollo de Proyectos Ministerio de Energía
2	Carlos Barria	Jefe de División	Prospectiva, Análisis e Impacto Regulatorio, Ambiental y Cambio Climático Ministerio de Energía
3	Claudio Seebach	Presidente Ejecutivo	Generadoras de Chile
4	Gabriel Prudencio	Jefe de División	Energías Sostenibles
5	Gonzalo Vargas	Consultor	Independiente
6	Jerónimo Carcelén	Presidente	Consejo Geoterma
7	José Antonio Ruiz	Profesional /Jefe de Unidad Hidrocarburos	División de Mercados Energéticos
8	José Ignacio Escobar	Director General Sudamérica	ACCIONA
9	Luis Ávila	Superintendente	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
10	Marcela Punti	Gerente General	ACESOL Asociación Chilena de Energía Solar
11	Marcelo Padilla	Profesional	División de Energías Sostenibles
12	María Carolina García	Directora Agenda Capital Humano	Confederación de la Producción y el Comercio
13	Marta Alonso	Gerente General Latinoamérica	Asociación Chilena de Energías Renovables y Almacenamiento
14	Max Correa	Director Ejecutivo	Comité Solar CORFO
15	Miguel Ángel Pelayo	Asesor	Ministerio del Trabajo y Previsión Social
16	Orlando Castillo	Director	Corporación de Bienes de Capital
17	Pabla Ávila	Jefa de Centros de Certificación	Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales
18	Rainer Schoeer	Director de Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile	Corporación Alemana para la Cooperación Internacional GIZ
19	Rodrigo Castillo	Director	Asociación Gremial de Empresas Distribuidoras Eléctricas
20	Vicente Rodríguez	Presidente	Sistema Nacional de Certificación de Leña
21	Víctor Ballivián	Presidente	Corporación de Normalización CORNELEC
22	Williams Calderon Muñoz Ph.D.	Profesor Asociado	Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Chile

9.2.3. PRINCIPALES RESULTADOS

Sobre las respuestas recolectadas:

1. Recolectamos 17 matrices de priorización, equivalentes al 77% del total de expertos participantes.
2. El total de respuestas está compuesto por representantes de empresas, asociaciones gremiales y agencias del estado.

Percepción general de los participantes (análisis observaciones):

1. El instrumento tendió a ser respondido por cada especialista, de acuerdo a su experiencia y conocimiento en las temáticas y subsectores analizados.
2. Se identifican observaciones muy interesantes, como la relevancia de considerar áreas vinculadas y relevantes para el desarrollo energético, como temas ambientales, de cambio climático, sociales, participación, entre otros.

Metodología general de análisis de la información recogida:

1. Se consideró en el análisis la autoclasificación del especialista en torno a su dominio en las temáticas evaluadas, ponderando sus respuestas de acuerdo a la auto clasificación.
2. Los resultados por dimensión y criterio de evaluación corresponden a los promedios generales de las respuestas entregadas por cada especialista.

Síntesis de resultados:

Dimensiones más relevantes a la luz del criterio experto

- Distribución actual de Fuerza Laboral **14%**
- Oferta Formatica Vinculada al Sector **15%**
- Mirada estrategica del sector
(considera políticas, normativas y tendencias globales) **29%** ✓
- Perspectiva de Evolución del Sector
(considera la demanda futura de capital humano e impacto de nuevas tecnologías) **11%**
- Proyectos de Inversión Vinculados al Sector
(horizonte 10 años) **20%** ✓



Resultados por subsectores⁴³ :

El resultado general de la priorización de los expertos, para cada área productiva, se presenta a continuación:

SUBSECTOR ELÉCTRICO

Generación							Transmisión	Distribución	
Termoelectricas en base a combustibles fósiles	Energía Hidrica	Biomasa	Energía Eólica	Hidrógeno	Energía Solar Fotovoltáica	Energía Solar Térmica y Concentración Solar de Potencia(CSP)			
Resultados	1,47	4,42	5,64	5,30	5,78	7,41	7,14	7,16	7,50

SUBSECTOR CONSUMO

Eficiencia energética domiciliaria	Almacenamiento energético	Eficiencia energética industrial	Generación distribuida	Electro-movilidad	
Resultados	4,84	6,88	7,40	7,44	7,16

SUBSECTOR HIDROCARBUROS

Petroleo & Derivados		Gas natural Licuado (GNL) / Gas Natural(GN)		Hidrógeno	Leña	
Refinación	Distribución	Importación / Regasificación	Distribución			
Resultados	6,14	3,58	3,87	4,80	5,20	5,68

43. Cabe mencionar que en el análisis, se consideró como subsector de consumo a aquellas tendencias del subsector energía identificadas relevantes a partir de la revisión de información secundaria y primaria previamente analizada.

Al ordenar las áreas productivas, evaluadas en un ranking de los primeros 8 puntajes, se obtiene el siguiente resultado:

N°	Subsector:	Área de trabajo:	Puntaje:
1	Eléctrico	Generación Energía Solar Térmica y Concentración Solar de Potencia (CSP)	7,70
2	Eléctrico	Distribución	7,50
3	Consumo	Generación distribuida	7,44
4	Eléctrico	Generación Hidrogeno	7,41
5	Consumo	Eficiencia energética industrial	7,40
6	Consumo	Electro-movilidad	7,16
7	Eléctrico	Transmisión	7,16
8	Eléctrico	Generación Energía Solar Fotovoltaica	7,14

10. Referencias

BIBLIOGRÁFICAS

- Cameron Partners (2011). Estudio de Capital Humano para Desarrollar la Industria de Servicios Conexos del Sector de Energías Renovables No Convencionales. Centro de Energías Renovables, Santiago de Chile.
- Central Energía (2019). Regulación del mercado eléctrico chileno. Recuperado de: <http://www.centralenergia.cl/regulacion/>
- China Electricity Council (2018). China Power 2017 Report. Pekín, China.
- Comisión Nacional de Energía (2019). Anuario Estadístico de Energía 2018. CNE, Santiago de Chile.
- Consejo Políticas de Infraestructura (2017). Ministro de Energía encabeza ceremonia de Interconexión SIC SING y entrega reconocimiento a quienes permitieron concretar este hito del sector eléctrico nacional. Recuperado de: <http://www.infraestructurapublica.cl/ministro-de-energia-encabeza-ceremonia-de-interconexion-sic-sing-y-entrega-reconocimiento-a-quienes-permitieron-concretar-este-hito-del-sector-electrico-nacional/>
- Deuman (2019). Diagnóstico de la Situación de Inserción de la Mujer en el Sector Energético. Ministerio de Energía, Santiago de Chile.
- Escenarios Energéticos (2018). Futuro de la Energía en Chile: Factores de Cambio y Tendencias. Santiago de Chile.
- Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (2018). Annual Economic Report 2018. Berlín, Alemania.
- Han, H., & Wu, S. (2018). Rural residential energy transition and energy consumption intensity in China. Energy Economics, Vol. 74, 523-534. Elsevier, Ámsterdam.
- Instituto Nacional de Estadística (2019). Encuesta Nacional de Empleo (ENE) de Chile.
- International Energy Agency (2018). Distributed Energy Generation: Market Demand, Growth, Opportunities and Analysis Of Top Key Player Forecast To 2023. WiseGuy Reports.
- International Renewable Energy Agency (2017). Perspectives for the energy transition. IEA Publications.
- Larrea, M., & Alvarez, E. (2018). El sector energético en Chile: Una visión global. Universidad Alberto Hurtado, Santiago de Chile.
- Ministerio de Desarrollo Social (2018). Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) de Chile.
- Ministerio de Energía (2019). Balance Nacional de Energía 2017, División de Prospectiva y Análisis de Impacto Regulatorio.
- Ministerio de Energía (2019). Folleto +Capital Humano en Energía. Santiago de Chile.
- Ministerio de Energía de Chile (2015). Energía 2050: Política Energética de Chile. Santiago de Chile.
- Ministerio de Energía de Chile (2018). Ruta Energética 2018-2022: Liderando la Modernización con Sello Ciudadano. Santiago de Chile.
- Ministerio de Energía de Chile (2019). Diagnóstico de la Situación de Inserción de la Mujer en el Sector Energético. Santiago de Chile.
- Ministerio de Energía de Chile (2019). Mapa Normativo del Sector Energético Chileno. Santiago de Chile.
- National Association of State Energy Officials (2019). The 2019 U.S. Energy & Employment Report.
- Observatorio Laboral Araucanía (2019). Brechas de Capital Humano en las Energías Renovables No Convencionales. Secretaría Regional Ministerial de Energía de la Región de la Araucanía.
- Observatorio Laboral Araucanía (2019). Reporte de Vigilancia Tecnológica de Energías Renovables No Convencionales ERNC. Secretaría Regional Ministerial de Energía de la Región de la Araucanía.
- Porter, M. E. (1990). The Competitive Advantage of Nations. Free Press, New York.
- Revista Electricidad (2019). El salto de las energías renovables en Chile bate todos los récords proyectados. Recuperado de: www.revistaei.cl/2019/11/29/el-salto-de-las-energias-renovables-en-chile-bate-todos-los-records-proyectados/?mc_cid=21ade1b0a4&mc_eid=89e31b35a1
- River Consultores (2016). Informe de Servicios Profesionales destinados al Levantamiento de una Detección de Necesidades de Capital Humano para el Sector Energías Renovables y Eficiencia Energética. Ministerio de Energía, Santiago de Chile.
- Servicio de Información de Educación Superior (2019). Base de datos de Educación Superior en Chile.
- Valderrama, J.; Campusano, R.; & Espindola, C. (2019). Minería Chilena: Captura, Transporte, y Almacenamiento de Dióxido de Carbono en Relaves mediante Líquidos Iónicos y Carbonatación

