



UNIVERSIDAD
Finis Terrae

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE

FACULTAD DE DERECHO

MAGISTER EN DERECHO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

**ENERGÍA EN LOS HOGARES:
Análisis y estudio del panorama socioeconómico actual con el
sistema energético chileno**

ANA DUARTE AVILÉS

Artículo Académico presentado a la Facultad de Derecho de la Universidad Finis
Terrae, para optar al grado de Magister en Derecho de Recursos Naturales y
Medio Ambiente

Profesor Guía: Francisco Irarrazabal Armendariz

Santiago, Chile

2021

ENERGÍA EN LOS HOGARES: ANÁLISIS Y ESTUDIO DEL PANORAMA SOCIOECONÓMICO
ACTUAL CON EL SISTEMA ENERGÉTICO CHILENO

ANA DUARTE AVILÉS
Universidad Finis Terrae
aduarteviles@gmail.com

Profesor guía:

Francisco Irarrázabal

Resumen

La matriz energética en Chile ha evolucionado en corto tiempo, comenzando con plantas a carbón a ser una potencia nivel mundial en la generación de energía fotovoltaica, cada fuente de alimentación tiene alguna consecuencia tanto en la salud como en el medioambiente, los compromisos internacionales son un incentivo para disminuir las emisiones de carbono a nivel nacional, sin embargo, nada está exento de problemas y obstáculos.

Palabras clave: Historia, matriz energética, zona de sacrificio, política energética, energías limpias

Abstract: The energy matrix in Chile has evolved in a short time, starting with coal-fired plants to be a world-class power in the generation of photovoltaic energy, each power source has some consequence both in health and in the environment, international commitments are a incentive to reduce carbon emissions at the national level, however, nothing is without problems and obstacles.

Key words: History, matrix Energy, Sacrifice Zone, Energy politics, clean energy

Introducción

La Matriz energética de Chile, ¿Se encontrará preparada para suplir la demanda durante la crisis climática a nivel global? En este trabajo nos enfocaremos en responder a dicha pregunta, iniciando con su historia y evolución a lo largo de los años, comparando con otros países vecinos, dando cuenta la relación directa entre la economía con los avances que puedan desarrollar las centrales de generación de energía eléctrica. Actualmente en Chile, somos una potencia en cuanto a la producción de energías limpias.

La importancia del aprovechamiento energético del clima chileno a lo largo de todas las regiones del país y su educación, trae una serie de beneficios a la ciudadanía, pero también aparecen nuevos obstáculos a los que debemos enfrentar, dichos fenómenos

nacieron casi e un abrir y cerrar de ojos, y la razón de la elaboración de este artículo se debe a que no existe mucha información respecto la realidad energética de nuestro país, contribuyendo a entender un poco mas sobre el estilo de vida que estamos llevando actualmente y hacia donde estamos encaminados, planteando una serie de cuestionamientos tales como ¿ Desde cuando nace la importancia de suplir no solo a la gran minería y otras industrias sino que también a las ciudades? ¿Existe política energética en Chile?, ¿Qué pasa con los residuos fotovoltaicos? ¿Qué es la pobreza energética y como combatirla?

Este articulo se va a dividir en tres capítulos, comenzando con la historia de la matriz energética en Chile, comparado con otros países vecinos, luego con la creación de mas centrales de generación tanto a carbón como a gas, sus consecuencias, y por último la transición a la obtención de energías limpias y sus principales obstáculos.

Desarrollo:

Capítulo I: Chile, del aceite al bombillo en un solo paso

Es necesario tener en cuenta la historia energética en Chile, desde su llegada a la actualidad, por lo que previo a la invención de la bombilla, y hasta antes del año 1883, los artefactos de movilización e iluminación se basaban principalmente en artefactos de vapor impulsados gracias por carbón mineral y la utilización de velas comunes para los hogares en horarios de escasa luz natural. Luego, en el año 1883, llega a Chile la electricidad gracias a la instalación de cinco luminarias, específicamente en la Plaza de Armas del centro de Santiago, uno al costado del Portal McClure y el otro en el Portal Fernández Concha.

Este invento impulsó la visión de muchos empresarios quienes utilizaban la energía eléctrica para transporte e incluso artefactos de carácter industrial, uno de los emblemas de la energía eléctrica por excelencia en transporte fue el tranvía eléctrico, un vagón impulsado por cables en el techo del vehículo cuya movilización se efectuaba través de rieles instalados en medio de una calle acompañada de vehículos y carretas.

En lo que respecta a la generación de energía eléctrica en esa época, el año 1889 la empresa de tranvías eléctricos Parrish Hermanos tuvo que instalar tres centrales generadoras a carbón, en el perímetro de Santiago cuya generación de corriente continua era de 600 KW para el impulso continuo e ininterrumpido de este vehículo de transporte.

No fue sino hasta 1897 que se instaló la primera central hidroeléctrica en Chile cerca de la localidad de Lota.

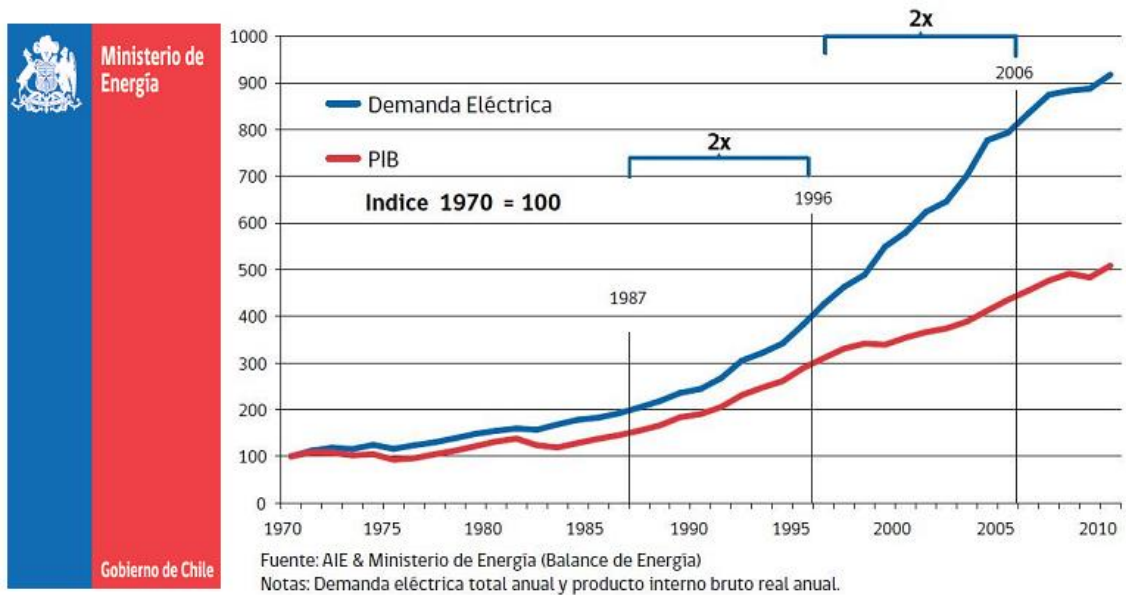
Luego, en el año 1944 el gobierno de la época crea la Empresa Nacional de Electricidad ENDESA, esto con la finalidad de optimizar la generación de la energía eléctrica a través de centrales hidroeléctricas, cuyas instalaciones se encontraban ríos de gran capacidad hídrica, tales como el Río Aconcagua.

Todos estos acontecimientos se deben a un solo factor: El aumento de la demanda de energía eléctrica no solo sucedió a partir de iluminar plazas, transporte y edificios públicos, esto trajo consigo el aumento de la población, por lo tanto, mayor es la implementación de tendidos eléctricos para iluminar los hogares de la capital.

En general, la implementación de artefactos impulsados por electricidad en Chile era bastante anticuado en relación a sus vecinos, esto sumado a que los índices del PIB en Chile eran muy bajos en comparación con la demanda de energía eléctrica, ya que la economía de Chile desde sus orígenes hasta mediados del siglo XX, se basaba en la exportación de materias primas, únicamente la textilería y la agricultura.

Dicho lo anterior, no toda la población se encontraba dotada de energía eléctrica en ese tiempo, sino que solo algunos hogares y el centro de Santiago, la razón principal es que la demanda de energía eléctrica se encuentra relacionada directamente con la instalación de industrias y la actividad minera, a medida que aumentaba la población, aumenta la actividad económica tanto en el norte como en la zona centro de nuestro país, por lo tanto, mientras la actividad económica crece, aumenta la necesidad de disminuir los costos de generación de energía eléctrica por lo que este último factor se transformó en una búsqueda prioritaria de suplir esa demanda.

En la figura que se muestra a continuación, desde los años 1970 al año 2010 vemos la relación directamente proporcional de la demanda eléctrica con el aumento del Producto Interno Bruto del País.



Fuente: Ministerio de Energía

En la siguiente figura, es posible visualizar que el aumento del consumo per cápita de energía primaria es producto de la instalación de campamentos y en general de población humana cerca de las faenas mineras con la finalidad de no recorrer largas distancias desde la fuente de trabajo a sus hogares, la industria minera a cambio de la proximidad de sus trabajadores para subir a la faena todos los días, ofrece un techo dotado con energía eléctrica, energía que deriva de las generadoras cuya fuente principal eran de carbón.

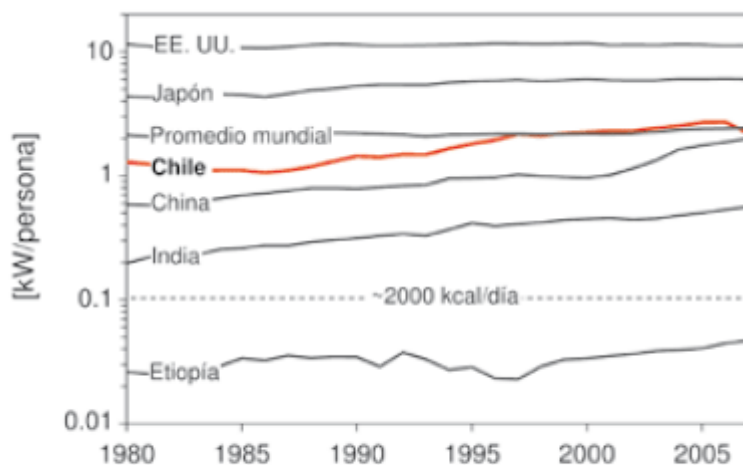


Figura 1: Tasa de consumo per cápita de energía primaria (datos de EIA, 2010)

En efecto, el consumo energético está asociado directamente con el desarrollo económico de un país, mediante el índice de Desarrollo Humano *IDH* (PNUD, 2010). Este índice no sólo considera el ingreso bruto nacional como medida del bienestar, sino

que incorpora índices referentes a salud y educación. “El *IDH* se define a partir del 2010 como la media geométrica de los índices de esperanza de vida, de educación y del ingreso nacional bruto”¹

Ahora bien, teniendo presente que el factor económico es directamente proporcional al consumo energético, es necesario dar cuenta que la diversificación de los medios de generación de energía está íntimamente ligada con la capacidad económica del país en ejecutar tales proyectos, ya que mientras mayor poder económico tenga un país, puede obtener un mayor intercambio tecnológico por parte alguna inversión privada.

Los principales elementos para que la inversión privada realice un aporte tecnológico a un país del cual se tiene interés en su extracción de materias primas son dos: La alfabetización de la población, y la creación de universidades.

En Chile, este problema no fue solucionado sino hasta principios de los años 90, esto se debe principalmente a que en sus orígenes, la prioridad máxima de la población era el trabajo a fuerza bruta, el trabajo infantil fue una costumbre muy arraigada en la población y normalizada entre las familias chilenas, en general, los subordinados tales como capataces encargados de proteger y cultivar fundos, no tenían la necesidad de educarse más allá de la experiencia de sus ascendientes, por lo que el conocimiento y la alfabetización paso a ser de unos pocos cientos, en estas circunstancias, fueron pocas las familias quienes fueron capaces de planificar y ejecutar proyectos de tal envergadura, ya que conocimientos tales como la creación, planificación y ejecución se encontraban ausentes en nuestro país y debieron ser importados.

Este esquema costumbrista se rompe con los programas educacionales del presidente Pedro Aguirre Cerda, con su política de “Gobernar es educar”, iniciando una campaña educativa en favor de la población, la que en ese entonces era analfabeta y muy precaria, facilitando el ingreso de la población mayoritariamente masa obrera, a escuelas gratuitas, con la finalidad de contribuir al aprendizaje de lectura y escritura.

Volviendo al siglo XX, en Chile a principios de los 80, década que vino acompañada de una fuerte crisis económica que causó grandes pérdidas y el cierre de grandes empresas, provoca un estancamiento tanto en el desarrollo de proyectos de industrias como del consumo energético, es decir, que de acuerdo los gráficos vistos

¹ (Pastén Cesar, “Chile, energía y Desarrollo”, 2012, Georgia Institute of Atlanta, EE.UU, www.scielo.conicyt.cl)

anteriormente, podemos apreciar una caída entre 1980 a 1985. En el año 1986 en adelante y a principios de los 90, Chile comienza a levantarse nuevamente, superando la crisis económica, propiciando un ambiente atractivo para los inversionistas extranjeros, importando nuevas tecnologías y conocimientos, cuyas enseñanzas se impartían gracias a las universidades tradicionales.

Otro ejemplo claro sobre la relación PIB - consumo energético, es Argentina, uno de los mayores exponentes de Latinoamérica junto con Brasil, a diferencia de Chile, el consumo energético como la diversidad de las centrales de generación instaladas en nuestro país vecino, destacaban por ser un símbolo máximo desarrollo económico de un país Latinoamericano. Por un lado, gracias a que la industria argentina era mayoritariamente manufacturera, la energía eléctrica se implementó en forma temprana, esta acción permitió la necesidad por la búsqueda de nuevas fuentes de generación de energía, siendo uno de los más destacados la instalación de plantas nucleares, turbinas de Gas, plantas generadoras de energía geotérmica.

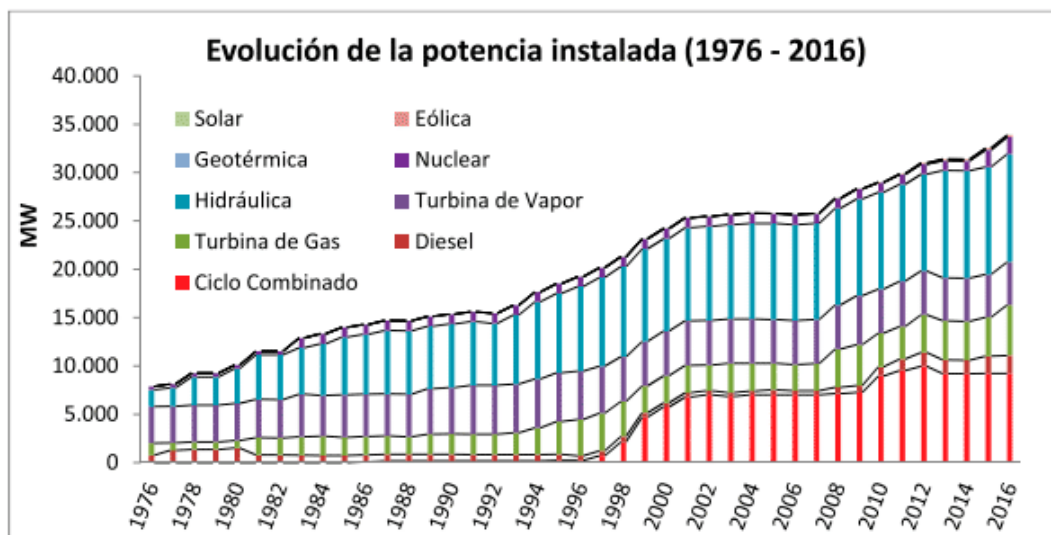


Figura 16: Evolución de la potencia instalada en el sector eléctrico

Fuente: JENSEN S., ZAMORA A. y RIMANCUS P. – Gerencia Planificación, Coordinación y Control – Comisión Nacional de Energía Atómica

En el país trasandino, la instalación de centrales nucleares no solo obedecía a la necesidad de inyectar más energía a las redes de distribución, sino que obedecía a una tendencia mundial entre los años 1968 hasta finales de los años 80, dado a que los beneficios de la energía nuclear provenían de fuentes casi ilimitadas de poder, sin embargo, en el año 1986 producto del desastre de Chernobyl, Ucrania, los países optaron por no continuar con esta actividad, debido al riesgo en la que estaban expuestos tanto

trabajadores como habitantes dentro del radio de una ciudad. De estas centrales solo queda un remanente, dedicados a estudios científicos.

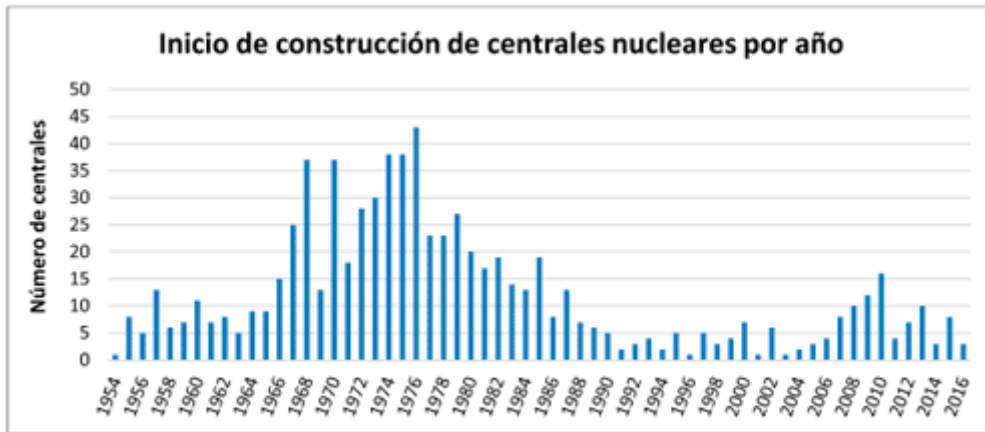


Figura 10: Inicio de construcción de centrales nucleares en el mundo

Fuente: Estructplan (2019) <https://estructplan.com.ar/evolucion-de-la-matriz-electrica-argentina/>

A continuación, podemos apreciar el crecimiento económico que tuvo Argentina gracias a la instalación y proliferación de las industrias entre los años 1940 a 1980, a diferencia de Chile en los gráficos anteriores cuyo desarrollo y consumo energético era mucho menor.



Fuente: ANÁLISIS DEL MODELO DE INDUSTRIALIZACIÓN POR SUSTITUCIÓN DE IMPORTACIONES EN AMÉRICA LATINA Y EN ARGENTINA. UNA MIRADA HACIA LA REALIDAD INDUSTRIAL ACTUAL EN ARGENTINA, Revista Geográfica Digital. IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 12. N° 24. Julio - Diciembre 2015. ISSN 1668-5180 Resistencia, Chaco.

Volviendo a nuestro país, ya a finales del siglo XX y principios del siglo XXI, gracias al establecimiento de un nuevo modelo económico, produjo un ambiente atractivo para la inversión extranjera en nuestro país, lo que condujo a Chile al aumento de la

actividad minera, la construcción de carreteras, crecimiento de ciudades y por consecuencia, al aumento de la población y la demanda energética.

I.1. Nuevo enfoque: La aparición de centrales hidroeléctricas como mejor respuesta a la demanda energética.

A principios de los años 2004 en adelante, nos enfrentamos a dos factores importantes: Por un lado la demanda energética iba en aumento gracias a la industria y la gran minería; por otro, la urgencia de realizar cambios drásticos como respuesta al cambio climático, ya que los efectos de los gases de efecto invernaderos estaban influyendo directamente en los ecosistemas chilenos. Nuestro país tiene la característica es muy sensible a cualquier alteración de las condiciones medioambientales, esta fragilidad se encuentra calificada junto con los ecosistemas de las islas.

Mientras la tecnología fue avanzando, la mejor carta sobre la mesa para Chile fue la instalación de centrales hidroeléctricas, como una respuesta a la mejora en la calidad de vida y la salud de las personas, conduciendo a la disminución y cierre de centrales termoeléctricas.

“La hidroelectricidad es la fuente de energía renovable más utilizada en el mundo, totalizando un 71% de la generación de energía renovable durante el 2016. A ese año contaba con una capacidad instalada de 1.064 GW, generando un 16,4% del total de electricidad en el mundo.”²

El mecanismo de la energía hidroeléctrica se trata de aprovechar la fuerza potencial del agua a una altura superior del punto de descarga, esta es la razón de porqué es tan importante la construcción de represas cuya salida es más pequeña, esto con la finalidad de aprovechar al máximo la producción de energía limpia. A diferencia de otros métodos de generación clásicos tales como las centrales a gas, carbón e incluso biocombustibles, este tipo de ERNC no emita gases efecto invernadero, favoreciendo además que este tipo de mecanismo es un método local, es decir no dependemos de otras naciones para importar un elemento necesario para producir energía eléctrica.

² “Fundamentos básicos de la Energía Hidroeléctrica” (2016), Generadoras, disponible en <http://generadoras.cl/tipos-energia/energia-hidroelectrica>.

Cuencas de desarrollo hidroeléctrico en Chile:

De acuerdo con el Ministerio de Energía, en Chile existen cerca de 15.938 MW de potencial de generación eléctrica a través de centrales hidroeléctricas, concentrándose especialmente con el 18% en la Región del BioBio, el rio Baker y Palena.

Cuenca	Potencial hidroeléctrico (MW)	Proporción
Biobío	2.902	18%
Baker	1.918	12%
Palena	1.797	11%
Pascua	1.694	11%
Yelcho	1.403	9%
Maule	1.368	9%
Toltén	1.123	7%
Valdivia	906	6%
Aysén	848	5%
Bueno	807	5%
Cisnes	619	4%
Puelo	552	3%
Total	15.937	100%

Fuente: Ministerio de Energía, Estudio de Cuencas. Santiago de Chile. 2016

I.1.1 El comienzo de mayor producción energética en Chile: Instalación de plantas termoeléctricas

Conforme la economía y la industrialización iba creciendo en Latinoamérica, la demanda de consumo energético aumentaba según las necesidades de cada nación. En Chile, las principales centrales termoeléctricas funcionaron con carbón mineral petróleo, mientras que en Argentina las centrales funcionaban principalmente con gas natural.

Sin embargo, las termoeléctricas son conocidas por su mala fama de emitir gases de efecto invernadero a la atmosfera, contribuyendo al calentamiento global y al derretimiento de los polos.

Según el Banco Mundial, en Chile, entre el año 1990 y 2013, fue el segundo mayor emisor de gases de efecto invernadero en toda Sudamérica, superado por Venezuela.

“Las emisiones per cápita en el país, se han incrementado un 88% desde 1990 y un 11% desde 2010. Específicamente las emisiones de carbono han aumentado 150%, pasando de 9.095 toneladas métricas en 1990 a 22.681 toneladas métricas en 2013. De hecho, hacia 2008, Chile fue el segundo país a nivel mundial en aumento porcentual de emisiones per cápita de CO₂, sólo superado por China.”³

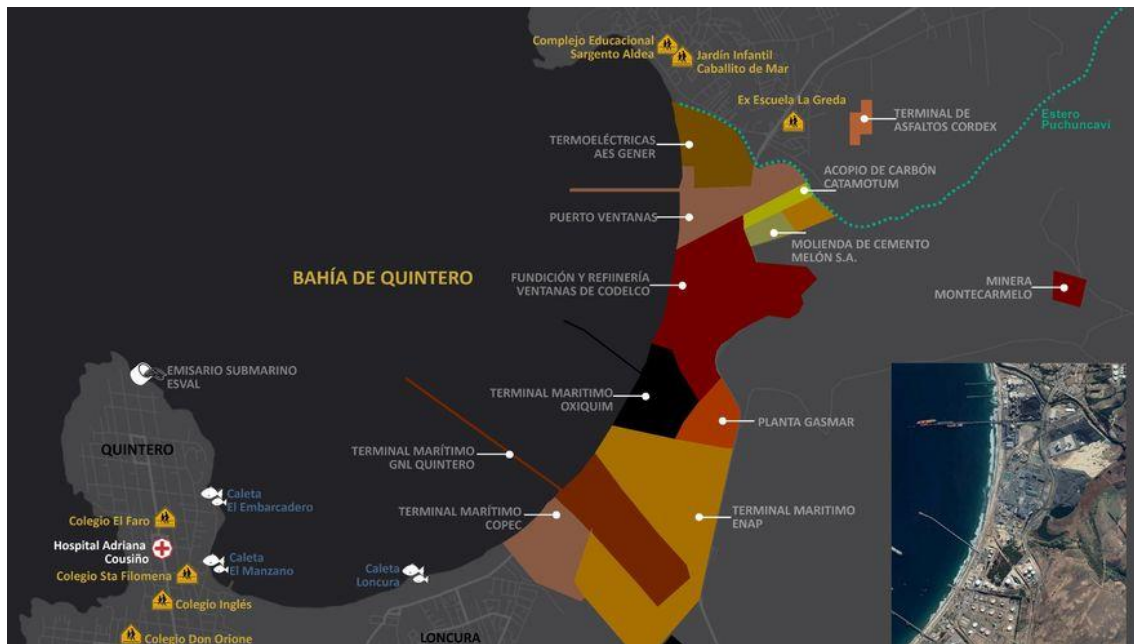
De acuerdo a los datos aportados por la fundación Terram; “Chile sólo aporta aproximadamente el 0,26% de las emisiones de CO₂ equivalente a nivel mundial, pero las proyecciones indican un importante aumento de emisiones al año 2030, de alrededor de 390%”.⁴

Sin embargo, las centrales termoeléctricas no solo necesitan de un componente inflamable para funcionar, sino que requieren de una enorme masa de agua, esta es la principal razón por la que muchas de estas represas se ubicaron especialmente en zonas costeras donde puedan obtener fácilmente este recurso.

Ahora bien, no era necesario recurrir al agua dulce para cumplir con su funcionamiento, este elemento puede ser suplido con agua de mar extraída directamente desde la costa. Uno de los sectores mas icónicos y principales exponentes de instalación de centrales termoeléctricas es en la bahía de Quinteros, que, durante el *boom* de la demanda energética, la administración municipal, a principios de los años 90 apostó por el desarrollo industrial en la zona, lo que fue finalmente declarada esa bahía como zona de sacrificio.

En dicho sector no solo se ubican varias centrales termoeléctricas (la mayoría cerradas en la actualidad) también se ubica la Empresa Nacional del Petróleo, la que se encarga de cargar y descargar este combustible fósil desde y hacia barcos especializados a través de tuberías submarinas, entre otras empresas especializadas en combustibles fósiles, mineras y centrales generación de energía eléctrica.

³⁻⁴ “¿Cuáles son los problemas de la Termoelectricidad?” (2019) Fundación Terram. Santiago de Chile; www.terram.cl



Mapa de la Bahía de Quinteros

Fuente: Fundación Terram.

Consecuencias adversas:

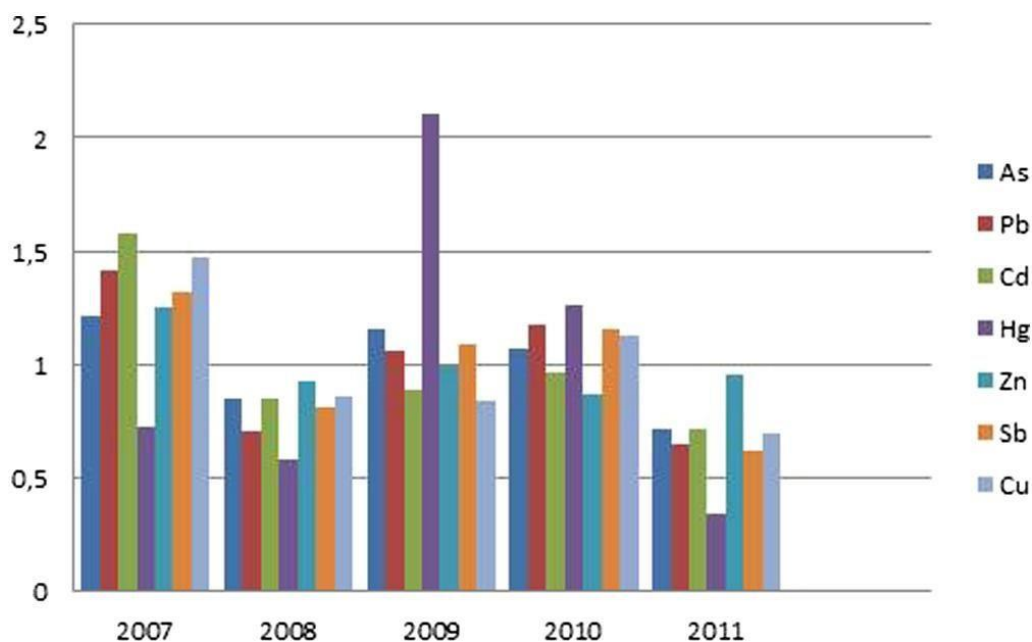
Dado que este método de generación de energía eléctrica se basa principalmente en la combustión, esto viene acompañado de una serie de gases contaminantes tanto a la atmósfera como suelo y agua.

El caso de la Bahía de Quintero, ha sido objeto de diversos estudios, todos indican no solo una disminución drástica en la flora y fauna marina, sino que también una serie de enfermedades respiratorias a las personas quienes viven en el perímetro de este sector industrial.

Este aspecto propio de la contaminación fue objeto de regulación en la medida que eran activados los planes de preemergencia y emergencia ambiental en el sector, disminuyendo y mejorando las emisiones a través de instrumentos ambientales primarios y secundarios, sin embargo, las consecuencias a largo plazo no fueron observadas sino a principios del 2015, cuando estalló una crisis de salud pública y política en la localidad de Puchuncaví, llamando la atención tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

Un estudio realizado en colaboración por la Universidad Extremadura de España y la Universidad Federico Santa María de Valparaíso en una publicación de la revista electrónica Science Direct el año 2014, realizaron un muestreo entre el año 2007 y 2011

por medio de análisis de suelo, los resultados arrojaron altas concentraciones mercurio, arsénico, cadmio entre otros metales pesados, siendo estos perjudiciales para la salud de las personas quienes viven y desarrollan su vida con normalidad en dicho lugar.



Fuente: S. Salmani-Ghabeshi et al., 2015. ⁵

Algunos Impactos relevantes:

Tiene directa relación con el entorno en el que se encuentra una central termoeléctrica, desde su fase de construcción hasta su ejecución. En ella es posible diferenciar tres aspectos de los cuales recaen en impactos desde un punto de vista ambiental como de salud.

- 1- **Recursos naturales:** En este aspecto es posible notar la degradación y disminución de calidad de los recursos, principalmente agua, suelo y aire, provocando una serie de consecuencias en la fauna y flora local, tales como la migración y/o muerte de las especies del lugar.
- 2- **Sectores productivos:** Tiene que ver directamente con sectores ligados al turismo, la pesca y agricultura local, en el área de la pesca que es más notorio, es posible dar cuenta de la masiva migración y disminución de especies marinas tanto animales como vegetales, disminución del alimento, crustáceos y moluscos. En la agricultura, es posible notar que la calidad del agua o falta de este sea imposible su producción con normalidad, alterando el Ph del suelo como un

⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969715300681>

aumento de sequías en periodos de mucho calor. En el turismo, es posible notar cambios drásticos en los sectores utilizados para esta actividad, dado a la contaminación antrópica.

- 3- **Impactos en la salud de las personas:** No solo las enfermedades respiratorias en tiempos invernales son indicadores de contaminación atmosférica, el aumento de las alergias y las enfermedades ligadas a la intoxicación por metales pesados en la población también son indicadores de la contaminación antrópica del sector en el que se desarrolla una central termoeléctrica.

CAPITULO II: Política energética en Chile

Para comenzar este capítulo, respondiendo a la pregunta de si existe o no una política energética en Chile, la respuesta es negativa, no existe una política energética propiamente tal, sino más bien una serie de normas tarifarias sujetas a un organismo competente cuyas atribuciones no van más allá de la aplicación e interpretación de la ley. Nuestro país ha tenido que vivir desde el siglo XIX a la fecha dos transiciones energéticas importantes, los avances tecnológicos ayudan a mejorar el entorno de producción, ayudando a que el medioambiente sea más limpio, las decisiones políticas no tuvieron ese enfoque sino hasta la suscripción del ELP (Descarbonización a largo Plazo) con el Banco Mundial el año 2018.

En la breve historia energética de Chile, el principal objetivo de aprobar proyectos de producción de energía, era suplir la oferta y demanda de las industrias de la gran minería, pero también iba destinado a solucionar el “problema” o “vacío eléctrico” de las ciudades principales del país.

Para agilizar la producción de electricidad, dada la situación del país a mediados de los años 80 a los 2000, cuya recuperación económica baja y los gastos fiscales muy medidos, se tomó la decisión de “invitar” a empresas extranjeras, para que estas inviertan en el país, a cambio de un porcentaje de ganancia producto de la energía generada para suplir dichos vacíos.

Esto se suma a las políticas de estado de promover la competencia entre empresas extranjeras con la finalidad de optimizar en mayor medida la producción de energía eléctrica, generando en los años 1991 a 2000 un total de 20.261,61 GWh por año.

	GWh	%
Endesa SA	8 032,0	39,6
Chilgener/Gener	3 536,4	17,5
Colbún*	3 330,6	16,4
Pehuenche SA**	3 629,7	17,9
Guacolda SA***	489,1	2,4
Otras	1 243,3	6,1
total	20 261,1	100,0

Fuente: Centro de Despacho Económico de Carga–Sistema Interconectado Central (CDEC-SIC), Estadísticas de operaciones 1991-2000, Santiago, s.e., 2001.

Todo esto fue posible con la modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos, el año 1982, que también estableció un régimen especial tarifario, con la finalidad de establecer incentivos a las empresas privadas.

Antes de la publicación de la ley 19.300, no existía un procedimiento reglado, la aprobación de estos proyectos se obtenía mediante permisos sectoriales sujetos al plan regulador de cada ciudad en la que se pretendía instalar dicha central de generación.

Luego, con la Convención de Rio, ratificado por Chile el año 1992, de acuerdo con el mensaje presidencial dirigido al Senado el 14 de septiembre de ese mismo año, el presidente planteó una de las preguntas mas relevantes de la época: “¿Cómo se ve la Tierra desde el espacio?”. A lo que responde inmediatamente “Se aprecia una esfera envuelta en nubes, en donde sólo resalta la inmensidad del océano, la extensión de los desiertos y el verdor profundo de las zonas selváticas. Se ve, en definitiva, un planeta frágil y finito, casi insignificante en el escenario universal”. Fue en ese momento cuando se plantea el concepto de desarrollo sustentable, cuyos aspectos a tratar implica a la energía.

No es de extrañar que junto con la declaración de Rio, aparecen noticias relacionadas con el cuidado del planeta, motivando a los ciudadanos a adoptar actitudes mas amigables para el medio ambiente. En Chile no ocurre sino a finales de los años 90, donde la gente comienza a tomar una leve conciencia sobre el cuidado del medioambiente principalmente enfocada a la reforestación, el cuidado del agua, la prevención de incendios forestales, y optimización del consumo de combustibles y luz, uno de estos casos, fue la implementación del gas licuado como método alternativo de combustible para vehículos.

CAPITULO III: Aprovechamiento del sol y del viento: Una respuesta frente a los efectos del cambio climático

Ya a principios del año 2000, comienza una tendencia que demarca una serie de aspectos tanto en producción industrial como la forma de vida de los ciudadanos.

En lo que respecta a la producción, las empresas se acercan tímidamente a la utilización de energías limpias a través de energías renovables no convencionales, pero en Chile, la utilización de las energías limpias para el consumo doméstico e industrial no se materializa sino hasta inicios del año 2010.

La Energía Renovable (ER) se puede definir como un proceso de conversión y transformación en energía susceptible a ser utilizada para el consumo humano, energía que no se consume ni se agota con el paso del tiempo, lo que viene a ser un recurso inagotable propio de la naturaleza. La Ley N° 20.271 no define claramente qué se entiende por ERNC. El art. 225 letra a) dice que es “aquella energía eléctrica generada por medios de generación renovables no convencionales”, y señala cuáles son los medios de generación renovables no convencionales. Estas energías incluyen: la hidráulica, la solar, la eólica y la de los océanos. Se incluye también la proveniente del calor de la tierra (geotérmica), de la biomasa y los biocombustibles, dependiendo su forma de explotación.

6

En Chile, la producción de energías limpias significó crecimiento la noche a la mañana, esto comienza con la aprobación de proyectos y compromisos ambientales impulsadas por el primer periodo del presidente Sebastián Piñera.

Si en el período 2006-2010 (Bachelet 1), de acuerdo con los datos proporcionados por el Ministerio de Energía, de los 10.004 MW en proyectos de generación con Resolución de Calificación Ambiental aprobados, un 66% de ellos correspondió a proyectos de generación térmicos y un 34% a renovables (16% ERNC y 18% renovables convencionales).

Luego, en el periodo 2010-2014 la producción de energía por combustión disminuye, de lo cuales solo el 26% de todos los proyectos sujetos a evaluación se tratan de generadoras a carbón, mientras que el 74% corresponde a energías Renovables no Convencionales. Estos datos son importantes a la hora de sustentar la idea de que las

⁶ Instituto Libertad (2018) “*LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN CHILE*”.

políticas promovidas por el presidente Piñera, tanto en su primer gobierno como en el actual, han sido propicias para el aprovechamiento de la radiación solar y la energía de los vientos a la hora de suplir la demanda energética.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Ministerio de Energía y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles: “El Sistema Interconectado Central, a junio de 2017, tiene una capacidad instalada de casi 17,5 GW, donde un 45% de su capacidad instalada es en base a gas, petróleo y carbón (es decir, térmica); y el resto hidro (embalse 19% y pasada 19%), eólico (8%), solar (7%) y biomasa (3%).”⁷

Estos porcentajes dan cuenta que el compromiso de descarbonización adoptado por Chile a finales del año 2017 puede ser alcanzado gracias a estas medidas, y a la prioridad entregada por parte del Servicio de Evaluación Ambiental a evaluar estos proyectos de la mejor forma posible.

III.1. En marcha: Plan de descarbonización y utilización de energías limpias al 2040

El objetivo principal del plan de descarbonización es disminuir en mayor medida posible la emisión de gases de efecto invernadero, para lograr este objetivo, se han establecido metas o propósitos a finales de 2018 y principios del año 2020, cuya finalidad es depender en un 100% de las ERNC al año 2040.

El plan de descarbonización es un compromiso que adopta Chile para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, estableciendo una meta final, y varias metas intermedias cada cierto tiempo, priorizando la aprobación de proyectos relacionados con la producción de energías limpias, y cesando el funcionamiento de plantas de energías impulsadas a carbón, esto es posible gracias a la elaboración de estrategias al plan de descarbonización entre el Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Energía y Trabajo.

Este plan de trabajo no solo implica el establecimiento de metas finales e intermedias, sino que, para dar mayor seriedad al compromiso adoptado, se van estableciendo etapas de trabajo a mediano y largo plazo cuya finalidad es priorizar la toma de decisiones respecto del retiro de estas centrales a carbón

⁷ (Instituto Libertad (2018) “*LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN CHILE*”).

De acuerdo con el Ministerio de Energía, se elabora un cronograma hacia el año 2040, de los cuales existen cuatro puntos importantes donde se ubican las centrales productoras de energía a carbón, estas se ubican en las comunas de Iquique (1), Tocopilla (4), Puchuncaví (2) y Coronel (1), y representan en su conjunto un 19% del total de la capacidad instalada de centrales a carbón.

Las mesas de trabajo entre estas entidades gubernamentales se forman cada cinco años, informando un balance real sobre la adaptación que ha tenido el país en relación con el proyecto de plan de descarbonización planteado en la teoría.

A raíz de estos balances y mesas de trabajo y dependiendo del flujo de empresas tanto públicas como privadas en la inversión de proyectos de generación de energía, las metas pueden incluso ser modificadas.

Chile acelera su plan de descarbonización

El presidente Sebastián Piñera anuncia el retiro anticipado en 2025 de cuatro centrales de carbón de su matriz energética.



El presidente de Chile, Sebastián Piñera, anunció martes (06.07.2021) el cierre adelantado de cuatro centrales energéticas a carbón para 2025, acelerando el plan de descarbonización de la matriz de energía, que contemplaba su retiro al 2040.

Fuente: Prensa DeutscheWelle. (2020) <https://www.dw.com/es/chile-acelera-su-plan-de-descarbonizaci%C3%B3n/a-58183708>

Ahora bien, eso es posible gracias a la inyección de electricidad a la red de distribución en las ciudades, con la ayuda de los Pequeños medios de Generación distribuidos, como también la ley 21.118 que modifica la Ley General de Servicios eléctricos, permitiendo a los particulares la instalación de paneles solares en las casas u otro tipo de artefacto generador de carácter domiciliario. Esta norma legal permite que

los hogares puedan aprovecharse de la energía que producen sus hogares, disminuyendo el gasto aplicado por la red de distribución y favoreciendo el aprovechamiento de un recurso renovable. De esta manera, la generación de energía domiciliaria no solo favorece al plan de descarbonización a nivel nacional, sino que también disminuye la demanda de producción de energía eléctrica a través de otras fuentes de generación, lo que trae como consecuencia un mayor aprovechamiento de las energías limpias.

Sin embargo, si bien la ley 21.118 es muy útil para incentivar el uso de estas instalaciones, los costos de compra e instalación de dichos artefactos de generación pueden resultar difíciles de pagar. Es por esto por lo que el Gobierno de turno, junto con la ayuda de la Ley de Presupuestos que se saca cada año, otorga recursos a las Municipalidades para la creación de fondos concursables, enfocados a las comunidades pudiendo costear los gastos de compra e instalación de paneles fotovoltaicos o turbinas eólicas pequeñas.

En 2050 Chile tendrá 10 paneles solares por habitante: gestionarlos cuando se conviertan en residuos será uno de los grandes desafíos

A marzo de este año, en el país había 12,5 millones de paneles fotovoltaicos instalados principalmente en grandes proyectos de generación solar. Y según un reciente estudio elaborado por RIGK e In-Data para el Ministerio de Energía, a 2050 habrá entre 161 millones y 270 millones de éstos en el territorio. Considerando su vida útil, se espera que a 2046 se genere el primer gran peak de residuos por el fin de su vida útil, con 120 mil toneladas. Cómo gestionarlos aparece como uno de los nuevos desafíos de la Ley REP, en el marco del decreto de metas de valorización de Artículos Eléctricos y Electrónicos que debiera iniciar su discusión en los próximos meses. Pero también se detectaron oportunidades: utilizar la “minería urbana” para recuperar sus componentes minerales más valiosos podría generar beneficios por US\$ 29 millones y 6.700 empleos solo en los primeros años.

Fuente: País Circular (2021) <https://www.paiscircular.cl/industria/en-2050-chile-tendra-10-paneles-solares-por-habitante-gestionarlos-cuando-se-conviertan-en-residuos-sera-uno-de-los-grandes-desafios/>

Algunas fuentes de generación de energía eléctrica: Energía fotovoltaica y Energía eólica.

Fotovoltaica: Dada la ubicación y el agujero en la capa de Ozono, Chile posee la mayor cantidad de radiación en el mundo, junto con los países africanos y Oceanía, si bien esto puede afectar no solo la salud de las personas y la vegetación del lugar, puede

significar una ventaja por sobre los demás países respecto la energía fotovoltaica pudiendo ser candidato a la exportación de energía en un futuro no muy lejano.

“La energía fotovoltaica funciona captando directamente los rayos de sol, por medio de la foto-detección cuántica en las células fotovoltaicas de los paneles solares, la energía producida durante el día es inyectada a la red o almacenada en baterías para suministrar energía durante la noche, cuando el panel no puede captar luz”.⁸

Eólica: En la zona sur de nuestro país, especialmente en zonas más extremas, la exposición a los rayos de sol se ven disminuidos, sin embargo la situación no deja de ser ventajosa ya que en las zonas centro y sur los vientos son lo suficientemente potentes como para generar suficiente energía para abastecer una ciudad entera.

“La energía obtenida del viento, las corrientes de viento hacen girar los aerogeneradores produciendo energía cinética y está es transformada en energía eléctrica. Este tipo de energía es más variable, debido a que su fuente de alimentación es el viento. Los parques eólicos pueden ser instalados en extensos terrenos generando contaminación visual en muchos casos.”⁹


III.1.1 Los nuevos obstáculos y desafíos de la generación de energía

Nuestro país está en proceso de superar la dependencia energética, aun queda mucho por hacer, la matriz energética de Chile ha mejorado bastante en un transcurso de 12 a 15 años, disminuyendo abruptamente las emisiones de dióxido de carbono. El plan de descarbonización del que hablamos es incentivado además por las familias a instalar sus propios medios de generación de energías limpias, provocando un efecto dominó en beneficio de la atmosfera y del medio ambiente.

Ahora bien, con la aparición de nuevos métodos de generación a través de medios no convencionales, también surgen otros problemas de los que es necesario tomar en cuenta, el uso de la electrónica en los ciudadanos es mucho mayor en comparación de hace 20 años. Esta transición no es gratuita en ningún caso, debido a que surgen nuevas problemáticas propias de la era moderna, no solo en el uso de celulares, computadores y

⁸⁻⁹ (Anónimo, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile (2007)
<https://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno12/estabili/ernc.html>)

entretenimiento, sino que además se está utilizando la energía eléctrica en dispositivos de seguridad y movilización tales como cercos eléctricos, candados, cerraduras, y automóviles.



“Detectamos tempranamente la necesidad de Identificar, describir, cuantificar, y proyectar los futuros residuos que van a generarse a partir del fin de la vida útil de los módulos fotovoltaicos (...) La motivación también estuvo relacionada con seguir avanzando hacia la economía circular, y poder ser capaces de recuperar y revalorizar los futuros residuos de esta industria”.

Gabriel Prudencio, jefe de la División Energías Sostenibles del Ministerio de Energía.



Fuente: Jorge Molina Alomar (2020) Prensa País Circular ¹⁰

Principales problemáticas

1.- Contaminación por tiempo de vida de elementos de generación de energía:

En lo que respecta a los paneles fotovoltaicos, tienen un tiempo de vida limitado en el tiempo, arrastrando una serie de residuos cuya complejidad no es posible reciclar de forma casera. En Chile, actualmente, existen 152 plantas solares operacionales y 376 en construcción o proceso de evaluación ambiental. Al año 2050, se espera contar con 10 paneles fotovoltaicos por casa habitación en zona urbana, si tenemos en cuenta el adelanto de las metas en el plan de descarbonización, en ese mismo año se esperan 350 toneladas de residuos fotovoltaicos.

El grado de contaminación de los residuos fotovoltaicos aun es debatido, ya que las unidades fotovoltaicas modernas son mas accesibles en precio y mas eficientes a lo largo del tiempo.

¿Es posible reciclar sus componentes? La respuesta es sí, de manera parcial, sin embargo, no existe en Chile la tecnología ni el personal suficientemente capacitado para

¹⁰ Jorge Molina Alomar (2020) Prensa País Circular <https://www.paiscircular.cl/industria/en-2050-chile-tendra-10-paneles-solares-por-habitante-gestionarlos-cuando-se-conviertan-en-residuos-sera-uno-de-los-grandes-desafios/>

realizar este tipo de labores, si el gobierno de turno no da prioridad a una solución frente esta problemática, los esfuerzos por cuidar nuestro entorno serán en vano.

Hasta el momento y con la ley REP, sólo es posible fomentar el reciclaje gracias a las empresas quienes agregan un coste adicional para el reciclaje de sus productos, sin embargo, esta medida es insuficiente.

2.- Contaminación de dispositivos electrónicos, problemas con el reciclaje



Vertedero de basura electrónica, países bajos.

Fuente: AgeFotoStock – National Geographic

De acuerdo a un reportaje de la Web de noticias País Circular, solo el 3,4% de los aparatos eléctricos son reciclados, es decir, solo 320 gramos de los 9,2 kilos de aparatos eléctricos por cada habitante, los esfuerzos impulsados tanto por fundaciones como del Ministerio de Medio ambiente por la educación y la introducción al reciclaje de aparatos eléctricos en un esfuerzo por disminuir la producción de basura eléctrica recién comienzan a concretarse, aunque no existen datos sobre la existencia de un plan de manejo y una política de reciclaje enfocado en este tipos de productos.

Con aumento en la demanda por consumo de energía eléctrica, aumentan los residuos eléctricos, debiendo invertir miles de dólares por parte de privados y estatales en químicos especiales para separar las materias primas de aquellas elaboradas.

A nivel global, de acuerdo el informe de Global E-Waste Monitor 2020, la basura electrónica aumento un 21% en 5 años, alcanzando una cifra de 53 millones de toneladas métricas, de ese porcentaje, con las políticas actuales incluso de los países cuyas políticas ambientales son muy avanzadas, solo el 17% de la basura electrónica es susceptible de ser reciclada.

Se estima que en siete años la generación de residuos electrónicos a nivel mundial aumente en tasas cercanas al 4% anual, ya que solo durante el año 2016 se generaron 44,7

millones de toneladas métricas desechos tecnológicos. Este aspecto lleva manifestándose desde hace 30 años, y es una de las problemáticas modernas mas ignoradas hasta el momento, cuya preocupación por el reciclaje de estos elementos es relativamente moderno y casi nulo en Chile.

.3.- Aparición de nuevo fenómeno: La pobreza energética.

Con el calentamiento global, la crisis climática va en aumento aun con las medidas actuales, esto se debe a que no existe una cooperación global conjunta para combatir el cambio climático, para ellos es necesario que todos los países están coordinados en sus medidas, sin embargo, las diferencias de unas naciones con otros, y los intereses distintos entre si, provocan que el aumento de la temperatura en la tierra continúe con su curso.

Como consecuencia, la demanda energética va en aumento exponencial, apareciendo nuevos fenómenos como la pobreza energética. La pobreza energética “es concebida comúnmente como la incapacidad de un hogar en satisfacer una cantidad mínima de servicios de energía para sus necesidades básicas” (Castaño, Solís, Rubio y Marrero, (2020) .

El virus SARS COV-19, provocó que naciones enteras comenzaran periodos prolongados de cuarentena, lo que obligó a los ciudadanos a resguardarse en sus casas y de utilizar todo tipo de medios de comunicación con tal de evitar una paralización completa de las funciones laborales.

Si bien, con las cuarentenas obligatorias fue suficiente para disminuir drásticamente las emisiones de carbono, especialmente de las grandes potencias, esto significó una serie de gastos extras relacionados con el aumento del consumo de energía eléctrica, provocando que la pobreza energética se manifestase con mayor fuerza que en periodos normales.

En Chile, los organismos estatales no están ajenos a esta situación, gracias a las leyes 20.571 que establece el Net Billing, significo un aporte a los hogares chilenos, pero estos no son suficientes.

El Net Billing, “es un sistema que permite la autogeneración de energía en base a Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y cogeneración eficiente. Esta Ley, entrega el derecho a los usuarios a vender sus excedentes directamente a la distribuidora eléctrica a un precio regulado, el cual estará publicado en el sitio web de cada empresa distribuidora”. (CGE)

Este método no solo permite producir energía domiciliaria para el aprovechamiento propio, sino que además permite compensar el gasto energético, vendiendo el excedente a la red de distribución, rebajando los costos de forma drástica, cuyo precio es accesible.

CONCLUSIONES

Chile cuenta con un gran potencial de recursos renovables tales como sol y viento especialmente para la generación de energía eléctrica, y junto con el avance de la tecnología a nivel mundial cuya eficiencia mejora, es necesario que nuestro país elabore una política energética, de la que actualmente carece, si bien existen normas tendientes a acelerar el compromiso adoptado con el Banco Mundial cuyas metas han sido adelantadas hasta esta fecha, la importación de tecnología y su reciclaje, estas medidas no son suficientes.

Lo que debemos hacer como nación es fomentar a la creación de nuevos métodos de generación de energía utilizando los recursos renovables disponibles, cuyo impacto sea el menor posible y pueda ser accesible a la totalidad de los hogares a lo largo de nuestro país. Por esta razón, para lograr el desarrollo sustentable es necesario dotar a las universidades con conocimientos e ingeniería suficientes para la creación de nuevos inventos, si bien es cierto que existen fondos para costear instalaciones de artefactos de generación eléctrica, este método no será prospero en un largo plazo, debido a la fragilidad de la moneda, a las posibles crisis económicas y pandemias que nos afecta cada cierto periodo de tiempo.

A lo largo de la historia, siempre hemos estado sujetos a una dependencia con otros países, tanto a nivel de recursos combustibles, como de productos finales, dado que nuestro país tiene un ecosistema único propio de las islas, es necesario adaptar la tecnología que conocemos a nuestro entorno para prevenir posibles impactos negativos en nuestros ecosistemas, ya que no todo lo importado “es bueno” para nuestro país.

Por otro lado, si bien la matriz energética en Chile ha dado un salto positivo enorme en el transcurso de una década, las normas destinadas a regular su funcionamiento deben ser lo menos burocrática posible, resguardando tanto la seguridad pública como nacional. Lamentablemente nos enfrentamos a una crisis climática cuya temperatura, aun con todas las medidas aplicadas continúa aumentando, no es posible reaccionar 10 - 15 años después de adoptar una actitud centrada en “producción masiva con recursos infinitos”, y el legislador tiene el deber de tener este factor en cuenta.

No cabe duda de que hemos disminuido nuestras emisiones de carbono y cambiado parte de nuestro comportamiento, pero no resulta suficiente solo aplicar la norma, sino que también se debe educar a la población no solo respecto la protección del medioambiente, sino de cómo conciliar el progreso con el cuidado de nuestro entorno, aquí es donde debemos dar cuenta de la urgencia por incentivar la creación e innovación de nuevos métodos de producción de energía con el menor coste posible.

Del mismo modo, debemos averiguar cómo podemos enfrentarnos a los nuevos fenómenos y obstáculos que se presentan a causa de estas nuevas tecnologías que importamos cada año, sobre todo apoyando a programas de reciclaje, capacitación y clasificación de elementos peligrosos de lo benignos.

No cabe duda de que, aquí a un par de años, ya no estemos hablando de generación de energía por radiación solar o fuerza de los vientos, sino que volveremos a la fusión nuclear, un mejor manejo de estos materiales y por supuesto un mejor protocolo de riesgos y prevención tomando en cuenta los registros de la historia, sin embargo, para llegar a ese punto, es necesario priorizar la obtención de conocimientos con tal de progresar y lograr lo que tanto anhelamos: Un Chile Sustentable y amigable con el medioambiente.

Bibliografía

Dalmazo Verdejos, Enzo, Klagges- Valenzuela, Bárbara y Espinoza Brito, Luis. (2017). "Producción de energía renovable no tradicional en América Latina: economía y políticas públicas", disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-18652017000200003.

Electricidad. (2019). El salto de las energías renovables en Chile bate todos los récords proyectados. disponible en <https://www.revistaei.cl/2019/11/29/el-salto-de-las-energias-renovables-en-chile-bate-todos-los-records-proyectados/#>.

Martín Consuegra, Fernando, y otros. (2018) "Distribución de la pobreza energética en la ciudad de Madrid (España)".

Máximo Pacheco. (2015). "La energía que requiere nuestro territorio.", disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-69962015000100003.

Ministerio de Energía. (2014). Decreto Supermo N° 71. Santiago.

Decreto Supremo N° 103. Santiago(2017).

Ley 20.571. Santiago, (2014).

Pastén, César. (2012) "Chile, energía y desarrollo" disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132012000100003.

Vergara Blanco, Alejandro; (2018) "Derecho de energía: Identidad y Transformaciones" (Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile).

Hervé Espejo, Dominique; (2014) "Justicia ambiental y recursos naturales"; (Valparaíso, Ediciones Universitarias de Valparaíso).

Martínez Martín, María Isabel y otros. (2014) "El impacto de las energías renovables en los hogares." (Greenpeace)

Decreto N° 30. (2017) Acuerdo de París, Santiago de Chile.

Fundacion Terram (2017) "¿Cuáles son los problemas de la termoelectricidad?". Santiago de Chile, disponible en <https://www.terram.cl/carbon/termoelectricidad/problemas-e-impactos/>

Soroush Salmanighabeshi; M.RosarioPalomo-Marín y otros. (2014) "Long-term assessment of ecological risk from deposition of elemental pollutants in the vicinity of the industrial area of Puchuncaví-Ventanas, central Chile". Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969715300681>

Anónimo, País Circular (2020) "Chile es el país que más residuos electrónicos genera en América Latina, ¿cómo lo resolvemos?", www.paiscircular.cl, disponible en <https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/chile-es-el-pais-que-mas-residuos-electronicos-genera-en-america-latina-como-lo-resolvemos/#:~:text=Se%20estima%20que%20cada%20hogar,de%20168.116%20toneladas%20de%20residuos.>

Folchi Mauricio, Blanco-Wells Gustavo, Meier Stefan, (2019) Universidad de Chile, "Definiciones tecno-políticas en la configuración de la matriz energética chilena durante el siglo" Revista Scielo, www.scielo.cl, disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071771942019000200373&lng=en&nrm=iso

Senado de Chile (1994) Santiago de Chile, "Historia de la ley 19.300", www.bcn.cl

Cash, Jorge Andrés (2020) País Circular, "A una década de la reforma ambiental y a 25 años de la Ley 19.300, elementos para una revisión necesaria" www.paiscircular.cl, disponible en <https://www.paiscircular.cl/sin-categoria/a-una-decada-de-la-reforma-ambiental-y-a-25-anos-de-la-ley-19-300/>

Molina Alomar, Jorge (2020) País Circular, "En 2050 Chile tendrá 10 paneles solares por habitante: gestionarlos cuando se conviertan en residuos será uno de los grandes desafíos", www.paiscircular.cl, disponible en <https://www.paiscircular.cl/industria/en-2050-chile-tendra-10-paneles-solares-por-habitante-gestionarlos-cuando-se-conviertan-en-residuos-sera-uno-de-los-grandes-desafios/>