



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

USO, OBSTÁCULOS Y DESAFÍOS PARA EL DESARROLLO DEL BIG DATA E INTELIGENCIA
ARTIFICIAL EN LA INDUSTRIA ENERGÉTICA EN CHILE.

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL MECÁNICO

DANIEL FRANCISCO ANDRADE SCHWARZE

PROFESOR GUÍA:
RODRIGO PALMA HILLERNS

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
RICHARD WEBER HAAS
ENRIQUE LÓPEZ DROGUETT

SANTIAGO DE CHILE
2021

Resumen ejecutivo

Estamos frente a una cuarta revolución de las formas de producción y hoy en Chile no hay claridad de las posibilidades y dificultades que abren estas nuevas tecnologías, en particular en la industria energética y no existe mucha información disponible al respecto.

El objetivo de este trabajo es proporcionar información empírica sobre el estado actual y el uso del Big Data e Inteligencia Artificial en empresas chilenas públicas y privadas vinculadas al área de energía y proponer recomendaciones a las empresas y políticas públicas para implementar o mejorar sus procesos de análisis de Big Data e Inteligencia Artificial. Los objetivos específicos son: (1) Analizar los mecanismos, técnicas y tecnologías que las empresas utilizan para el procesamiento del Big Data e Inteligencia Artificial. (2) Indagar en las motivaciones de las empresas para utilizar procesos de Big Data e Inteligencia Artificial. (3) Examinar los beneficios y los riesgos que las empresas le atribuyen a la implementación y procesamiento del Big Data e Inteligencia Artificial. (4) Identificar los obstáculos a los que se enfrentan las empresas al implementar procesos de análisis en Big Data e Inteligencia Artificial. (5) Generar una batería de recomendaciones para empresas públicas y privadas que deseen implementar o mejorar sus procesos de análisis de Big Data e Inteligencia Artificial. (6) Diseñar una encuesta para complementar el diagnóstico de uso del Big Data e Inteligencia Artificial en la industria chilena.

En cuanto al marco metodológico, la presente investigación corresponde a un estudio cualitativo semi estructurado, llevado a cabo a través de entrevistas a actores claves de la industria. Se tomó esta decisión por la inexistencia de información previa sobre esta materia en la literatura científica chilena. La recogida de datos permite generar aportes en tres ámbitos: información empírica de la situación actual del Big Data e Inteligencia Artificial y la industria energética; un paquete de recomendaciones para las empresas y un instrumento (encuesta) escalable que profundice el estudio cualitativo.

Las principales conclusiones que hoy el uso intensivo de datos a través inteligencia artificial dentro de la industria es embrionario tiene algunos usos principales en torno a optimización de mantenimiento y procesos, evaluación de proyectos y predicción meteorológica. El uso de Machine learning para Big Data casi no existe. Sus principales obstáculos a nivel externo son las bajas condiciones de fuente y almacenamiento de datos en Chile y la legislación del mercado de distribución y

comercialización, y a nivel interno de las empresas está la cultura organizacional actual que dificulta el cambio.

A partir de los análisis se realizan recomendaciones a las empresas privadas, al Estado y a las Universidades y Instituto profesionales de como enfrentar estos obstáculos. Finalmente se realiza una encuesta para poder escalar la entrevista exploratoria cualitativa a una investigación cuantitativa.

Tabla de Contenido

Resumen ejecutivo	1
1. Introducción al problema científico-tecnológico	5
2. Antecedentes	6
2.1 Relevancia de investigar respecto al Big Data e Inteligencia Artificial	6
2.2 Industria energética en Chile:	8
2.3 Aplicaciones de Big Data e Inteligencia Artificial en la industria energética a nivel mundial:	10
3. Hipótesis y objetivos:	18
3.1 Hipótesis	18
3.2 Objetivos	18
3.3 Alcances	19
4. Metodología y Procedimiento experimental	20
5. Análisis de entrevistas	22
5.1 Perfiles de entrevistados.	22
5.2 ¿Qué es el BD?	22
5.3 Usos de la Inteligencia Artificial y Big Data.	23
5.3.1 Optimizaciones de procesos.	23
5.3.2 Análisis del mercado energético (eléctrico)	25
5.3.3 Gestión de activo y mantención	26
5.3.4 Predicción meteorológica, garantizar la energía.	26
5.4 ¿Con qué infraestructura ocupan Inteligencia artificial y de datos?	27
5.5 Organización interna para el desarrollo de la analítica de datos.	28
5.5 Obstáculos y Desafíos para el desarrollo del Big Data y la Inteligencia Artificial en la industria energética	28
5.5.1 Falta de fuente de datos, infraestructura y posibilidades de procesamiento de esos datos.	29
5.5.2 Crítica al coordinador eléctrico por ser un obstáculo, posibilidad de leer el mercado.	30
5.5.3 Crítica a la ley de distribución actual: la incapacidad de comercialización.	31
5.5.4 Cultura Organizacional	31
5.5.5 Tipo de empresa:	32
5.5.6 Todo eso se desarrolló gracias a la desintegración del modelo de integración vertical.	33

5.5.7 Cambio Climático, descarbonización y energías renovables:	33
6. Recomendaciones:	35
6.1 Recomendacion para empresas.	35
6.1.1 Desafios estrategicos	35
6.1.2 Sobre las aplicaciones actuales ¿Por dónde partir?	37
6.1.3 Sobre la infraestructura para la analítica de datos.	40
6.1.4 Sobre los desafíos organizacionales.	41
6.2 Recomendaciones al Estado.	46
6.3 Recomendaciones a las Universidades e Institutos Profesionales.	49
7. Instrumento (Encuesta)	51
8. Conclusiones	54
9. BIBLIOGRAFÍA:	56
10. Anexos	58
10.1 Anexo A: Modelo de programación de largo plazo (PLP)	58
10.2 Anexo B: Detalles respecto a la ley de distribución:	58

1. Introducción al problema científico-tecnológico

Estamos frente a una cuarta revolución de las formas de producción y actualmente en Chile no hay claridad de las posibilidades y dificultades que abren estas nuevas tecnologías, en particular en la industria energética.

Hoy en día, grandes volúmenes de datos se generan a diario a una velocidad sin precedentes en fuentes y áreas heterogéneas (por ejemplo, salud, gobierno, redes sociales, marketing, financiero, mantención, energía). Esto se debe a muchas tendencias tecnológicas, incluido el auge del *Internet de las cosas (IoT)*, la proliferación del *Cloud Computing*, así como la difusión de dispositivos inteligentes. Detrás de esta escena, se encuentran robustos sistemas y aplicaciones distribuidas que soportan la conexión de las diversas áreas y fuentes de datos, así como también una serie de técnicas, herramientas de software y hardware, algoritmos y toda una ciencia para el procesamiento de esta información o data que llamaremos genéricamente Big Data. Antes del surgimiento del Big Data como fenómeno o revolución no existía la capacidad para procesar, soportar ni almacenar toda la información y los avances de estas tendencias tecnológicas [4], pero hoy las empresas y las industrias son más conscientes de que el análisis de datos se está convirtiendo cada vez más en un factor vital para ser competitivos, descubrir nuevas perspectivas y personalizar los servicios.

Chile no es la excepción en esta tendencia pero no sabemos en qué profundidad. a partir de esto surgen las siguientes interrogantes ¿Por qué no se ha desarrollado con mayor fuerza el Big Data y el uso de la Inteligencia Artificial en las áreas de energía? ¿Cuáles son sus ventajas y desventajas? ¿Qué lo limita? ¿Cómo podemos viabilizar este desarrollo? Este trabajo se focaliza en el uso de Big Data y la Inteligencia Artificial en la industria de energética, cuales son los usos, obstáculos, avances y qué recomendaciones se puede realizar a las diversas empresas, el Estado y las escuelas de ingeniería.

La metodología a ocupar serán métodos cualitativos semi estructurados, donde se llevarán adelante entrevistas a actores claves de la industria, desde las cuales podremos generar 3 cosas: Información empírica de la situación actual del Big Data e inteligencia artificial de la industria energética, un paquete de recomendaciones para las empresas y un instrumento (encuesta) escalable que profundice el estudio cualitativo. Se realizará un estudio cualitativo debido a la inexistencia de información previa de esta materia en la literatura chilena.

2. Antecedentes

2.1 Relevancia de investigar respecto al Big Data e Inteligencia Artificial

Las grandes empresas a nivel internacional están adoptando iniciativas de Big Data (BD) e Inteligencia Artificial (IA) de forma sostenida, así lo demuestra la encuesta de NewVantage Partners [1] del año 2018 aplicada a ejecutivos de 60 empresas del Fortune 1000. Según el estudio, un 97,2% de las empresas están invirtiendo en la creación o lanzamiento de Big Data e iniciativas de Inteligencia Artificial. Además, entre los encuestados, está surgiendo un consenso cada vez mayor de que las iniciativas de IA y BD están estrechamente entrelazadas. (NVP, 2018) [1]

Sin embargo, la literatura ha proporcionado muy poca evidencia empírica sobre estudios relacionados al uso de Big Data en empresas (Raguseo, 2017). La importancia para las empresas es bien resumida por Elisabetta Raguseo [3]:

“Cuando las empresas adoptan nuevas soluciones tecnológicas, como las tecnologías de big data, estas empresas pueden aprovechar los beneficios, pero también deben ser conscientes de la existencia de los posibles riesgos en los que pueden incurrir. Por un lado, las inversiones en nuevas tecnologías requieren cambios que se observan a través del tiempo en las organizaciones, a fin de cosechar todos los beneficios. De hecho, las empresas necesitan mantener una gama de actividades de gestión para asegurarse de que obtienen los beneficios de una inversión tecnológica (Farbey, Land y Targett, 1999). [...] por otro lado, deben mejorar su capacidad para gestionar los riesgos asociados con una nueva inversión tecnológica, si quieren tener implementaciones exitosas (Willcocks & Graeser, 2001). Los gerentes sienten la necesidad de minimizar los riesgos sistémicos que surgen del uso de la tecnología de la información (TI).” (Raguseo, 2017 p. 2 – 188) [3].

Pero antes de continuar, ¿qué vamos a entender por Inteligencia Artificial?, ¿por Big Data?

Inteligencia Artificial [5]

La inteligencia Artificial es un espectro amplio de tecnologías que permite interactuar de manera independiente con el entorno. Por decirlo de alguna manera, las computadoras son capaces de “pensar”. Dentro de este amplio espectro encontramos (1) el Natural Language Processing (NLP, Procesamiento de lenguaje natural) que permite a los computadores la capacidad de entender discursos orales y escritos; (2) el razonamiento de máquinas, que permite a los sistemas ejecutar razonamientos lógicos para realizar inferencia de datos; (3) la planificación automática de procesos, en que los sistemas son capaces de definir autónomamente la secuencia de procesos para llegar un objetivo final; (4) el machine learning, que utiliza una variedad de algoritmos que reconocen la estructura de los datos para mejorar la información, describir información y realizar predicciones en distintos escenarios. Estos algoritmos son entrenados basados en un conjunto de datos para determinar las relaciones existentes entre ellos y, posteriormente, poder entregar un resultado que depende de nuevos grupos de datos utilizados en el entrenamiento del algoritmo. Es a partir del Machine Learning donde podemos empezar a hablar del Big Data, dado que a partir de estos métodos de Inteligencia Artificial nos permite analizar grandes cantidades de datos y darles coherencia.

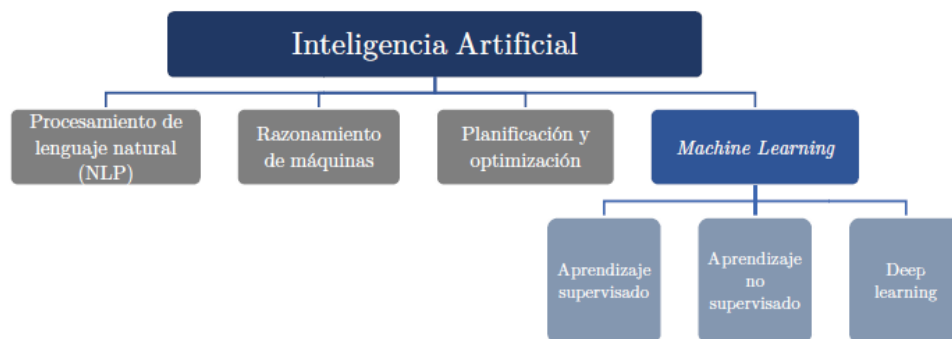


Figura 1: Inteligencia Artificial. [5]

Big Data: [8]

Hoy vemos que esta tecnología es un campo que está creciendo y abriéndose espacio rápidamente, su descripción general se ocupa para el análisis de grandes bases de datos ocupando inteligencia artificial o machine learning, sin embargo, hay una discusión importante respecto a qué significa un número de datos “grandes”, esto se

agudiza más cuando el desarrollo en la comunidad científica es más lento que el desarrollo que vemos comercialmente tanto en la innovación y el desarrollo conceptual, lo que lleva a que el concepto Big Data tienda a ser un envoltorio vendible o fanzine.

Por último, es recurrente definir el BD a través de las “Vs” del BD, las que incluyen (1) volumen (cantidad de información), (2) variedad (heterogeneidad o complejidad de la información), (3) velocidad (velocidad de producción y diseminación de la información), (4) valor (novedad de la información) y (5) veracidad (calidad o pedigrí de la información). Sin embargo, esta clasificación también tiene sus limitantes, ya que hay descripciones donde hay 10 “Vs”, pero en su mayoría se tiene acuerdo sobre estas 5 “Vs”. [8]

2.2 Industria energética en Chile:

La industria de la generación de energía eléctrica en Chile se caracteriza por una buena fuente de energías renovables no convencionales (ERNC) en comparación al promedio mundial y una alta concentración en pocas empresas que tienen gran parte del mercado de generación. Ahora si vamos al detalle como se distribuye la composición de generación por tipo de energía tenemos que analizarlo a partir de la capacidad instalada que tienen.

El concepto de capacidad instalada de generación hace referencia a la capacidad de generación eléctrica que tiene el sistema, en términos de potencia bruta instalada en la infraestructura. La capacidad instalada nacional del año 2019 asciende a 25558,74[MW]. Se categoriza aproximadamente en un 54% de energía térmica convencional (proveniente de combustibles fósiles), 27% de hidroelectricidad convencional (mayores a 20 [MW]) y 19% de ERNC, tal como muestra la Figura 2 [10].

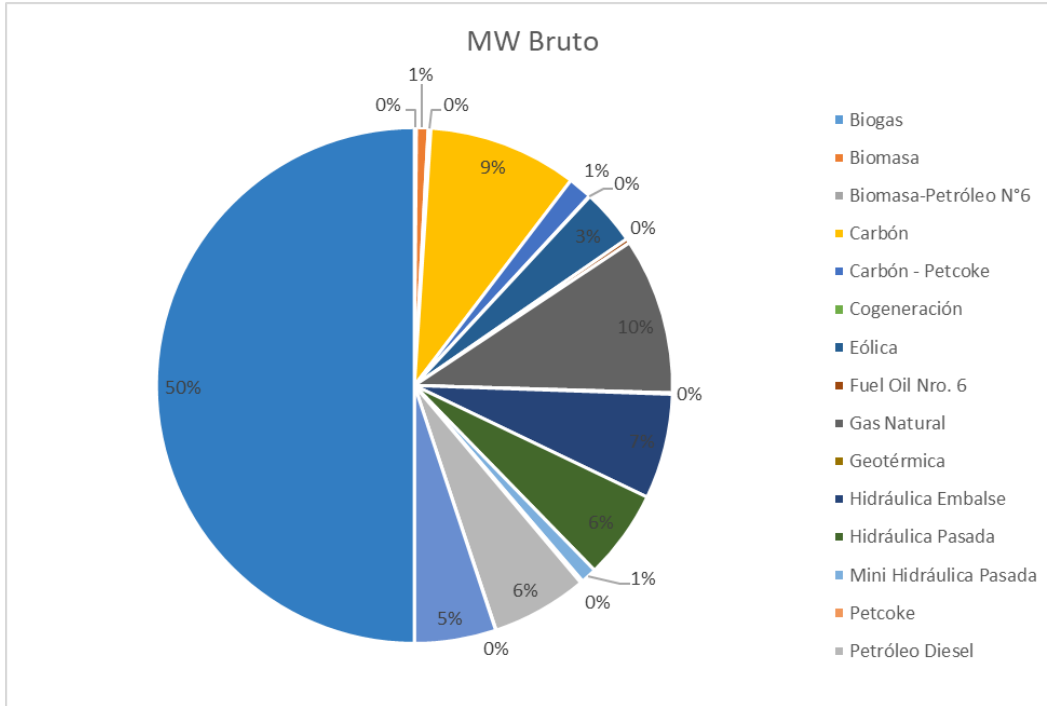


Figura 2: Gráfico de producción bruta por tipo de energía en Chile. Elaboración a partir de [10].

Industria de energía renovables no convencionales (ERNC):

El uso del Big Data en relación con la industria energética se centra de manera relevante en las energías renovables no convencionales (ERNC) [2,3]. Estas, de acuerdo al Ministerio de Energía son recursos y tecnologías menos desarrolladas y/o con poca penetración en los mercados energéticos presentes [12]. Específicamente, según la ley 20.257 se considera como ERNC a la energía eólica, la pequeña hidroeléctrica (centrales hasta 20 [MW]), la biomasa, el biogás, la geotermia, la solar y la energía marina [12]. Para el caso específico de la energía a base de residuos (WTE sigla en inglés) se establece en la ley 20.257 que se considera como ERNC, aquellas cuyas fuentes de energía sea la biomasa, entendiéndose como incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios. Adicionalmente la Comisión Nacional de Energía (CNE) puede calificar como ERNC a aquellas centrales que utilicen energías renovables para la generación de electricidad, que contribuyan a diversificar las fuentes de abastecimiento de energía en los sistemas eléctricos y que causen un bajo impacto ambiental. En consecuencia, el tratamiento de la parte biodegradable de los Residuos Sólidos Municipales (RSM) en plantas WTE califica

como una fuente ERNC mientras que la clasificación de una planta WTE que trate todas las fracciones de los RSM queda sujeta a la decisión de la CNE [12].

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus cifras en inglés), clasifica de manera similar a las fuentes de energía, entre convencionales (o no renovables) y renovables. Entre las renovables establece un subconjunto llamado energía verde, equivalente a la clasificación ERNC en Chile, pero no sólo las subclasifica por el carácter de madurez, sino que también se caracterizan por proporcionar un mayor beneficio ambiental en comparación con el resto [11].

2.3 Aplicaciones de Big Data e Inteligencia Artificial en la industria energética a nivel mundial:

En esta sección, se explora el potencial del Big Data para contribuir a la mejora de los modelos existentes de economía de la energía y para el análisis de políticas, tanto en el futuro cercano como a largo plazo.

Los desarrollos e innovaciones actuales en la recopilación de datos, el almacenamiento, la recuperación y el procesamiento ya han comenzado a transformar la ciencia en una serie de áreas, en particular la de física de alta energía y la de astronomía. En un futuro cercano, estas innovaciones pueden ofrecer la posibilidad de cambiar el entorno operativo de los modelos energéticos, de uno que se caracteriza por la escasez de datos, a uno que se caracteriza por la abundancia de datos. [8]

Sin embargo, en el campo del modelamiento de sistemas energéticos, aún no se ha comenzado a lidiar con lo que los futuros avances en la ciencia de la información y que significar para las prácticas, herramientas y técnicas establecidas [8].

Aplicaciones de BD e IA más comunes en un sistema energético: [6]

1. Previsión de producción:

Esta aplicación es relevante para las ERNC dentro del sistema energético. La programación y el funcionamiento del sistema de energía enfrentan el desafío de que al ingresar la ERNC aumenta la incertidumbre, dado que es variable la cantidad de precipitaciones al año y no hay certeza de la generación de energía dadas condiciones meteorológicas diarias, incluso horarias. Por lo tanto, los pronósticos precisos de la producción de energía renovable y de las demandas de energía a diferentes niveles son determinantes.

Aunque han existido muchos métodos para el pronóstico de la producción de energía eólica y fotovoltaica y la predicción de la carga eléctrica, la mayoría de ellos se basan en conjuntos de datos pequeños, sin utilizar grandes volúmenes de datos, como los que proporcionan los medidores de electricidad inteligentes (Smart Metering).

El análisis de Big Data es más efectivo cuando se trata de la producción de energía y el pronóstico de consumo basado en grandes bases de datos. El despliegue de medidores inteligentes y el establecimiento de pronósticos meteorológicos numéricos y sistemas de GPS hacen posible dar predicciones más detalladas y precisas mediante el análisis de big data [6].

2. Análisis del comportamiento del consumo de energía.

La identificación y predicción de la flexibilidad energética en el lado de la demanda son las bases para implementar la respuesta a la demanda. Comprender la preferencia de los consumidores y el comportamiento de la producción/consumo de energía es la base para analizar su voluntad y potencial para participar en la respuesta a la demanda y el comercio de energía [6].

3. Análisis de riesgos de seguridad.

La identificación de perturbaciones en el sistema eléctrico, la evaluación de la estabilidad y el control de emergencia son fundamentales para garantizar la seguridad del suministro. Con el despliegue de los centros de control de sistemas de medición de área amplia (WAMS) se están generando con grandes volúmenes de datos, por lo tanto, transformar los datos en conocimiento, preferiblemente de forma automática, es un verdadero desafío para los operadores de sistemas [6].

4. Disposición del modo de operación

Cómo estimar la flexibilidad de sistema energético en varios niveles y administrar eficazmente las fuentes flexibles es esencial para el equilibrio energético. La analítica de datos puede desempeñar un papel importante en este aspecto, desde la gestión de la energía en la micro-red basada en el Deep learning hasta todo tipo de estimación de flexibilidad en todo tipo de fuentes flexibles, como la conversión / almacenamiento de energía y las cargas flexibles [6].

Algunas aplicaciones desde la mirada de modelos energéticos: [8]

Existen puntos ciegos en los modelos de economía de energía existentes causados por la escasez de datos que plantean desafíos relevantes para los sistemas energéticos. A continuación, en la tabla 1 se presenta un resumen de ellos:

Tipos de datos	Statu quo	Desafíos
Espacial	Las perspectivas generalmente se enfocan a escalas nacionales o globales, con una cobertura geográfica altamente agregada. Algunos modelos son multirregionales pero solo representan regiones grandes, p. Ej. USA, China, India, Europa en modelos globales.	Los aspectos espaciales de las transiciones de energía (infraestructura, ubicación de recursos, toma de decisiones locales, diferencias socioculturales) son difíciles de representar sin una desagregación espacial detallada.
Temporal	Por lo general, los modelos utilizan una cantidad de períodos de tiempo diurnos y / o estacionales representativos dentro de cada año futuro proyectado para caracterizar fenómenos dinámicos como la demanda cambiante o las condiciones de suministro.	La baja resolución temporal de los modelos hace que sea difícil explorar las implicaciones de los sistemas renovables de alta variable, las políticas de respuesta a la demanda, como los precios de tiempo de uso y el papel del almacenamiento de energía.
Tecnológico	La práctica típica es agregar el detalle de ingeniería de diferentes tipos de existencias físicas (edificios, centrales eléctricas, vehículos, plantas industriales, etc.) en categorías amplias de tecnologías representativas.	La agregación de tecnología puede llevar a la simplificación de la base de activos de energía existente, y no diferenciar adecuadamente en términos de costo / rendimiento entre las nuevas inversiones en tecnología. Un buen ejemplo es que los modelos de economía de energía representan tecnología poco nueva, como un dispositivo inteligente, cómo pueden conectarse en red y su funcionamiento.
Socio-económico y demográfico.	Muchos modelos emplean una representación abstracta de una persona "promedio" por país, que puede ocultar diferencias significativas en el uso de energía entre grupos socioeconómicos, por ejemplo. Ingresos, edad, tamaño del hogar, características de comportamiento, etc.	Las diferentes características sociales están vinculadas a distintos patrones de uso de energía, y es un desafío capturar esto en modelos sin los datos para estudiar o caracterizar estas relaciones. También es un reto explorar los impactos distributivos de diferentes políticas.

Comportamiento y preferencias del actor.	Las decisiones tomadas por individuos generalmente se simplifican en modelos para reflejar suposiciones económicas neoclásicas sobre la oferta y la demanda, sin integrar perspectivas más complejas de campos como la economía del comportamiento.	Estudios anteriores revelan que los cambios en los supuestos sobre el comportamiento pueden tener grandes efectos en los resultados de las vías de transición de la energía. Sin embargo, los modelos suelen tener datos limitados sobre las preferencias de los consumidores.
Tipo y condición de stock existente (activos físicos)	En muchos países existe una falta fundamental de datos para caracterizar el sistema energético en muchos sectores. Este suele ser el caso en países con recursos limitados para desarrollar y mantener bases de datos estadísticas.	La falta de datos detallados puede hacer que sea difícil orientar las políticas y los recursos a acciones específicas, por ejemplo, mejorar las condiciones para los usuarios de energía vulnerables en hogares mal aislados, modernizar industrias viejas y contaminantes, o apuntar a vehículos más antiguos y menos eficientes.

Tabla 1. Puntos ciegos típicos en los modelos de economía de energía existentes causados por la escasez de datos. [8]

El Big Data potencialmente ofrece múltiples oportunidades para aumentar la resolución y cobertura de información para caracterizar modelos de energía. Las fuentes potenciales incluyen retroalimentación en tiempo real de las redes de energía eléctrica, datos de movilidad sobre patrones de viaje de autoridades de tránsito público del metro o compañías de redes de transporte privadas, medidores de servicios inteligentes en el sector residencial, bases de datos avanzadas sobre edificios, imágenes satelitales y datos sociales de Internet. En el transporte privado por carretera y el transporte comercial, los teléfonos inteligentes o los sensores integrados en red podrían servir como herramientas de adquisición de datos bajo el paradigma del Internet de las cosas, que es un concepto que a su vez es facilitado por las tecnologías y conceptos de Big Data.

Los datos de alta resolución espacial y temporal podrían darles a los tomadores de decisiones una idea clara de cómo se está utilizando y produciendo la energía a un nivel muy granular con intervalos de tiempo muy finos. Esto podría abrir la puerta a múltiples posibilidades para la formulación de políticas, posiblemente incluso en tiempo real a medida que se impone la incidencia. La Tabla 2 presenta posibles fuentes futuras

de Big data, su aplicación a los modelos de economía de energía y ejemplos de las brechas actuales que se pueden abordar.

Fuentes de Big Data	Aplicación de modelos	Ejemplos de brechas actuales que se pueden abordar
Medidores inteligentes, sistemas de gestión de red inteligentes, monitoreo de carga no intrusivo.	Explorando la flexibilidad de la red y el impacto de los sistemas inteligentes y la gestión del lado de la demanda. Representación mejorada de patrones de microescala en el uso de energía. Políticas de eficiencia de focalización. Impactos de los cambios sociodemográficos en el consumo de energía.	Tiempo, tipo y nivel de uso de la energía. Técnico: cuantificado, de alta resolución, que comprende los factores que contribuyen al consumo de energía en el hogar, la contribución de los electrodomésticos y el potencial de adaptación. Comprensión de la variación en el uso de energía entre los grupos de población y el impacto de los cambios en la composición de la población, conocimiento de los factores sociodemográficos sobre el uso de energía, disposición a pagar por la energía.
Libros de contabilidad distribuidos, por ej. Blockchains.	Energía comunitaria distribuida.	Comercio de energía entre "prosumidores".
Datos espaciales de alta resolución de imágenes satelitales, datos de sensores cubesat (satélites miniaturizados), datos LIDAR	Emisiones mejoradas, calidad del aire y modelos de contaminación, como el autoconsumo de extracción de metano y petróleo y gas fugitivo (uso propio) Cuantificación del potencial de energía renovable dependiente del clima, potencia solar en la azotea Mejora del seguimiento del uso del suelo y el	Identificación y cuantificación de las emisiones verdaderas de las centrales eléctricas o el monitoreo de metano fugitivo granular geoespacial. Identificación de opciones de generación eléctrica y viabilidad. Calidad del aire y seguimiento de la contaminación. Fuente de datos para países en desarrollo, concentración de la población urbana, acceso a la energía. Modelado de ciudad en 3D, modelado urbano a gran escala, modelado de inventario de edificios

	<p>modelado a lo largo del tiempo. Modelado de potencial de recursos mejorado, por ejemplo, bioenergía. Mejora la representación espacial y geográfica de la población y el consumo energético.</p>	<p>y herramientas de contabilidad ambiental urbana. Existencias agrícolas y forestales.</p>
<p>Datos de movilidad personal desde: registros de ubicación de teléfonos móviles, datos de tarjetas de tránsito metropolitano, análisis de video de tráfico</p>	<p>Modelado mejorado de patrones de viaje, opciones modales y costos.</p>	<p>Mejor comprensión de los factores socioeconómicos que influyen en los patrones de transporte y el consumo de energía y su evolución. Entender las distancias de viaje por propósito y modo, por ejemplo Matrices de origen-destino. Comprensión de la movilidad humana y patrones de migración.</p>
<p>Sitio web y datos de redes sociales: por ejemplo, Twitter, Facebook, periódicos, páginas de comentarios.</p>	<p>Análisis textual y cuantificación de tendencias sociales y opinión pública. Caracterización del entorno político y de decisión.</p>	<p>Percepciones y actitudes hacia tecnologías energéticas como CCS. Sentimiento internacional y debate sobre el cambio climático. Cuantificación de la incertidumbre sobre el entorno político.</p>

Tabla 2. Posibles fuentes de Big Data para abordar las brechas en los modelos. [8]

¿Por qué Big Data y ERNC?

Con los antecedentes, podemos ver que el mayor desarrollo o intersección del Big Data y la industria energética se encuentran: (1) en la mirada de sistema energético y el desarrollo de la economía energética, lo que nos lleva a el uso intensivo de Big Data; (2) en las ERNC dado su nivel de incertidumbre con los modelos actuales y la variabilidad de la fuente de energía; y (3) la mantención de los sistemas de generación.

Tal como vemos en la Figura 3, en base a un estudio realizado [8] sobre las investigaciones que intersecan eficiencia energética y Big data, el mayor grupo de investigaciones (34,3%) exploró la informática de la eficiencia energética, como las técnicas para maximizar el rendimiento por vatio al procesar grandes conjuntos de

datos. El segundo grupo en importancia (25,5%) es de eficiencia energética en edificios. El tercero (16,8%) es de Smart city y el cuarto (11,7%) y el quinto (11,7%) fabricación sostenible y la reducción del uso industrial de la energía.

El 12 % restante de la muestra revela varios casos de uso interesantes para Big Data e investigación energética. Uno de ellos es el sistema de electricidad, donde los científicos están investigando las posibles configuraciones de diseño para futuras "redes inteligentes" y explorando los beneficios para la administración del sistema, la estabilidad y la flexibilidad operativa que se pueden lograr. Esto podría ser importante en futuras redes que combinan generación renovable intermitente (tanto distribuida como centralizada) con otros tipos de generación. Otro es un nexo de investigación de Big Data centrada en el análisis de la complejidad de los patrones de transporte como un medio para anticipar cómo podrían cambiar o gestionarse en el futuro. Las dos áreas finales de interés que aparecieron en la revisión fueron la aplicación de técnicas de Big Data para explorar el potencial de energía renovable.

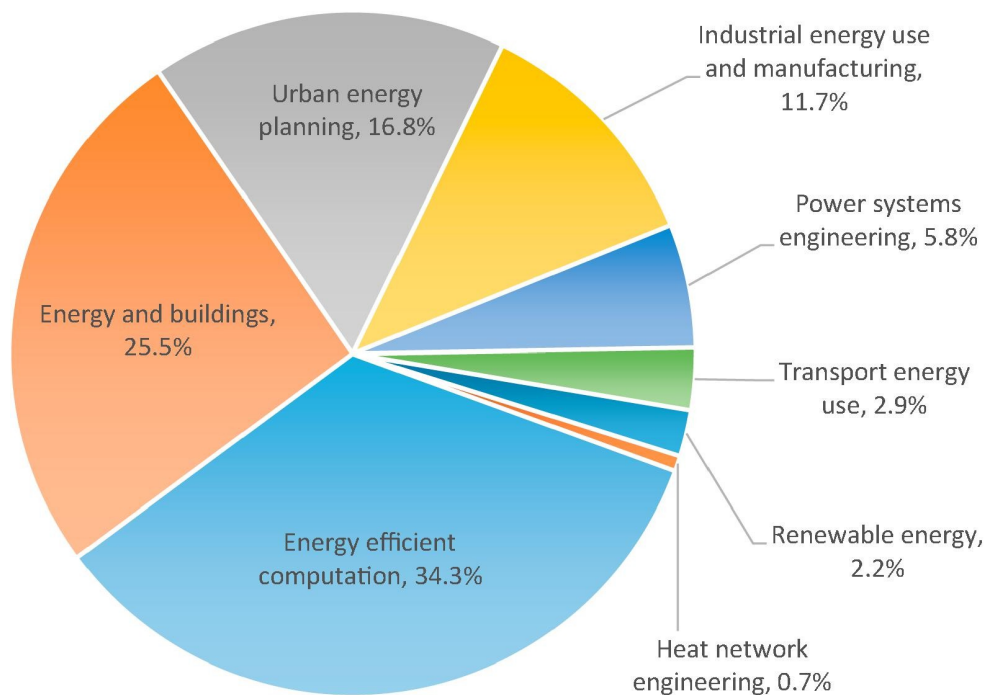


Figura 3: Porcentajes de temáticas de investigación de Big Data y ERNC en porcentajes [8]

Este trabajo se focaliza en el uso de Big Data e inteligencia Artificial en la industria energética y en particular de las ERNC, dado el valor que esta tecnología tiene en mejorar los altos niveles de incertidumbre. Si bien hoy existen muchos métodos para el

pronóstico de la producción de energía eólica y fotovoltaica y la predicción de la carga eléctrica, la mayoría de ellos se basan en conjuntos de datos pequeños, sin utilizar grandes volúmenes de datos, como los que proporcionan el despliegue de medidores inteligentes y el establecimiento de pronósticos meteorológicos numéricos y sistemas de GPS que hacen posible dar predicciones más detalladas y precisas mediante el análisis de Big Data. [6]

3. Hipótesis y objetivos:

3.1 Hipótesis

No hay conocimiento del estado actual del desarrollo en la industria energética sobre el Big Data e Inteligencia Artificial en Chile, por lo que es necesario un conocimiento profundo de las dificultades y oportunidades de las empresas sobre el Big Data y la IA, para el desarrollo de esta tecnología en nuestro país en el área energética.

A partir de lo anterior, es posible proponer recomendaciones que eliminen o disminuyan los impedimentos para adoptar las tecnologías de BD e IA.

3.2 Objetivos

Objetivo General:

· Proporcionar información empírica sobre el estado actual y el uso del Big Data e Inteligencia Artificial en empresas chilenas públicas y privadas vinculadas al área de energía y proponer recomendaciones a las empresas y de políticas públicas para implementar o mejorar sus procesos de análisis de Big Data e Inteligencia Artificial.

Objetivos específicos:

1. Analizar los mecanismos, técnicas y tecnologías que las empresas utilizan para el procesamiento del Big Data e Inteligencia Artificial.
2. Indagar en las motivaciones de las empresas para utilizar procesos de Big Data e Inteligencia Artificial.
3. Examinar los beneficios y los riesgos que las empresas le atribuyen a la implementación y procesamiento del Big Data e Inteligencia Artificial.
4. Identificar los obstáculos a los que se enfrentan las empresas al implementar procesos de análisis en Big Data e Inteligencia Artificial.
5. Generar una batería de recomendaciones para empresas públicas y privadas que deseen implementar o mejorar sus procesos de análisis de Big Data e Inteligencia Artificial.
6. Diseñar una encuesta para complementar el diagnóstico de uso del Big Data e Inteligencia Artificial en la industria Chilena.

3.3 Alcances

- El ámbito de la investigación será el sector energético y su relación con las tecnologías de Big Data e Inteligencia Artificial.
- La investigación será de carácter exploratorio, a través de métodos cualitativos y semi estructurados.

4. Metodología y Procedimiento experimental

1) Lectura de la bibliografía existente, en los tópicos de desarrollo de Big Data e Inteligencia Artificial a nivel mundial, desarrollo de innovación y desarrollo en Chile y situación actual de la matriz energética.

2) Elaboración de una entrevista a realizar a profesionales en las distintas empresas de energías que muestre el desarrollo de los objetivos específicos.

3) La metodología y el procedimiento experimental son los siguientes:

Variable	Nivel	Respuesta	Procedimiento
Personas de distintas empresas	Encargados de áreas de gestión de datos, o gestión de activos físicos, o planificación.	Definición de indicadores, obstáculos y oportunidades, funcionamiento de la organización para la BD e IA, a nivel de la empresa y a nivel latinoamericano. Definiciones conceptuales.	Realizar entrevistas a personas.
Tipo de empresa	Empresas de generación, en específico ERNC.	Detalles de los obstáculos propios del sector energético.	Realizar entrevistas a actores claves en las empresas.

A través de entrevistas semi-estructuradas a encargados del área informática de grandes empresas, consultores, académicos, autoridades públicas y directivos de las universidades, se busca lograr los siguientes objetivos:

2) Obj. Esp. 1 “Analizar los mecanismos, técnicas y tecnologías que las empresas utilizan para el procesamiento del Big Data e Inteligencia Artificial”.

3) Acceder a contactos de empresas que inicialmente no se tenían acceso.

4) Obj. Esp. 2 “Indagar en las motivaciones de las empresas para utilizar procesos de Big Data e Inteligencia Artificial.”

5) Obj. Esp. 3 “Examinar los beneficios y los riesgos que las empresas le atribuyen a la implementación y procesamiento del Big Data e Inteligencia Artificial.”

- 6) Obj. Esp. 4 “Identificar los obstáculos a los que se enfrentan las empresas al implementar procesos de análisis en Big Data e Inteligencia Artificial.”
- 7) Adquirir experiencias que puedan ser escalables y compartibles para poder abordar el Obj Esp 5 “Generar una batería de recomendaciones para empresas públicas y privadas que deseen implementar o mejorar sus procesos de análisis de Big Data e Inteligencia Artificial.”

Las preguntas o temas de estas entrevistas giran en torno a 5 ejes:

- 1) Perfil del entrevistado. El objetivo es saber cuál es su aproximación con temas de Big Data e IA, qué hace o ha hecho en estos temas.
- 2) Aspectos técnicos. Preguntas específicas sobre el proceso, las herramientas y el uso de Big Data.
- 3) Beneficios y dificultades. Preguntas acerca de los réditos y los obstáculos que conlleva implementar este tipo de procesos, junto con proyecciones de las empresas en este ámbito.
- 4) Comparación con el uso mundial: Visibilizar los usos estudiados en los antecedentes de esta memoria y preguntar por el uso o su posible uso.
- 5) Visión sobre el Big Data en Chile. Su percepción del estado actual de la industria en el país.
- 6) Otras experiencias y contactos relevantes que conozca.

La profundidad y la forma de abordar cada uno de estos ejes estará sujeta al perfil del entrevistado y los objetivos de la entrevista misma.

La coherencia y pertinencia del cuestionario estarán garantizadas por las entrevistas previas.

Los productos de esta investigación contiene:

- Una revisión exhaustiva de antecedentes y fuentes bibliográficas de muestreo de Big Data e IA.
- Diagnóstico de la industria energética en Chile.
- Una síntesis de los principales hallazgos de las entrevistas.
- Informe de análisis de resultados en torno a usos, beneficios y obstáculos el Big Data e Inteligencia Artificial en la industria energética en Chile.
- Recomendaciones para el uso e innovación en Big Data e inteligencia artificial en la industria energética en Chile.
- Generación de instrumento (Encuesta) para realizar este levantamiento de información a grandes grupos de empresas.

5. Análisis de entrevistas

Este análisis es cualitativo y con los instrumentos diseñados (encuestas) como resultado del último objetivo específico, se podrá tener análisis cuantitativos de esta tecnología.

5.1 Perfiles de entrevistados.

Se realizaron 13 entrevistas y los perfiles de los entrevistados son principalmente hombres, solo hay una mujer y son gerentes o jefes de áreas de transformación digital, ingeniería, innovación y proyectos de grandes empresas del mercado energético, académicos y empresarios. Sus áreas profesionales corresponden ingenierías civil mecánica, civil hidráulica y civil eléctrica.

Durante las entrevistas los grados de precisiones son diversos ya que algunos prefieren ser más reservados respecto al tipo de software y en especificar en detalles técnicos de qué es lo que hacen, dado el temor a ser conocidos por la competencia. Es posible ver usos, obstáculos y desafíos en una capa general. Por otro lado también se hace explícito un interés por saber poseer la tecnología aunque muchas veces no se ocupe precisamente lo que se conoce como Big Data y de hecho se muestra desconocimiento.

A continuación se muestra un desglose de algunos elementos que fueron encontrados de un análisis de discurso de los entrevistados.

5.2 ¿Qué es el BD?

La mayoría de los entrevistados hace referencia a las utilización de algoritmos sofisticados, Machine learning, inteligencia artificial para analizar grandes cantidades de datos. Hay diferencias de qué se entiende por “grandes” cantidades de datos, dado el desconocimiento de la misma palabra y del uso que se le da en la industria, pero sí hay acuerdo en que es cuando con la herramientas de software e infraestructura de la empresa no basta para poder llevar adelante los análisis y cálculos de que se pensaban, pasa a ser un problema de análisis de datos intensivo.

Por otro lado se manifiesta que se ha probado con creces el valor de herramientas de Big Data en aplicaciones asociada a clasificación y clusterización, aun con todos sus bemoles. Con clasificación no se hace referencia simplemente de reconocer una imagen de gato o perro, si no, a un proceso clúster donde se puede entender incluso un comportamiento dinámico, donde hay estadísticamente ciertos parámetros que definen la evolución de un sistema.

5.3 Usos de la Inteligencia Artificial y Big Data.

Los usos del Big Data en términos formales, dado los volúmenes que técnicamente se definen para el Big data, son nulos dentro del mundo de la energía en Chile. Esto solo se puede desarrollar de esta manera en áreas como la astronomía actualmente en Chile y en algunos casos en el retail. Sin embargo, si hay uso inteligente de bases de datos grandes, con machine learning e inteligencia artificial.

Dicho esto, las aplicaciones son bien variadas en las diversas empresas. Al menos se observan 4 principales: optimización de procesos, análisis del mercado energético, mantención y predicción meteorológica para centrales de ERNC.

A continuación, analizaremos las diferentes aplicaciones.

5.3.1 Optimizaciones de procesos.

La aplicación generalizada consiste en que, al tomar datos de procesos que se realizan en la industria, se pueden automatizar ciertas decisiones a través de máquinas que con la data toman decisiones, de manera “inteligente” y con menos recursos que antes a través de los datos que recolectan por varios meses o años.

Los datos en sí mismo no tiene un valor, empiezan a tener valor en el momento que tiene posibilidades de predecir ciertas decisiones y lo que va ocurrir si se toman de una u otra manera.

El carácter de las decisiones que se empiezan a predecir y optimizar son decisiones que se toman todos los días, horas y minutos, son decisiones micro, que no involucra al directorio de la compañía en ellas. Son decisiones de logística, de cuándo reparar una máquina, de cuándo ingresa un insumo en una caldera, de cuándo prender una

máquina, es decir, son rutinarias en la industria y que son decisiones además soportadas por muchas data. Existe mucha evidencia de qué es lo que estaba sucediendo, de qué fue lo que se hizo, qué fue lo que pasó. Es casi siempre posible con la abundancia de data que existe hoy, sistematizar esa toma de decisiones para que al formalizar cómo se toma esa decisión en términos de modelo de algún tipo, ayudar a que en el tiempo la toma de esa decisión converja hacia un óptimo.

Además esto permite automatizar esas decisiones o simplemente permitiría ver con mayor generalidad los procesos y detectar otros problemas a futuro.

Algunos ejemplo identificados en las entrevistas:

Pila de Biomasa en planta generadora eléctrica de Biomasa.

Una pila de biomasa cuando se moja o humedece y luego ingresa a la caldera genera mayor gasto dado que se requiere petróleo para que comience la combustión. Por ende se han instalado cámaras térmicas que en conjunto, con los datos de requerimientos de petróleo y temperatura de la caldera, permiten ir ajustando el proceso para la cantidad mínima de petróleo dada las condiciones de humedad de la pila de biomasa y de espera del secado de la misma. Este proceso se ha podido llevar adelante gracias al análisis intensivo de estos datos y la instalación de sensores, llegando a encontrar un óptimo.

La cocina de Gasolina.

En la empresa estaba el desafío de poder aumentar la cantidad de gasolina producida con las mismas restricciones, mismo crudo, misma máquina. Se realizó un trabajo de levantamiento de 2 años de data de la refinería, de todos los sensores que tenía la máquina, térmicos, de presión, tipo de producto que pasaba, densidad, etc. Se generó un modelo prescriptivo donde se identificaron 7 condiciones operacionales donde el operario tomaba 14 tipos de decisiones, todo esto a partir de la data del pasado. Con esto se evaluó el costo de tomar unas decisiones u otras y había unos 300.000 dólares diarios y en caso de negocios 50.000.000 de dólares. El potencial de aplicar esto en más procesos de refinería fue sustancial.

La caldera de una termoeléctrica.

El desafío de la empresa era poder optimizar el ingreso de el petróleo y respecto al proceso de combustión de la caldera. Para esto se mantuvo una data de 2 a 3 años de

temperatura, presión, densidad, etc. Con esta cantidad de datos y a través de machine learning se realizaron modelos, evaluación de un conjunto de escenarios y decisiones que se tomaban, luego se buscó el óptimo de estas, de esta forma al tomar estas decisiones de mejor manera mejoraron los tiempos y el uso de combustible.

5.3.2 Análisis del mercado energético (eléctrico)

Dentro de todas las entrevistas se diagnostica que el modelo de programación de largo plazo (PLP) está agotado, que la predicción del mercado energético solo con la proyección de las cuencas hidrológicas con el historial de los años 1960 es una proyección poco precisa dado los fenómenos de la crisis climática de la actualidad; y que el ingreso de energías renovables no convencionales genera otras variabilidades meteorológicas menos estables que solo la cantidad de lluvia de cada año.

Por otra parte se identifica un cambio en la industria donde en un inicio había pocos clientes, pero dados los cambios tecnológicos y legislativos que está viviendo el país (cada vez comienza a ser más parecido a un retail), hay más clientes y mayor posibilidad de preferencias entre una energía y otra. De alguna manera se está liberalizando el mercado energético. Antes cada empresa generadora tenía 5 clientes, máximo 10, eso hoy está cambiando, lo que hace que el mercado se complejiza y sea más bursátil.

Dado lo anterior las distintas empresas y centros de estudios están necesitando mucho más datos y mejores infraestructuras para poder hacer modelos del sistema y de esa manera poder predecir el precio de energía promedio de cada año, cuánto va producir cada central, cuánto va a ser la demanda de cada uno de los actores del sistema. Esto ha empujado que el área comercial de las empresas empiezan con un uso intensivo de datos.

En concreto la utilidad para las empresas que hoy tiene el análisis del mercado energético es poder evaluar nuevos proyectos de parte de las empresas generadoras con mucha mayor precisión que la actual, además prepararse para el futuro cuando la cartera de clientes aumente y se requiera la posibilidad de predecir para dar garantía de la energía que van a producir.

Por otra parte desde el coordinador eléctrico están en un estudio intensivo para tener la posibilidad de obtener un nuevo modelo que mejore los procesos de las licitaciones y el sistema actual de precios.

5.3.3 Gestión de activo y mantención

A lo largo de las entrevistas se observan 2 aplicaciones en el manejo de activos físicos y mantención haciendo el uso de inteligencia de datos.

La primera tiene que ver con tener sensores dentro de las maquinarias para poder monitorear constantemente y poder hacer tipos de mantención predictiva. Para poder optimizar los costos de operaciones y mantención. Este es más tradicional y se ocupa en muchas otras industrias. Haciendo uso de Prognostics and Health Management (PHM) o mantenimiento predictivo y otro tipo de lógicas. Este tipo de aplicación se ve en empresas como Arauco, Enap y Colbún.

La segunda es un problema bien puntual y es el caso donde hay una aplicación de Big Data. El desafío responde al problema que enfrentaban en el traslado de petróleo en los oleoductos. La empresa ha diagnosticado "mega riesgos", donde hay uno en particular que es la pérdida de contención de un oleoducto de 350 kms. Al oleoducto la ley exige que sea vigilado ya que puede haber una perforación, con grandes complicaciones para el medio ambiente, con costos económicos, reputacionales, etc. Entonces, la ley exige que "tú debes tener gente caminando, vigilando", y eso no es ni económicamente viable ni socialmente responsable. Hace un año atrás, había aviones que pasaban todos los días por ahí y sacaban fotografías y generaban reportes sobre eso. Esto se cambió a una operación de vigilancia con drones con inteligencia artificial, sacando fotografías o videos y emiten esto en tiempo real a un servidor que procesa la data y es capaz de discriminar si hay riesgo o no en lo que está viendo. Básicamente se logró entender, clasificar y entrenar al algoritmo en los riesgos que se estaban visualizando. Si había una máquina encima del ducto, entonces eso es un riesgo, o si se tiene un incendio, o algún movimiento de tierra cercano, se logra discriminar el grado de peligro de la situación (verde, amarillo o rojo). Todo esto en una plataforma donde queda toda esta información y da advertencias cuando se está en amarillo o en rojo, sin necesidad de tener un personal permanente.

5.3.4 Predicción meteorológica, garantizar la energía.

Esta aplicación es reciente y experimental y lo estaba realizando una empresa en el contexto del cambio de ley de distribución donde los precios van a tener mayor variación. Lo que se está buscando es un buen análisis de la gestión de pronóstico,

poder saber si el día viene nublado o si viene soleado y de esa manera proyectar generaciones fotovoltaicas. Lo más importante para esto es poder garantizar la generación de energía, para de esta forma tener un mejor precio. Esta aplicación también podría ser para energía eólica, pero no se vio la aplicación en las entrevistas realizadas.

A pesar de estos 4 tipos de aplicaciones, podrían ser muchas más y más desarrolladas cada una de ellas. Más adelante se analizarán los obstáculos que se están enfrentando la incorporación del BD e IA en las empresas y organizaciones.

5.4 ¿Con qué infraestructura ocupan Inteligencia artificial y de datos?

Los principales temas de infraestructura son 3: dónde se almacenan los datos, las capacidades de procesamiento de datos y el tipo de software que se ocupan. En las entrevistas no se alcanza a profundizar el tipo de software que se ocupan, dado que para la mayoría de las empresas que recién están entrando al uso intensivo de datos es considerado una información sensible.

La decisión del carácter de la infraestructura es una definición estratégica para todos los entrevistados, ya que compromete recursos de mediano plazo de la empresa y la seguridad de mercado de las mismas.

En el caso del lugar de almacenamiento de datos todas han partido con un sistema de almacenamiento interno de datos, es decir, su propio data center, principalmente por el temor a exponer sus datos y la desconfianza en la “nube”, inicialmente. Por otra parte algunas están empezando o evaluando migrar a la nube dado el requerimiento de mayor espacio con mayor rapidez de procesamiento y la posibilidad que ofrece de ser “infinita”.

En el caso de los procesadores todos partieron con sus propios procesadores, pero una vez que empieza a crecer el análisis intensivo de datos empiezan a migrar al uso de procesadores de la nube, principalmente por el tema de capacidad y rapidez de los análisis que se requieren. Por otra parte hay muchas empresas que aún externalizan el servicio de la analítica de los datos, por lo que ellos los almacenan pero el procesamiento lo hace otra empresa que por lo general ya funciona con la nube.

La migración de una infraestructura interna a una externa no es tan difícil dado que en general el uso inteligente de datos no lleva tanto tiempo en la industria por lo que este tipo de arreglos no choca con culturas organizacionales muy pesadas.

Respecto a los software nadie profundizó respecto a cuáles ocupaban, por resquemor o por desconocimiento al externalizar el servicio de analítica de los datos.

5.5 Organización interna para el desarrollo de la analítica de datos.

Las definiciones principales del tipo de organización tiene que ver primero con que si se externalizan los servicios o se hacen dentro de la empresa y lo segundo con el grado de compenetración de estas capacidades con el resto de la empresa.

Al ser una tecnología nueva para muchas de las empresas la forma de organización ha variado de acuerdo a la capacidad de insertarse dentro de la organización previa que tenía la misma.

La mayoría desarrolla un modelo que nace en un departamento de transformación digital, innovación o desarrollo específico de proyectos. Posterior a eso algunos han levantado ya un área completa de uso intensivo de datos donde contemplan científicos de datos y grupos interdisciplinarios donde dialogan con todas las áreas de las empresas.

La definición de dónde se alojan las capacidades humanas van dependiendo del nivel estratégico que tenga el proyecto de uso de datos en específico dentro de la empresa. Las empresas que entienden que esto es una parte determinante de su negocio, empiezan a generar sus propios equipos que en ciertas ocasiones externalizan el servicio de analítica de los datos. En cambio cuando es para proyectos específicos, es más rentable contratar por fuera a empresas expertas en ciertas áreas o consultoras de analítica de datos, como EY, Accenture, o consultoras más pequeñas.

5.5 Obstáculos y Desafíos para el desarrollo del Big Data y la Inteligencia Artificial en la industria energética

A continuación, se presentan los principales obstáculos y desafíos que expresaron los entrevistados para el desarrollo de BD y AI en el sector.

5.5.1 Falta de fuente de datos, infraestructura y posibilidades de procesamiento de esos datos.

Esta dificultad está relacionada principalmente con que hay un escaso monitoreo de variables que hoy podrían ser medibles en el sistema energético, para de esta forma tener un mejor modelamiento del mercado, los precios, la generación y poder coordinar mejor demanda y oferta de energía. Si bien hay harta data en términos operacionales y de mantención de las plantas generadoras, hay muy pocos datos respecto a la demanda, respecto a los cambios meteorológicos y condiciones del cableado, etc.

Algunos de los desafíos en las entrevistas son:

La propuesta de instalación de medidores inteligentes para mejorar la data que se tiene respecto de consumidores y de esta manera poder generar datos más precisos respecto al input y output que tendrá cada hogar, empresa en el país y de esta forma mejorar horas y momento de mayor demanda y generación. además de permitir la cogeneración en hogares o empresas pequeñas.

Mejorar sustancialmente el monitoreo meteorológico nacional, orientado a estudios atmosféricos, que logren simular la atmósfera de la tierra y todo el sistema atmosférico y temporal de la tierra, para pronosticar estados de tiempo. En una entrevista mostraban el caso de Tokio donde básicamente manejan muchos datos en cuadrículos muy pequeños, por ejemplo, un kilómetro por un kilómetro. Con eso generaban pronósticos climatológicos a nivel de la tierra. Pero eso requería una gran captura de información. Hoy en Chile se hace muy difícil pensar algo así.

Por último poder tener datos de manera más pública de los input y output de energía en toda la red de distribución y transmisión. Para poder modelar mejor cómo el sistema funciona momento a momento .

Por otra parte a partir de lo mismo no hay gran desarrollo de infraestructura para poder almacenar data de este tipo de tamaño lo que hace más difícil que se realice la inversión para comenzar con un monitoreo intensivo del clima, los consumidores, la distribución y las plantas generadoras.

A pesar de todo esto las empresas están desarrollando nuevos modelos con los precarios datos que tienen dado que el modelo de programación de largo plazo (PLP;

detalles en anexos) ya es poco preciso para el modelamiento del mercado, la rentabilidad del mercado energético está muy baja, el sistema de asignación de precios va a cambiar y la comercialización es probable que se abra para las empresas generadoras en la próxima ley de distribución larga que ingresará trámite en el congreso en el año 2020.

5.5.2 Crítica al coordinador eléctrico por ser un obstáculo, posibilidad de leer el mercado.

En todas las entrevistas se observó una crítica profunda al coordinador eléctrico como obstáculo para poder modernizar el mercado y por ende el uso más intensivo e inteligente de datos. Las críticas son principalmente por 2 razones.

1. PLP está obsoleto:

En las entrevistas se manifiesta que no es la metodología adecuada o razonable para proyectar lo que va a pasar de acá hacia adelante y tomar decisiones de cómo operamos el sistema en función de lo que pasó hace 50 años. Esto va a empujar que se abra una rama cómo se predice mejor lo que va a pasar hacia adelante, porque la incertidumbre que se tiene en la operación del sistema eléctrico tiene que ver con la variabilidad. En general, se entiende que el gran problema de la variabilidad era la variabilidad hidrológica, y por eso el modelo que se usa hoy, “lo que trata es de resolver un problema donde yo no conozco cuál va a ser la hidrología, pero trato de tomar la mejor decisión pensando que va a pasar lo que ya pasó”, expresó uno de los entrevistados. Esto no se mantiene así, dado que hay cambio climático y segundo hay otros problemas de variabilidad como la luz solar y los vientos.

2. Ineficiente:

No logra coordinar de manera óptima, en la medida que, por ejemplo, si yo enciendo la luz en este lugar lo lógico es que recibiera esa energía lo más cercano posible desde dónde se está generando, es lo óptimo.

No logra predecir bien las variabilidades de corto plazo del sistema por lo que termina ocupando energía más “cara” (gas o agua potencial de represas). Cuando si se pudiese desarrollar un poco más de precisión de esa predicción podríamos estar ocupando siempre la energía más barata en momentos donde aumenta mucho la demanda y no hay tanta producción de energía. Esto antes era fácil de manejar cuando solo había variabilidad por cambios hidrológicos, pero con el ingreso de las ERNC esto se complica.

5.5.3 Crítica a la ley de distribución actual: la incapacidad de comercialización.

Este obstáculo se manifiesta de distintas maneras durante las entrevistas, lo primero es que el sistema actual tiene a las empresas generadoras con baja rentabilidad en comparación a las empresas que comercializan la distribución de la energía. Hay un gran interés por parte de las generadoras para pasar directamente a la comercialización de la energía con todo tipo de clientes y de esta forma se genera un mercado de commodity de la energía, es decir poder separar la infraestructura de la distribución eléctrica (Cableado, postes, etc) de quién comercializa con los clientes. De esta manera los departamentos comerciales de las empresas generadoras ya no tendrían que tratar con 5 o 10 clientes si no que pasarían ser cientos de miles. Esto fomentaría un uso intensivo de datos en la caracterización y segmentación de los clientes por parte de las empresas generadoras. Lo que fomentaría la necesidad de mejorar el monitoreo del consumo de energía en los cientos de miles de clientes y con eso el uso de tecnologías de Inteligencia artificial, y análisis intensivo de datos.

Las definiciones que se deben tomar en relación a este obstáculo, están en plena discusión parlamentaria hoy y es posible que antes de que se apruebe, las empresas ya empiecen a hacer este tipo de saltos.

5.5.4 Cultura Organizacional

Este es el obstáculo más recurrente de todos, esto no solo ocurre en la industria energética sino que también en el resto de industrias que ya están más avanzadas en el uso intensivo de analítica de datos.

Los principales obstáculos en este caso tienen que ver con la credibilidad que se tiene de la tecnología, posteriormente a su uso en la toma de decisión y en la operación de procesos si es o no considerada además de las propias resistencia al cambio que toda organización tiene. Ahora pasaremos a detallar cada uno de los observados en las entrevistas:

1. No es una conversación de los directorios de las empresas:

En muchas de los entrevistados manifestaron que el problema es que la aplicación de esta tecnología a veces se daba en departamentos específicos y para tareas

específicas y no para la empresa en totalidad. Y la implementación desde abajo hacia arriba provocaba que fuese dificultoso obtener datos de otras áreas o financiamiento para escalar la tecnología. Había un caso donde la transformación digital fue una decisión del directorio donde incluía el uso intensivo de datos y esto había ayudado mucho a su implementación.

2. No se implementa el modelo en el ciclo operacional o los tomadores de decisiones no contemplan los análisis que dan los datos: Al ser una tecnología nueva y desconocida para el cuerpo técnico y gerencial, muchas veces un muy buen modelo, o análisis de datos queda sin ser ejecutado. Esto según los entrevistados ocurre principalmente por el temor a que una máquina reemplace las funciones que operarios e ingenieros hasta ese momento estaban desarrollando, o por el temor al desconocer el modelo que este tenga un error y por ende se tome una decisión en base a algo “desconocido”.

3. La descoordinación de áreas y de los permisos para el uso de datos y recursos de la empresa:

Hay muchas veces que las áreas de una empresa son recelosas con sus recursos, datos y cadenas de mando de cada una, por lo que provoca que las acciones se dificultan por la no coordinación y conciencia del desafío o problema a enfrentar. Como sugerencia en las áreas sale la posibilidad de realizar equipos interdisciplinarios y de diversas áreas donde se coordine la implementación de esta transformación digital.

4. Resistencia al cambio: Falta de capacidades y desconocimiento de tecnología:

Este obstáculo tiene que ver con las pocas capacidades desarrolladas en los profesionales y trabajadores dentro de la empresa respecto a la terminologías y significados que tiene el Big Data y la inteligencia artificial. Esto impide muchas veces hablar un lenguaje común o plantearse desafíos que superen solo las apuestas de un departamento en específico dado que la no existencia de personal con capacidades impide seguir creciendo con la tecnología. Por otra parte en la misma línea en dos entrevistas se hace explícito que hace falta una formación más profunda de los ingenieros en estas áreas y en la mirada del uso de nuevas tecnologías de alto impacto que hoy están muy disponibles en el mercado tecnológico.

5.5.5 Tipo de empresa:

Este no es precisamente un obstáculo, pero hace referencia cuando los entrevistados comparan el desarrollo de la Inteligencia artificial o del desarrollo intensivo de datos con

otras empresas como retail, telecomunicaciones o financieras, que han tenido un desarrollo intensivo de esta tecnología.

En el sector energético va más lento porque en las otras industrias si no aplicaban o integraban estas tecnologías a sus modelos de negocios había alta posibilidades de fracasar o quebrar la empresa, dado que puede cambiar totalmente todo su modelo de negocios. En cambio la generación de energía dentro de todo, sigue siendo una industria dependiente de sus activos físicos y no en la comercialización. Es decir, por más tecnología que se incluya, el valor está en la generación de energía del potencial del agua, la quema de combustibles fósiles, el aire, el sol, etc; por ende no se ven obligadas a integrar rápidamente esta tecnología.

Por otra parte esta misma característica al ser una empresa basada más en sus activos físicos, llevó a que muchas empresas ni siquiera hayan desarrollado una transformación digital de sus procesos, por lo que tampoco hay una cultura digital dentro de la misma, lo que dificulta aún más el adquirir estas nuevas tecnologías.

5.5.6 Todo eso se desarrolló gracias a la desintegración del modelo de integración vertical.

La integración vertical que hoy vive la industria de la distribución eléctrica de nuestro país impide el desarrollo de una comercialización de la energía y por ende una liberalización del mercado que permita a las empresas generadoras entrar directamente a disputar y de esa manera a los clientes y, a su vez, a estos últimos poder escoger con qué empresa generadora trabajan. Esto generará la necesidad dentro de la empresa de producir más datos para mejorar perfilamiento y segmentación de consumo. Además de permitir mejorar los análisis de peak de demanda y así alinearlos con la oferta que cada empresa pueda dar.

5.5.7 Cambio Climático, descarbonización y energías renovables:

Este punto durante las entrevistas no es planteado como un obstáculo, sino que más bien como un desafío y hacer referencia en cómo se enfrenta el cambio que está viviendo la matriz energética producto del cambio climático y de las políticas públicas para poder enfrentarlo, la que está abriendo diversas oportunidades para el uso de BD e IA.

El plan de descarbonización tiene una implicancia para el mercado respecto en cómo se proyecta el precio de la energía, lo que va hacer que sí o sí cambia la forma en

como el coordinador hoy da los precios, dado que hoy es en base al costo marginal y este tiende a cero si no hay termoeléctricas. Esto va obligar a migrar a un sistema de bolsas de energía y con eso la comercialización de la energía que lleva de la mano clientes y desde ahí el uso intensivo de datos.

Por otro lado la descarbonización exigirá el crecimiento de las ERNC y eso traerá el desarrollo de modelos meteorológicos que serán un caso donde el BigData puede tener un impacto importante en la industria al igual como lo ha hecho en otros países. Esto ayuda a bajar el nivel de incertidumbre respecto a este tipo de energías. Y de esta manera intentar hacerse cargo del problema de la energías de fuentes variables en coordinación con otro tipo de fuentes.

6. Recomendaciones:

En el siguiente capítulo se aborda recomendaciones para las empresas y el Estado a partir de lo obtenido en las entrevistas.

6.1 Recomendación para empresas.

Lo primero que se observa que hay al menos dos problemas estratégicos que están enfrentando todas las empresa de generación energética en Chile, estos están relacionados al cambio normativo y tecnológico que está viviendo la industria.

Hay una ley de distribución y una tendencia hacia las ERNC dada la crisis climática. Estas dos aristas afectan directamente a el desarrollo del Big Data y la Inteligencia Artificial por lo que pasaremos a ver que cambios provocaría en la empresas. De hecho ya hay empresas tomando medidas en este sentido.

6.1.1 Desafios estrategicos

Ley de distribución.

Hay un consenso generalizado en todas las entrevistas que la ley actual de distribución está obsoleta, tiene varias dificultades para la valorización de la energía eléctrica, es ineficiente en la distribución, no se adapta a una matriz que cada vez tiene más incertidumbre por las ERNC, entre otras cosas. Además ha sido muy cuestionada la figura del cliente regulado que hoy solo crea un monopolio de las empresas de distribución.

Hoy hay una discusión en el congreso respecto a una ley corta y larga de distribución eléctrica. La Ley corta ya fue aprobada y este año 2020 se pretende que se termine de legislar la ley larga. Para más detalles de ambas leyes revisar anexos.

La ley larga de distribución la propuesta inicial busca generar la siguiente situación futura.

- 1) Abrir la posibilidad a la generación distribuida. A partir de eso surge un tercer servicio, transporte a generadores, que puede cobrar importancia creciente con el desarrollo tecnológico y la baja de costos de ERNC.
- 2) Que existan servicios complementarios prestados por generadores y almacenamiento.
- 3) Comercialización, ámbito que debe ser revisado para distinguir roles de la distribuidora y de otros comercializadores.

Según las presentaciones de la ley, esta debería fomentar los siguientes elementos.

- Calidad de servicio comunidad y medio ambiente.
- Generación Distribuida.
- Almacenamiento de energía.
- Movilidad eléctrica.
- Eficiencia energética.
- Flexibilidad Tarifaria.
- Servicios a clientes.
- Medición inteligente (Smart metering).

La profundidad y detalles de la ley no será lo determinante para las presentes recomendaciones. Por lo mismo este estudio solo se centrará en el debate que va aportar directamente al mismo. En específico el mayor impacto está en la posibilidad de mayores generadores, al existir la posibilidad de generación distribuida y que los clientes libres bajen la cantidad de Kilowatts (KW) que van a permitir el ingreso de nuevos clientes y que los departamentos de comercialización dejen de ser 5 a 10 clientes y comiencen a ser miles, por lo que el análisis de los datos y las demandas de las mismas va generar mucha más data que va ser valiosa además de necesaria para poder hacer las futuras evaluaciones de proyectos dentro de las empresas. Es decir, la liberalización del mercado energético va empujar a abrir un área de comercialización importante en las empresas generadoras, además de que pueden entrar nuevos competidores más pequeños en comercialización donde entren los prosumidores (consumidores y generadores a la vez).

Mesa de trabajo de descarbonización.

Hoy no existe una ley de descarbonización de la matriz energética en Chile, pero sí es una preocupación y acción afirmativa en varias de las empresas de generación energética, por lo que varias empresas en sus planificaciones consideran este tipo de cosas. Por otro lado lo que sí existe es una Mesa de trabajo coordinado entre el

ministerio de energía y las grandes empresas generadoras. En este espacio se firmó un acuerdo que considera:

1. Las empresas mencionadas se comprometen a no iniciar nuevos desarrollos de proyectos a carbón que no cuenten con sistemas de captura y almacenamiento de carbono u otras tecnologías equivalentes a partir de esta fecha.
2. Se creará un Grupo de Trabajo para que analice, en el contexto de los objetivos de la Política Energética 2050, los elementos tecnológicos, ambientales, sociales, económicos, de seguridad y de suficiencia de cada planta y del sistema eléctrico en su conjunto, entre otros, que permita establecer un cronograma y las condiciones para el cese programado y gradual de la operación de centrales a carbón que no cuenten con sistemas de captura y almacenamiento de carbono u otras tecnologías equivalentes.
3. El Ministerio de Energía coordinará este Grupo de Trabajo al cual se invita a todas las instituciones relevantes en este proceso.

A grandes rasgos, empuja a las empresas a la migración a energías renovables no convencionales y va empujar a que la matriz completa sea un poco más inestable dado que hoy el 40% de la matriz está generada por termoeléctricas a carbón de alta estabilidad de generación, no así las energías renovables.[18]

Hoy las empresas ya están enfrentando estos desafíos dentro de sus planificaciones estratégicas y departamentos. La forma de enfrentarlo impacta en el uso de la analítica de datos dado por la ampliación de las áreas comerciales, la complejización de los análisis de mercado que deriva en la evaluación de los proyectos de las empresas y además de estar a la baja las utilidades la optimización de procesos y mejoras en mantención también son variables muy presentes.

De ahora en adelante veremos los primeros uso que está teniendo Inteligencia Artificial y el Big Data en la industria. Para enfrentar estos desafío estratégicos las empresas han tenido los primeros desarrollos.

6.1.2 Sobre las aplicaciones actuales ¿Por dónde partir?

Si bien hay que tomar ciertos riesgos, o invertir, la aplicación del machine learning e Inteligencia Artificial debe ser para enfrentar un problema práctico y rentable. Parece una definición de perogrullo, pero hay muchas empresas que han tomado la definición de sumarse a la moda del BigData simplemente porque es algo que está de moda. Por ende las primeras aplicaciones que se están viendo y se recomiendan son para

resolver parte de los problemas estratégicos se han visto en el punto anterior.

Las mayores aplicaciones aplicadas a problemas concretos son:

1) Bajas rentabilidades:

Para enfrentar la bajas rentabilidades de parte de las empresas se toman medidas para bajar los costos de generación de las centrales, lo que lleva a optimización de procesos y de mantención.

a) Optimización de procesos de generación.

La aplicación generalizada consiste en que al tomar datos de procesos que se realizan en la industria se pueden automatizar ciertas decisiones a través de maquinas que con la data toman decisiones, de manera “inteligente” y con menos recursos que antes a través de los datos que recolectan por varios meses o años.

Los datos en sí mismo no tienen un valor, empiezan a tener valor en el momento que tiene posibilidades de predecir ciertas decisiones y lo que va ocurrir si las tomas de una manera u otra.

Las decisiones que se empiezan a predecir y optimizar son decisiones de carácter operativo, que se toman todos los días, horas y minutos, son decisiones cotidianas, que no involucran a los directorios de las compañías. Son decisiones de logística de cuándo ingresar un insumo en una caldera, de cuándo prender una máquina, cuándo repararla, es decir, son decisiones micros y rutinarias que además tiene la gracia de que muchas veces están respaldadas por mucha data. Existe mucha evidencia de que estaba sucediendo, de lo que se hizo, qué fue lo que pasó, es casi siempre posible con la abundancia de data sistematizar esa toma de decisiones para que al modelar esa toma de decisiones al paso del tiempo y las iteraciones se pueda converger a un óptimo

Ejemplos concretos en este punto son, optimización de una caldera, de una cocina de gasolina, del uso de Pila de Biomasa en planta generadora electrica de Biomasa.

b) Optimización de la Mantención de activos físicos.

Esta aplicación intenta solucionar 2 grandes tipos de problemas uno que está más estudiado, que tiene que ver con la mantención predictiva ocupando inteligencia de datos y el otro, es cómo enfrentar problemas complejos de mantención donde abiertamente se busca reemplazar procesos que requieren un criterio humano.

La primera aplicación tiene relación con un uso más tradicional que además tiene uso en otras industrias que es básicamente el uso de PHM o mantenimiento predictivo. Se muestra que tienes sensores dentro de las maquinarias para poder monitorear constantemente y poder predecir las mantenciones para optimizar los costos operacionales y la logística misma. Dentro de la industria energética ya lo aplica Arauco, Enap, Colbún.

La segunda aplicación tiene que ver con un problema puntual de mantención donde se ocupa tratamiento de imágenes para predecir posibles fallas y es el caso donde es más posible ocupar Big Data. El desafío consistía en el siguiente caso: Hay un traslado de petróleo por oleoductos de 350 Kms o más. La ley exige que sean vigilados, donde se explicita que "se debe tener gente caminando, vigilando", y eso no es ni económicamente viable ni socialmente responsable, pero por otro lado puede haber una perforación del oleoducto y esta puede ser muy complicada para el medio ambiente, con costos económicos, reputacionales, etc. Para la empresa esto clasifica como "Mega Riesgos". La solución que se hacía hace unos años era que aviones sobrevolaban todo los días por el oleoducto y sacaban fotografías y generaban reportes. Hoy se realiza una operación con drones con inteligencia artificial. Los drones supervisan los oleoductos y van sacando videos y fotografías y envían esta información en tiempo real a un servidor central que procesa la data y está "entrenado" para discriminar si hay riesgo o no en lo que está viendo. Básicamente si había una máquina encima del ducto, entonces eso es un riesgo, o si tienes un incendio, o algún movimiento de tierra cercano, logramos discriminar si estas verde, amarillo o rojo. Esto está conectado a aplicaciones o plataformas de en computadores y da advertencias en caso de riesgos, sin ser necesario tener personal permanente en esta tarea.

2) Cambio en la ley de distribución y Coordinador eléctrico obsoleto.

Al estar hoy obsoleta la valorización de la energía y las predicciones que se realizan a través de programación de largo plazo (PLP), ha obligado a las empresas buscar alternativas de modelos profundizado análisis de los datos del sistema para realizar la evaluación de sus proyectos y futuras rentabilidades. Además, se asume que la cantidad de clientes libres a partir del cambio de ley de distribución va aumentar considerablemente.

Con el elemento anterior las empresas y centros de estudios están cada vez necesitando más data y menos infraestructuras digitales para poder hacer modelos más precisos del sistema y de esa manera poder predecir el precio de energía

promedio de cada año, cuánto va ser la demanda de cada actor del sistema, cuanto va generar cada central. Esto también ha empujado a las áreas comerciales a crecer y a ocupar un uso intensivo de analítica de datos.

El desafío más próximo que hoy se enfrenta y ya están resolviendo con analítica de datos es la evaluación de proyectos de parte de las empresas generadoras, con mayor precisión que la actual dado el cambio constante de los precios de la energía dados por el modelo PLP, además de preparar el aumento de la cartera de clientes.

En este sentido la recomendación es desde ya comenzar una mejor recolección de datos y empezar a realizar modelos alternativos para la evaluación de los proyectos además de comenzar a empujar un desarrollo de los departamentos comerciales en una mirada de un mercado más liberalizado que el actual, donde hay un monopolio de las distribuidoras.

3) Fuerte ingreso de energías renovables hay recién en fase experimental la predicción meteorológica.

Esta aplicación es muy acotada y recién experimental. A partir del desafío que abre la nueva ley de distribución donde los precios van a tener mayor variación, a partir de esto se está buscando un buena análisis de pronóstico de generación. En concreto poder saber si el día proyecta estar nublado o si se proyecta soleado y de esta manera proyectar cuándo será la generación fotovoltaica. Esto asumiendo que si se puede garantizar la generación de energía habrá un mejor precio. Esto mismo podría ser para generación eólica, pero no se vio esta última aplicación en las entrevistas realizadas.

6.1.3 Sobre la infraestructura para la analítica de datos.

Esta recomendación es pertinente para las empresas que quieren tomar la definición de hacerse cargo de sus propios procesos y no lo externalizan a otra empresa que haga el almacenamiento y análisis de datos de la empresa, ejemplos de empresa que hacen esto EY, Accenture, universidades, etc.

Hay tres elementos a considerar en este caso: (1) dónde guardo la data que se recolecta, (2) con qué procesadores se analiza la data y (3) qué tipo de software se ocupa.

Lo primero es que esta decisión es estratégica y para el punto 1 y 2 hay dos caminos: (1) Tener una infraestructura propia, es decir, tener un data center propio o (2) Externalizar y ocupar espacio en la “nube”. La definición de la nube puede parecer poco clara, pero, básicamente, es un término que se utiliza para describir una red mundial de servidores, cada uno con una función única. La nube no es una entidad física, sino una red enorme de servidores remotos de todo el mundo que están conectados para funcionar como un único ecosistema. Estos servidores están diseñados para almacenar y administrar datos, ejecutar aplicaciones o entregar contenido o servicios, como streaming de videos, correo web, software de ofimática o medios sociales.

Lo primero en despejar es que por el uso de la *nube* no hay riesgo de vulnerabilidad de datos, hasta ahora no hay casos donde esto haya ocurrido. Por ende la definición de si se realiza o no con infraestructura externa es de carácter estratégico y no hay una respuesta correcta a priori. Es importante que la ampliación de almacenamiento y/o procesamiento este de la mano de desafíos concretos que la empresa enfrenta y esté justificado de manera económica. Por otra parte la mayoría de las empresas empezaban con pilotos más pequeños y por lo tanto, un levantamiento acotado de infraestructura interna y luego toman la decisión de migrar a la nube. Dependiendo del carácter del uso de las datos, si por ejemplo pasan a ser un pilar de la empresa también hacen a veces casos híbridos del uso.

6.1.4 Sobre los desafíos organizacionales.

En este apartado se evaluarán cuáles son los principales obstáculos organizacionales que las empresas enfrentan y posibles formas de abordarlos.

Hay dos posible escenarios a los que se enfrenta la organización.

1) La externalización del servicio de analítica de datos, lo que trae muy pocos desafíos organizacionales dado que la intervención al no ser permanente no representa un cambio en la cultura organizacional. Por otro lado, si se vuelve permanente, por lo general, pasa a necesitar algún grado importante de desarrollo interno dentro de la empresa. Por lo mismo, pasa a ser el segundo escenario donde la organización empieza a vivir un cambio de cultura y de capacidades. Esta definición de internalizar o no, es una definición estratégica dado que representa el grado de profundidad del

problema que se aborda. Ejemplo de este tipo de casos son los desarrollo de la mantención de ciertos equipos con PHM, o del gasoducto, etc.

2) El segundo escenario que se profundiza de mejor manera, se relaciona con la internalización de estas habilidades y de cómo lo han enfrentado las distintas empresas. Se comenzará mostrando un diagnóstico general y obstáculos particulares, para pasar a recomendaciones.

Diagnóstico general

La mayoría de las empresas parte desarrollando un modelo en un departamento de innovación, de transformación digital o de desarrollo específico de proyectos. Una vez desarrollado ahí lo escalan o apuestan por un área completa de uso intensivo de datos donde contemplan científicos de datos y grupos interdisciplinarios que se coordinan con el resto de departamentos y áreas de la empresa.

Obstáculos principales:

1. No es una conversación de los directorios de las empresas:

En muchas empresas la decisión de implementar tecnología de analítica de datos y/o Big Data no es una decisión o conversación que tiene una mirada de totalidad de la empresa. Esto ocurre cuando se la aplicación de la tecnología se da en departamentos específicos y/o para tareas específicas. Esto trae dificultades al momento de escalar alguna solución, conseguir más financiamiento o la obtención de datos estratégicos de la empresa o de otras áreas.

2. Resistencia al cambio: Falta de capacidades y desconocimiento de tecnología:

Este obstáculo tiene que ver con las pocas capacidades desarrolladas en los profesionales y trabajadores dentro de la empresa respecto a la terminologías, implicancias técnicas, alcances y significados que tiene el Big Data y la Inteligencia Artificial. Esto impide muchas veces hablar un lenguaje común o plantearse desafíos que superen solo las apuestas de un departamento en específico, dado que la no existencia de personal con capacidades impide seguir creciendo con la tecnología. Esto lleva a diversos problemas, por ejemplo: no se implementa el modelo al ciclo operacional o los tomadores de decisiones no contemplan los análisis que dan los datos. Al ser una tecnología nueva y desconocida para el cuerpo técnico y gerencial, muchas veces un muy buen modelo, o análisis de datos queda sin ser ejecutado. La principal razón es por el temor a que una máquina reemplace las funciones que operarios e ingenieros hasta ese momento estaban desarrollando, o por el temor el

modelo falle, dado que se desconoce cómo funciona y por ende tomar una decisión con una “caja negra”.

3. La descoordinación de áreas dentro de la empresa.

El uso intensivo de analítica de datos, es una tecnología que puede ser ocupada en variadas áreas de la empresa y requiere de variados datos de la misma empresa. Dado esto, la relación entre áreas, jefaturas y recursos genera problemas en proceso de cambio. Hay muchas veces que las áreas de una empresa son recelosas con sus recursos, datos y cadenas de mando de cada una, por lo que provoca que las acciones de cambio se dificulten por la descoordinación y no conciencia del desafío o problema a enfrentar. Además, se manifiesta la problemática que se levantan áreas de transformación digital que parte de sus funciones es el desarrollo de analítica de datos, pero estas no tienen recursos suficientes para implementar los desafíos o no está bien definida su cadena de mando respecto a otras áreas, lo que deja inmóvil dicha tarea.

Propuestas de cómo abordar el cambio de cultura organizacional:

Este es uno de los problemas que se enfrentan las empresas y de los cuales sí tienen control, a diferencia de la regulación del Estado, la infraestructura meteorológica y tecnológica de los usuarios. Entonces, es importante abordar este tema con más profundidad dado que el costo de no hacerse cargo de este problema es que la inversión de recursos y técnica realizada quede en letra muerta dentro de la empresa.

Lo primero es que el diseño de la implementación de una cultura de analítica de datos dentro de la empresa requiere que esté acoplada a los planes estratégicos de la empresa y, tal como se mostró al principio de las recomendaciones, hay 2 desafíos estratégicos por lo que están pasando las empresas de generación eléctrica en Chile, que tiene implicancias directas en el uso de analítica de datos intensiva, por lo que cualquier intento por introducir esta tecnología dentro de las empresas debe dialogar con esos desafíos concretos que se manifiestan.

Por ende, va haber un cambio importante dentro de las empresas dado que al cambiar algunas visiones estratégicas, pasan a tocar formas de funcionamiento de las mismas organizaciones. En este sentido se enfrentan a un problema de gestión del cambio dentro de la cual hay ciertos principios mínimos que deben afrontar. [21]

1. Los procesos de cambio son “procesos”

Debemos entender que los trabajadores y jefaturas dentro de la empresa se están enfrentando a algo nuevo y que la internalización de nuevas tecnologías no se van a

hacer de la noche a la mañana, donde además probablemente se cometan errores. En este punto es muy importante que la ansiedad no sea la que lleve el proceso sino más bien entender que esta transformación va tomar un tiempo, pero que la presión por la transformación debe ser continua, contar con un procedimiento o un plan claro de cómo abordar las áreas técnicas y humanas, pero a pesar de eso el proceso puede tener altos y bajos, es decir, es un proceso.

2. Existe una cultura previa de la organización.

Tal como hemos descrito más arriba hay elementos de la cultura de las empresas o tradiciones que muchas veces impiden que se generen aperturas a los cambios. Lo importante de esto es que no se parta de una hoja en blanco, sino que se tiene que poder realizar los cambios a partir del organigrama actual, de las costumbres y anhelos que previamente tenía la organización y de esos mismo poder potenciar el cambio que estamos buscando. De hecho, en muchas empresas la motivación de no ser destruida por un avance tecnológico como este, basta para empujar este tipo de transformaciones, o si la visión de innovación logra entrar en el mismo diálogo. En este caso hay una cultura general respecto a la ley de distribución y el cambio climático que está empujando estos cambios estratégicos definidos anteriormente.

3. El diseño debe ser realizado por la organización

El diseño del cambio debe ser una decisión de empresa, es decir, desde el directorio o desde la jefatura más alta posible, es muy difícil que se logre implementar con éxito estas tecnologías si no es una decisión que vienes desde arriba y es acordada como una política de la empresa además de ser respaldada por recursos.

4. La implementación debe ser realizada por la organización

En este punto no se recomienda que la implementación de esto sea realizada por empresas externas lo ideal es que sea la misma empresa con sus propias cadenas de mando y procedimientos burocráticos que implemente la transformación que se quiere llevar a cabo. Para esto es importante levantar nuevos procedimientos e instructivos de las nuevas funciones, tareas y responsabilidades.

5. Existe un proceso continuo de diseño y rediseño

Al ser un proceso de cambio y nuevo para la cultura organizacional de la empresa, probablemente se cometan errores, por lo que habrá un trabajo constante de diseñar propuestas y rediseñarlas. Por ejemplo en una empresa en un inicio se realizó una implementación con un área específica de transformación digital que dentro contenía la fuerza tarea de la analítica de datos, tenía potestades para trabajar con todas a las áreas e incluso en el organigrama estaba por sobre las otras áreas. Pero, al no existir

formalmente un espacio donde todas las áreas tomarán decisiones respecto a los desafíos de la tecnología, terminaban por no implementarse las medidas. A partir de eso se rectificó el diseño inicial y se propuso un nuevo espacio que era un área transversal e interdisciplinaria y con recursos propios para enfrentar problemas que puedan ser resueltos con BD.

6. Es imprescindible preocuparse de las personas durante todo el proceso.

Esto es importante, las organizaciones no son entes abstractos están compuestos por personas. En varias empresas las jefaturas plantean que el problema principal para la implementación de la tecnología son las personas. Por otro lado probablemente la implementación de estos proceso en algunos casos traerá reubicación de funciones, nuevas tareas o incluso despidos. Si este tipo de cosas no se tratan bien dentro del personal pueden frenar un proceso completo de cambio.

7. Todo proceso de cambio es un proceso de aprendizaje. Importante es develar ¿Cuál aprendizaje?

Es relevante dejar claro qué es lo que se espera de las personas, que conocimientos deberían adquirir. Para eso como cosas mínimas son capacitaciones para aunar nomenclatura, conceptos técnicos, y en caso de roles más específicos capacidades técnicas. Esta es una tarea que por lo general no se aborda y es de tremenda importancia que los conceptos técnicos no solo los manejen el equipo de datos sino que todas las contrapartes con las que se relacionan para así poder proyectar mejor las aplicaciones en las distintas áreas.

Formación y necesidades técnicas. No partir de una vez con Big Data o IA, empezar por temas de transformación digital, para ir instalando una cultura de datos dentro de la empresa.

8. Las personas y las emociones son válidas

Es necesario considerar que una de las variables y obstáculos presentes es el miedo a que las “Máquinas quiten el trabajo” es muy relevante darle un espacio a ese miedo y poder dar certidumbres al respecto. También otro temor es a equivocarse que muchas veces está presente en las empresas. Si se quiere innovar y probar nuevas tecnologías, se tiene que dar un rango y un espacio para que estos sentimientos se manifiesten.

6.2 Recomendaciones al Estado.

En este punto se abordarán aspectos más bien generales recogiendo elementos que se manifestaron en reiteradas ocasiones en las entrevistas dado que cada una de estas recomendaciones podrían ser un documento completo o incluso una investigación con propuestas mucho más detalladas.

Uso de medidores inteligentes o Smart Metering.

Un medidor inteligente o contador inteligente es un tipo de contador avanzado de electricidad (vatihorímetro), que calcula el consumo (o producción) de una forma más detallada que los contadores convencionales o analógicos. Estos aparatos también ofrecen la posibilidad de comunicar esta información a través de una red de telecomunicación hasta un centro de procesamiento de datos de la empresa de servicios local, la cual puede utilizar los datos a efectos de facturación, seguimiento, facilitar a sus usuarios un mayor control sobre sus consumos, o incluso poder ofrecer servicios personalizados a los clientes. Así mismo, estos aparatos tienen la capacidad de configurar a medida el servicio, o interrumpir el suministro de manera remota, en caso por ejemplo de que no se haya realizado el pago de la mensualidad por el servicio contratado. [13]

Estas son sus ventajas:

1. Posibilitan una rápida identificación de problemas y averías cuya solución, por consiguiente, será más rápida.
2. Ofrecen una sencilla opción de modificar la potencia contratada de forma remota, sin que tenga que acudir un técnico.
3. Proporcionan una mayor seguridad para evitar manipulaciones, puesto que el medidor inteligente está monitorizado de forma continua y automática.
4. Dejan atrás las lecturas estimadas para dar paso a las lecturas reales.
5. Su funcionamiento se puede comprobar mediante un sistema de luces: apagada (no se está dando un consumo eléctrico en la vivienda), parpadea ligeramente (se está produciendo un consumo eléctrico en este momento), parpadea rápidamente (ha saltado la electricidad) o encendida y fija (la potencia eléctrica contratada ha sido superada en la vivienda o local).

La propuesta de instalación de medidores inteligentes se realiza para mejorar la data que se tiene respecto de consumidores y de esta manera poder generar datos más precisos respecto al input y output que tendrá cada hogar o industria en el país y de esta forma mejorar horas y momento de mayor demanda y generación. además de permitir la cogeneración en hogares o empresas pequeñas.

Mejorar la infraestructura meteorológica.

Mejorar sustancialmente el monitoreo meteorológico nacional, que permita tener data a tiempo real, logrando tener un orientado a estudios atmosféricos, que logren simular la atmósfera de la tierra y todo el sistema atmosférico y temporal de la tierra para pronosticar estados de tiempo.

Actualmente en Chile hay 1299 Estaciones Meteorológica registradas [14], más de la mitad solo tienen registro en papel y la mayoría tiene toma de datos con que solo permite proyecciones diarias pero no hora a hora y menos minuto a minuto, solo hay entre 30 y 50 en línea [15]. Esto permite tener pronósticos para la agroindustria pero se hace imposible para la industria energética. Además de esto, permite generar la infraestructura para poder almacenar esta cantidad de datos y que estén disponibles de manera pública.

Cambios normativos:

Hay consenso hoy en los ingenieros, científicos de datos y trabajadores que hoy están en las empresas generadoras eléctricas que hay varios cambios normativos que deben ocurrir, algunos ya están ocurriendo y cada uno de ellos dialoga entre sí. Si bien, desde las entrevistas no se esbozaron propuestas, la discusión y definición de todas las leyes si se manifiestan como inquietudes dentro de la industria.

Ley de distribución eléctrica:

Esta ley es la que está más avanzada y en general enfrenta algunos de los desafíos principales que hoy atraviesa la industria. Su impacto respecto al uso intensivo de datos tiene que ver principalmente con la baja de barreras de los clientes libres lo que permite que las generadoras entren a la comercialización y por ende se complejiza la actividad de venta energética, además de complejizar los modelos de precios y demandas del sistema en general, por ende un uso intensivo de datos.

Ley de cambio climático:

Esta ley aún no existe, es un tema que está culturalmente muy instalado como un problema de política pública mundial. Sin embargo, por ahora solo existe un acuerdo marco entre las grandes empresas de generación eléctrica. En caso de que esta ley sea impulsada y llegue a concretarse, su mayor impacto va ser el ingreso intensivo de ERNC y el cierre de centrales termoeléctricas a carbón que hoy son las que más “estabilidad” le dan al sistema eléctrico. El ingreso de este tipo de energías traería incertidumbre dentro del sistema lo que obligaría a habilitar sistemas de datos para tener mayor certeza de la generación con ERNC. Respecto al acuerdo ver algunos detalles más en el ítem anterior.

Ley Regulación para el mercado de datos:

Hoy está en curso una ley de mercado de datos sin embargo hay algunos temas mínimos que es imprescindible de abordar desde una mirada ética.

Lo primero a abordar es que la legislación actual es deficiente en la protección de datos personales. Si estamos en búsqueda de una real protección de los interés involucrados y real protección de los datos de los individuos se deben profundizar materias ausentes en la Ley 19.628 (Ley de Protección de la Vida Privada).

En segunda instancia, la ley actual define correctamente conceptos básicos respecto al tratamiento de datos personales. Diferencia lo que debe entenderse por datos personales, datos caducos, datos sensibles y lo que es un banco de datos, sin embargo falla al intentar una definición precisa de fuente de datos accesibles al público, con lo cual, en la práctica queda desprotegido el tratamiento de datos personales.

También resulta deficiente la estructuración de los principios consagrados en la Ley 19.628. Respecto del principio de libertad de tratamiento de datos personales, la legislación no entrega suficientes garantías que permitan establecer un equilibrio entre este y el derecho a la privacidad e intimidad de las personas. En relación al segundo principio reconocido por la ley, y bajo el mismo prisma, es excesiva la amplitud de las excepciones al requisito del consentimiento. [19] Esto es muy necesario en el caso de los datos energéticos dado que se tendrá una radiografía bien detallada del consumo energético de cada hogar de Chile y ¿Para qué serán usados estos datos?

Dado esto último la propuesta es que Chile debe contar con una Agencia de Protección de Datos de carácter autónoma, administrativa, especializada y con patrimonio propio. En este sentido, es una buena referencia normativa la que dio origen a la Agencia Española de Protección de Datos, que cuenta con independencia de otros organismos

públicos para poder ejercer su labor de fiscalización sin presiones políticas externas y cuyas decisiones respondan a estándares profesionales.

Para cumplir su labor a cabalidad, una agencia de estas características también debe contar con los recursos y atribuciones necesarias. No basta con que la entidad pueda fiscalizar el cumplimiento de la ley por parte de organismos públicos y privados, ni que pueda sancionarlos con multa. También es necesario que cuente con facultades para realizar campañas educativas, mantener registro de las bases de datos existentes, inspeccionar a los responsables de bases de datos, establecer medidas cautelares y coordinar cooperación internacional en el área. Por último, la agencia requiere facultades normativas, para generar jurisprudencia administrativa sobre los alcances e interpretación de la ley; a través dictámenes o resoluciones, ya sea de carácter general o pronunciamientos específicos.[20]

6.3 Recomendaciones a las Universidades e Institutos Profesionales.

De lo observado en las entrevistas hay al menos 2 grandes recomendaciones a la enseñanza de las ingenierías.

La primera hace referencia que en todas las carreras de ingeniería debería existir un curso introductorio de ciencias de los datos, que permita que todo ingeniero/a al menos conozca la nomenclatura y las posibles aplicaciones que tienen hoy esta tecnología y un pequeño barniz práctico de machine learning de programación. Idealmente que sea un curso de lo que se conoce como “Plan Común” de las carreras de ingeniería.

La segunda referencia tiene que ver con una mirada más transversal desde donde hoy se concibe el conocimiento de las ingenierías. Tiene que ver que hay un cambio que ya ocurrió en la industria y en la investigación de una mirada del cálculo a un mundo más estadístico. Un ingeniero civil industrial de EY (2019) indica:

(...) hoy estamos en un entorno que requiere mucho más que los ingenieros estén formados y entiendan muy bien, a nivel muy profundo, la estadística. Hay muchos teoremas importantes en matemáticas, pero si tuviese que escoger uno, yo diría el teorema central del límite, es el más importante de la matemática de todos los teoremas de todas las ramas, de todas las matemáticas. Entiende el teorema central del límite por favor, porque es lejos lo que más vas a usar en tu vida. El mundo de trabajar con la media era el mundo precomputacional, donde

era la única forma, la solución más verosímil porque el error se distribuye homogéneamente para arriba y para abajo, ese no es el mundo de hoy. Hoy tienes suficiente capacidad de cómputo, es barata, está al alcance de cualquiera comparado cuando se hicieron estas mallas. Cuando se hizo la malla, no estaba la capacidad de cómputo, hoy tenemos esa capacidad de cómputo en cualquiera, en el bolsillo, pero sigue la misma malla. Claramente es una malla que se debería orientar al mundo del caos, de los datos, del ruido.(...)

- ¿Tiene pronosticado levantar un área o departamento de datos? Si o no.

a.2) Si la respuesta anterior es no.

- ¿Cuál de las siguientes causas cree que es la razón para no haberlo hecho?

Seleccione:

- A. Desconocimiento del esta tecnología;
- B. Falta de presupuesto;
- C. No es prioridad;
- D. No es necesario para la empresa.

- ¿Qué procesos dentro de la empresa cree que son reiterativos con posibilidad de ser automatizable? Escribir. _____

4. Obstáculos

a) ¿Qué obstáculos se ha enfrentado? Indique Sí o no:

El uso intensivo de datos no es un tema de la empresa, el cuerpo directivo no lo prioriza;

Hay una resistencia al cambio dentro de trabajadores e ingenieros;

Hay problema de permisos y coordinación entre áreas para el manejo de datos; otro: escribir.

5. Otras aplicaciones que se haya visto en la competencia.

a) ¿Cree que su empresa está atrasada respecto a otras empresas de la competencia? si o no.

b) ¿Conoce aplicaciones de uso intensivo de analítica de datos ha visto en otras empresas? Si o no.

c) ¿Cuáles aplicaciones? Escriba. _____

d) ¿Cree que su empresa está atrasada respecto al desarrollo de esta tecnología en Chile? Si o no.

Esta no puede ser la encuesta final. Debe antes pasar al menos por dos procesos de rectificación, primero ser probado antes como mínimo con un focus group con perfiles similares a los entrevistados, además de hacer un piloto con un espacio muestral menor.

8. Conclusiones

La investigación exploratoria realizada la cual consistió primero en una lectura extensiva de la literatura y un marco general del diagnóstico de la industria energética en Chile y los usos del Big Data y la Inteligencia Artificial en la industria energética a nivel mundial. Posterior a eso, la realización de una entrevista semi estructurada de 12 entrevistados y entrevistadas de cargos de jefaturas en las empresas de generación energéticas y relacionadas al uso de datos. A partir de esto, se deducen las siguientes conclusiones.

a) Respecto al uso y aplicaciones lo primero que podemos concluir es que el Big Data como una definición estricta no está desarrollado en la industria energética en Chile, su desarrollo está centrado principalmente en la astronomía, el retail y la empresas financieras. Sin embargo, el desarrollo de uso intensivo de analítica de datos, a través de Inteligencia Artificial y machine learning tiene espacio considerable en la mantención de activos físicos, la optimización de procesos de generación energética, evaluación de proyectos frente al futuro precio de la energía y hay algo exploratorio en la predicción de condiciones meteorológicas para las ERNC.

b) Las principales motivaciones de las empresas para desarrollar este tipo de tecnologías son por desafíos estratégicos que enfrentan, como lo son la baja rentabilidad actual de los nuevos proyectos, la ley de distribución eléctrica y el cambio climático. Estos elementos han empujado a las empresas a desarrollar: primero de una transformación digital, segundo un uso intensivo de analítica de datos y tercero en algunos escasos casos machine learning con la data disponible.

c) En todos los casos, esta tecnología solo ha traído beneficios, pero al no existir un riesgo grande de quiebra dentro de la industria hace que el desarrollo de la tecnología no se haya realizado con tanta fuerza. Debido a que el rubro sigue muy entramado en su modelo de negocios centrado en la generación de energía y por ende en los activos físicos para esto, no en las áreas de comercialización o financieras que han llevado un mayor desarrollo en otras áreas.

d) Los principales obstáculos se pueden agrupar en dos grandes grupos, (1) las limitaciones externas donde están la falta de fuente de datos, infraestructura y posibilidades de procesamiento de esos datos, un coordinador eléctrico que fija una tarifa y hace predicciones obsoletas, una ley de distribución que impide la

comercialización y cambio climático, descarbonización y energías renovables, que se manifiesta más como un desafío que obstáculo. Por otro lado están los (2) Obstáculos internos, donde se encuentra la cultura organizacional con resistencia al cambio y descoordinación entre áreas, falta de infraestructura de procesamiento y el tipo de empresa.

A partir de estos hallazgos se realizan diversas recomendaciones a las empresas, el Estado y las escuelas de ingeniería.

- a) Respecto de la recomendaciones a las empresas, se parte por enfatizar que esta tecnología solo se debe implementar si es rentable y necesaria, en ninguna por razones de subirse a la “ola” del Big Data. Segundo profundizar las transformación digital que están viviendo las empresas. Además se presentan los principales usos que hoy tiene la industria, cómo enfrentar en términos de infraestructura digital para poder implementar y cómo enfrentar el cambio organizacional dentro de la industria.
- b) Respecto a las recomendaciones al estado, se presenta la necesidad de tener medidores inteligentes, mejorar sustancialmente el monitoreo meteorológico y se presenta un énfasis general de 3 leyes: ley de cambio climático, ley de datos y ley de distribución eléctrica, necesarias para un desarrollo profundo e integral de la analítica de datos.
- c) Respecto a la recomendación a las universidades e instituto profesionales. Se enfatiza en la necesidad de un ramo transversal que introduzca a la ciencia de datos, además de una mirada más transversal dentro de las carreras que se enfoque más en las matemáticas estadísticas que puramente de cálculo.

Finalmente se presenta un propuesta de encuesta para complementar la investigación exploratoria y poder profundizar a una investigación cuantitativa de esta tecnología dentro de la industria.

9. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Davenport, T., Bean, R. (2018) Big Data Executive Survey 2018. New Vantage Partners LLC.
- [2] Watkins, J. y Andrade, D. (2018) Diseño de investigación de Radiografía del Uso del Big Data en Chile. Chile.
- [3] Raguseo, E. (2017) Big data technologies: An empirical investigation on their adoption, benefits and risks for companies. International Journal of Information Management 38 (2018) 187–195. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401217300063?via%3Dihub>
- [4] Oussous, A.; Benjelloun, F.; Ait, A., Belfkih, S. (2017) Big Data technologies: A survey. In Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksuci.2017.06.001>
- [5] Bravo, J; García, A; Schlechter, A (2019) Mercado Laboral Chileno para la Cuarta Revolución Industrial. Clapes UC, 14.
- [6] Zhang D; Caiming, R (2018) Research on big data applications in Global Energy Interconnection. Global Energy Interconnection. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S209651171830046X>
- [7] Gómez, V (2019) Proyecciones de generación eléctrica en Chile: Evaluación del potencial de calentamiento global y valor social. Universidad de Chile. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170223/Proyecciones-de-generación-eléctrica-en-Chile.pdf?sequence=1>
- [8] Li, F; Bataille, C; Pye, S; O'Sullivan, A (2019) Prospects for energy economy modelling with big data: Hype, eliminating blind spots, or revolutionising the state of the art?. Applied Energy. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.uchile.idm.oclc.org/science/article/pii/S0306261919302922>
- [9] Tech Pro Research (2016) Big Data Survey 2016. Disponible en: <https://www.zdnet.com/article/research-49-percent-of-large-companies-implementing-big-data->
- [10] Comisión nacional de energía, sección de estadísticas. Disponible en: <https://www.cne.cl/estadisticas/electricidad/>

- [11] US EPA, OAR,OAP,CPPD. sin fecha. What Is Green Power? [en línea].
<https://www.epa.gov/greenpower/what-green-power>
- [12] [MINISTERIO DE ENERGÍA. Energías Renovables [en línea].
<http://www.energia.gob.cl/energias-renovables>
- [13] Smart Metering ENEL. Disponible [en línea].
<https://www.enel.com/es/medios/news/d/2016/09/smart-metering-tecnologa-y-participacion>
- [14] Catastro Nacional de estaciones meteorológicas [en línea].
<https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/informacion/catastroEstaciones/>
- [15] Chile debe mejorar la infraestructura e inversión Meteorológica [en línea].
<https://www.plataformacientifica.cl/chile-debe-mejorar-infraestructura-e-inversion-en-meteorologia/>
- [16] Ley Corta de distribución [en línea].
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1140301>
- [17] Presentación: Ley de distribución [en línea].
<https://www.cne.cl/prensa/prensa-2019/01-enero/ministerio-de-energia-realiza-seminario-nueva-distribucion-electrica-en-chile/>
- [18] GOBIERNO Y GENERADORAS ANUNCIAN FIN DE NUEVOS DESARROLLOS DE PLANTAS A CARBÓN [en línea].
https://energia.gob.cl/sites/default/files/180129_comunicado_no_mas_nuevas_plantas_a_carbon_con_logos.pdf
- [19] El estado de la protección de datos personales en Chile [en línea].
<https://www.derechosdigitales.org/wp-content/uploads/PVB-datos-int.pdf>
- [20] Protección de datos con dientes [en línea].
<https://www.derechosdigitales.org/13443/proteccion-de-datos-con-dientes/>
- [21] Propuesta metodológica para la gestión del cambio cultural [en línea].
https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/76266/1/propuesta_metodologica_gestion.pdf
- [22] Manuel Canales (2006) Metodologías de investigación social; Introducción a los oficios; Editorial LOM; 1° edición; Chile; página 68.

10. Anexos

10.1 Anexo A: Modelo de programación de largo plazo (PLP)

Este modelo, utilizado por el Coordinador eléctrico para determinar un conjunto de simulaciones iniciales y proyectar la hidrología en una cuenca para el año siguiente. El principio de funcionamiento del sistema es el siguiente. Para cada cuenca, se determina cierto número de posibles hidrologías para el año y se le da la misma probabilidad de ocurrencia a cada una. Este número depende de la empresa que use el modelo, El Coordinador eléctrico por ejemplo, usa 54. Estos casos posibles corresponden a las hidrologías de los últimos 54 años. Una vez definidos estos 54 resultados, se subdivide el año en períodos de invierno, en el que la fuente de los caudales es principalmente pluvial y períodos de deshielo, en el que la fuente es principalmente nival. Para los períodos de invierno, donde el caudal tiene un alto componente estocástico se calculan 15 posibles resultados, los cuales se consideran equiprobables. Por el otro lado, para los períodos de deshielo, se considera el caudal como determinístico, ya que estos períodos tienen una baja componente estocástica.

10.2 Anexo B: Detalles respecto a la ley de distribución:

Respecto a la distribución actual, la situación de clientes regulados al ser una actividad monopolística además del ingreso de Energía renovables no convencionales ha traído como consecuencia que las utilidades y por ende rentabilidades de los proyectos energéticos vayan a la baja y que las mayores utilidades del sistema están concentrados en las distribuidoras.

Respecto a la valorización están los siguiente problemas: (1) Incertidumbre y requerimientos del uso del sistema, dificultando el dimensionamiento y la valorización de la empresa modelo, (2) Genera riesgos a nivel de ingresos y reticencia a invertir en un ambiente de cambios tecnológicos y (3) Dificulta el cálculo de tasa de retorno adecuada debido a riesgos asociados a la metodología.

La nueva ley probablemente no soluciones todos estos problemas, pero sí va impactar en áreas donde el mercado de datos puede ingresar.

La Nueva ley de distribución ha sido dividida en 2 partes la primera parte que se ha denominado ley corta de distribución, la cual ya fue aprobada y publicada el 21 de diciembre del 2019 y la ley larga de distribución que será aprobada el año 2020.

Los principios que resguardan la futura ley de distribución son:

1. Seguridad y calidad del servicio.
2. Protección al usuario transparencia y simplicidad regulatoria.
3. Tarifas eficientes y competitivas.
4. Incentivos a la inversión.
5. Competencia y nuevos negocios.
6. Consistencia entre incentivos y exigencias.
7. Gradualidad de implementación y no retroactividad. [17]

Los principales cambios introducidos por esta ley corta de distribución son los siguientes:

- Las concesionarias de distribución deberán constituirse como sociedades anónimas abiertas o cerradas y deberán tener giro exclusivo de distribución eléctrica. En el caso de las cooperativas, deberán llevar una contabilidad separada respecto de actividades que tengan un giro distinto al de distribución.
- La tasa de actualización (distribución) será calculada por la CNE (Comisión nacional de energía) cada cuatro años; será aplicable después de impuestos y para su determinación se deberá considerar el riesgo sistemático de las actividades propias de empresas de distribución en relación con el mercado, la tasa de rentabilidad libre de riesgo y el premio por riesgo de mercado. En todo caso, la tasa de actualización no podrá ser inferior al 6%, ni superior al 8%.
- Se establece un proceso similar al de Transmisión para realizar el Estudio de VAD (Valor agregado de distribución), incluyendo la licitación del estudio realizado por un consultor independiente y supervisado por un Comité. Asimismo, se podrán someter discrepancias al Panel de Expertos.
- El chequeo de rentabilidad que se realiza a las tarifas preliminares, chequeará que la rentabilidad del conjunto de las empresas de distribución no difiera en más de dos puntos al alza, y tres puntos a la baja. Anteriormente se indicaba que no difiera más de 4 puntos.

Disposiciones Transitorias

- Dentro de seis meses, luego de la publicación de esta Ley, el Presidente deberá enviar al Congreso un Proyecto de Ley que reforma integralmente a la distribución.
- Esta Ley se aplicará al proceso de VAD 2020-2024.
- La primera fijación de fórmulas tarifarias conforme a la nueva Ley tendrá vigencia a contar del término de aquellas fijadas en el Decreto 11T/2017, actualizado por el Decreto 5T/2018, por un periodo máximo de cuatro años o hasta la publicación de la Ley Larga de Distribución.
- Los niveles de precios asociados al VAD que estén siendo aplicados o las tarifas inferiores a las tarifas máximas que se estén facturando, a la fecha de la publicación de la Ley, permanecerán constantes en pesos hasta el término de su vigencia. (Estabilización de Tarifas) [16]

La ley larga de distribución aún no se termina su discusión pero la propuesta inicial busca generar la siguiente situación futura.

- 1) Abrir la posibilidad a la generación distribuida a partir de eso surge un tercer servicio, transporte a generadores, que puede cobrar importancia creciente con el desarrollo tecnológico y la baja de costos de ERNC.
- 2) Que existan Servicios complementarios prestados por generadores y almacenamiento.
- 3) Comercialización, ámbito que debe ser revisado para distinguir roles de la distribuidora y de otros comercializadores.

Según las presentaciones de la ley, esta debería fomentar los siguientes elementos.

- Calidad de servicio comunidad y medio ambiente
- Generación Distribuida
- Almacenamiento de energía
- Movilidad eléctrica
- Eficiencia energética
- Flexibilidad Tarifaria
- Servicios a clientes
- Medición inteligente (Smart metering)