



ANÁLISIS ESTRATÉGICO PARA UNA FUTURA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE Y CIBERRESILIENTE EN CHILE

CIGRE CHILE, MARZO 2024





ÍNDICE

ÍNDICE

Tabla de contenido

1. PALABRAS PRELIMINARES	5
2. INTRODUCCIÓN	9
3. LA IMPORTANCIA DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR ELÉCTRICO	13
4. ANÁLISIS DE ENTORNO DE LAS SMART GRIDS A NIVEL MUNDIAL.....	19
5. PRINCIPALES DESAFÍOS REGULATORIOS PARA SMART GRID.....	25
6. PRINCIPALES DESAFÍOS EN EL MARCO NORMATIVO TÉCNICO PARA SMART GRID	34
7. PRINCIPALES TECNOLOGÍAS HABILITANTES PARA UNA SMART GRID SEGURA.....	43
8. PRINCIPALES DESAFÍOS EN CIBERSEGURIDAD Y PRIVACIDAD DE LA INFORMACIÓN PARA SMART GRID	50
9. PRINCIPALES DESAFÍOS SOCIAL Y MEDIOAMBIENTALES PARA SMART GRID	63
10. PRINCIPALES DESAFÍOS ECONÓMICOS Y NUEVOS NEGOCIOS PARA SMART GRID	72
11. PRINCIPALES DESAFÍOS PARA UNA NUEVA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL EN SMART GRID	79
12. PRINCIPALES DESAFÍOS DE POLÍTICA ESTRATÉGICA PARA SMART GRID	85
13. LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS PARA UNA FUTURA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE SEGURA EN CHILE	88
CONCLUSIONES.....	90
ANEXO A	92
ANEXO B.....	96

A large, bold, white number '1' is positioned on the left side of the page. The background is a solid green color with a faint, semi-transparent image of a plant, possibly a lily or similar flower, visible on the right side. The overall aesthetic is clean and modern.

1

**PALABRAS
PRELIMINARES**

1. PALABRAS PRELIMINARES

El Comité Chileno de CIGRE presenta el trabajo del Comité de Estudio D2, del Working Group Smart Grid Seguro, el “Informe de Análisis Estratégico para una Futura Red Eléctrica Inteligente y Ciberresiliente en Chile”. Este análisis considera la importancia de la digitalización de los sistemas eléctricos de potencia y cómo el mundo actual evoluciona hacia las Smart Grids. Los destacados profesionales de CIGRE han participado activamente en el análisis de este tema, buscando entregar una visión y recomendaciones para el sector, de manera transversal. Es un orgullo para CIGRE compartir este documento que esperamos permita colaborar con los desafíos futuros en materia económica, infraestructura, política, regulatoria y socioambiental para el desarrollo de las Smart Grids en Chile.



Alfredo Cárdenas
Director Técnico CIGRE Chile



Katherine Hoelck
Presidenta CIGRE Chile

En diciembre del 2020, en plena pandemia, decidimos dar inicio a un grupo de trabajo muy ambicioso y amplio en CIGRE Chile, como lo sería abordar las redes eléctricas inteligentes del futuro más conocidas a nivel mundial como *Smart Grids*, agregándoles el apellido de Seguro, porque no queríamos dejar de lado la seguridad tanto en el plano físico como en el plano virtual abordando también la componente de Ciberseguridad Industrial, tan relevante hoy en día en las redes eléctricas.

Por lo dicho anteriormente, nace el Working Group (WG) “Smart Grid Seguro”, como una forma de estudiar este tipo de redes a nivel mundial, analizando sus beneficios que traen este tipo de redes a nuestro país y a nuestros ciudadanos y ciudadanas, así como también fomentar la reflexión acerca de cómo lograr en un corto, mediano y largo plazo, la colocación de los cimientos que nos permitan pasar de una red eléctrica tradicional a una red eléctrica de próxima generación, con base en la digitalización de la red para hacer realidad el cambio de paradigma que los flujos de datos y energía sean de carácter bidireccional en la red eléctrica, cubriendo toda la cadena de valor (generación, transmisión, distribución y prosumidores futuros), y que nos permitan gestionar la información y hacer que la red evolucione a una red eléctrica inteligente en la décadas venideras.

Pensar en una red eléctrica inteligente, nos hace reflexionar que para ello debemos ver la red eléctrica como un sistema cibernético y ciberfísico de componentes basados en la información y el control de sistemas que se retroalimentan y autorregulan, tal como lo planteaba Norbert Wiener en 1948 en su libro *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Es más, si queremos que la red eléctrica sea inteligente debemos remitirnos al concepto de inteligencia para desde allí trabajar en cómo debemos llegar a esa inteligencia. Si entendemos la inteligencia definida como la capacidad de: aprender, entender, razonar, tomar decisiones y formarse una idea determinada de la realidad o entorno para predecir o anticiparse a eventos futuros, nos hace pensar que pretender un sistema inteligente de estas características nos lleva a un grado de ambición enorme.

Sin duda que la ambición es grande de crear una red eléctrica inteligente, pero sabemos que vale la pena trabajar en esta dirección, ya que los frutos y beneficios que ello trae son mucho mayores, pensando en que la red eléctrica es una infraestructura crítica de carácter estratégico para el progreso y el desarrollo económico y social de nuestro país.

El grupo de trabajo conformado por cerca de 40 ingenieros especialistas tanto del sector público como privado, se reunieron periódicamente para ir avanzando con el análisis y estudio de las Smart Grids, así como también realizamos Ciclos de Charlas abiertos a la comunidad del sector eléctrico con invitados internacionales contando las experiencias asociadas a las Smart Grids desde diferentes puntos de vista: Legal, Normativo Técnico, Tecnologías Habilitantes, Ciberseguridad y Privacidad, Social y Medioambiental, Económico, Gobernanza y Político - Estratégico.

Con mucho orgullo y gracias al aporte y visión de cada uno de los que conformaron las distintas células de trabajo, así como los que participaron en los distintos debates de los Ciclos de Charlas, es que hemos podido llegar a un documento con una mirada estratégica consensuada que presenta una Estrategia para una Futura Red Eléctrica Inteligente Segura proponiendo lineamientos de alto nivel a seguir, basado en estándares, modelos y planes aplicados en otros países del mundo.

Este Informe Estratégico plantea un punto de partida y no es más que una recomendación a seguir para el sector eléctrico en Chile y todo su ecosistema que debe comenzar a pensar en evolucionar más allá de la Transición y la Sustentabilidad Energética, y que nos permita como país cimentar el nuevo Desarrollo e Innovación de nuestra red eléctrica, que nos lleve al liderazgo energético en la región, palanca del desarrollo económico y social que nos permita darnos un empuje mayor para llegar al tan anhelado desarrollo país.

Nuestro país requiere de una red eléctrica inteligente de próxima generación, dado que ya tenemos una Red de Telecomunicaciones de las más avanzadas en la región, sólo nos queda entender que con estas dos redes podremos dar un salto tecnológico en Ciudades Inteligentes que beneficiaran a todos los ciudadanos y ciudadanas. Y como creemos firmemente que una red eléctrica inteligente segura nos llevará por buen camino, es que esperamos que este trabajo permita que las autoridades del sector eléctrico y de Gobierno puedan dar un impulso a una futura Política o Estrategia Nacional de Redes Eléctricas Inteligentes, tal como ya lo hizo Costa Rica el año 2021¹



Eduardo Morales Cabello
Líder del GW Técnico de Ciberseguridad y
Smart Grid Seguro CIGRE Chile



Jerson Reyes Sánchez
Representante Comité SC-D2 CIGRE
Internacional y Co-Líder del GW Técnico de
Smart Grid Seguro

¹ <https://minae.go.cr/organizacion/vicegestionestrategica/SEPLASA/Documentos/ENREI-FINAL.pdf>

The image features a teal background with a large, white, stylized number '2' on the left side. On the right side, there is a faint, large, white number '1' that is partially obscured by the '2'.

2

INTRODUCCIÓN

2. INTRODUCCIÓN

Nuestro Sistema Eléctrico Nacional (SEN), nace en el año 2017, en el momento en que los ex sistemas eléctricos del norte grande (SING) y del centro sur (SIC) del país, se unificaron. Por las características de la geografía nacional, es un sistema único en cuanto a longitud, alcanzando los 3.100 km y abarcando casi la totalidad del territorio nacional, desde la ciudad de Arica por el norte, hasta la Isla de Chiloé, en el sur².

A continuación, un resumen las capacidades actuales del SEN:



Figura 1

La modernización del mercado eléctrico chileno se comenzó a gestar en los años 1980, proceso que se caracterizó por el paso de muchas de las empresas que operan en el segmento de manos del Estado a la propiedad privada, desde entonces nuestro sistema eléctrico nacional a evolucionado en pro de los nuevos tiempos, sin embargo actualmente se requiere analizar y reflexionar sobre el modelo técnico y económico que permita dar una armonización al crecimiento del mercado eléctrico con foco en la carbono neutralidad fijados como país por ley al año 2050 (Ley Marco de Cambio Climático 21.455)³, pero también aspirando al beneficio que todos los actores de mercado tengan los beneficios de una red eléctrica de próxima generación.

² <https://www.coordinador.cl/sistema-electrico/>

³ <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2022/06/13/43277/01/2142067.pdf>

Chile se transforma así en el primer país de América Latina en fijar una meta de carbono neutralidad por ley, lo que hasta ahora sólo habían hecho países como Canadá, Nueva Zelanda, Japón y países de la Unión Europea como Alemania, Francia, Reino Unido, España, Suecia o Dinamarca.

Para ello es prioritario reflexionar acerca de si nuestra infraestructura eléctrica actual, junto con su marco regulatorio y económico, se encuentran en línea para el cumplimiento de los desafíos esperados de una transición energética por venir. Por tanto, la pregunta es, hasta donde queremos llevar esta tan ansiada transición energética y si estamos preparados como país para llegar a esta meta final definida como país al 2050.

Nuestra infraestructura eléctrica en Chile sigue siendo en su gran mayoría una infraestructura eléctrica tradicional cuyos flujos de energía, son concebidos en su mayoría como unidireccionales, que van desde la generación hasta los consumidores, y nuestro mercado eléctrico se basa en la teoría económica marginalista, con mínimo técnico, con contratos de largo plazo, y herramientas regulatorias que buscan la eficiencia de los costos en sus diferentes niveles, elementos que sin duda marcaron una buena senda de crecimiento e incentivo en el mercado eléctrico chileno por mucho tiempo, pero requiere ser analizado para dar un salto mayor que nos permita tener una infraestructura de próxima generación, una Red con Inteligencia Aplicada, Segura, de flujos bidireccionales, flujos de energía y flujos económicos trazables y comerciables, de manera flexible, inteligente y segura.

Resulta crucial, que el desarrollo de una red de este tipo, sea basado en un modelo económico que incentive tanto a los nuevos inversionistas a invertir en las nuevas tecnologías digitales que esta nueva red requerirá, tales como: Inteligencia Artificial (IA), Blockchain, Big Data, Cloud, 5G, Ciberseguridad, Smart Metering, Virtual Power Plant, entre otras, como también a los ciudadanos y ciudadanas, permitiéndoles tomar decisiones que a nivel de consumidor, o bien de prosumidor les permita recibir beneficios y flexibilidades en señales de precio o contratos ad-hoc a sus consumos, así sea de forma individual, o a un nivel agregado de comunidad, pudiendo incluso tomar relevancia los recursos que se encuentren distribuidos, o bien aporten a un sistema local, a nivel de Microredes de autogeneración, sin ir en desmedro de la necesidad de la existencia de una red eléctrica mayor, capaz de entregar suministro continuo y confiable.

Todo esto traerá no tan sólo un beneficio social y económico para el mercado eléctrico, sino que un salto en el desarrollo como país, que vale la pena comenzar a pensar y legislar en esta dirección.

Es allá donde apuntamos con nuestro Informe Estratégico para una futura Red Eléctrica Inteligente Segura.

Este trabajo se enmarca en la siguiente visión y misión que se definió alcanzar:

VISIÓN

- *Aportar al sector eléctrico chileno con recomendaciones de carácter estratégico y holístico para llegar en el largo plazo a planificar una Red Eléctrica Inteligente Segura que provea de sustentabilidad, seguridad, flexibilidad, resiliencia, trazabilidad, observabilidad y calidad en la entrega de energía limpia.*

MISIÓN

- *Entregar Recomendaciones Estratégicas plasmadas en un Informe Estratégico para una futura Red Eléctrica Inteligente Segura que permita a los actores de mercado planificar en el largo plazo sus futuras inversiones y que entregue las luces y cimientos para una evolución sostenida en el tiempo y armonizada partiendo de la infraestructura eléctrica actual y aplicada a toda su cadena de valor en pro de los nuevos desafíos de la industria y alineados con la Transición Energética de cara a la carbono neutralidad fijados en la ley.*

LA IMPORTANCIA DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR ELÉCTRICO

3



3. LA IMPORTANCIA DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR ELÉCTRICO

La crisis del cambio climático ha traído importantes desafíos. El desarrollo de la electrificación en Chile basada en energías renovables se considera uno de los caminos de desarrollo más prometedores para abordar estos desafíos, sin embargo, esto es sostenible sólo si la infraestructura energética puede dar un salto tecnológico, tal que contando con recursos energéticos distribuidos en toda su cadena de valor, se pueda para alcanzar la flexibilidad e inteligencia para lograr una operación segura a bajo costo, y por el otro lado una visión multi-dimensional y holística que permita llevar nuestra infraestructura eléctrica tradicional a una infraestructura eléctrica de próxima generación, como son las llamadas Smart Grids a nivel mundial.

Por otro lado, el mundo avanza hacia la Internet 4.0, la cuál conlleva una transformación digital en todos los sectores de la economía, y que por cierto el sector eléctrico no se queda atrás. Esta digitalización en el sector eléctrico, sin duda, nos lleva a confrontar paradigmas que tienen que ver hoy en día con conocer los datos de infraestructura y de mercado en tiempo real, el concertar contratos del tipo inteligente que permitan trazar contratos de largo plazo e incluso otros de corto plazo entre prosumidores y consumidores (peer to peer), gestionar flujos de energía bidireccionales de la red eléctrica actual, ya que una Smart Grid nos invita a preparar la infraestructura y toda su cadena de valor en alcanzar flujos de datos y energía bidireccionales. Todo esto conlleva una gran transformación en los siguientes ámbitos o dimensiones: Regulatorio, Normativo Técnico, Tecnológico (Generación, Transmisión, Distribución, Clientes), Ciberseguridad- Privacidad, Medioambiental-Social, Económico, Gobernanza y Política Estratégica, todas ellas abordadas en este trabajo presentado en este informe estratégico y que abordaremos más adelante.

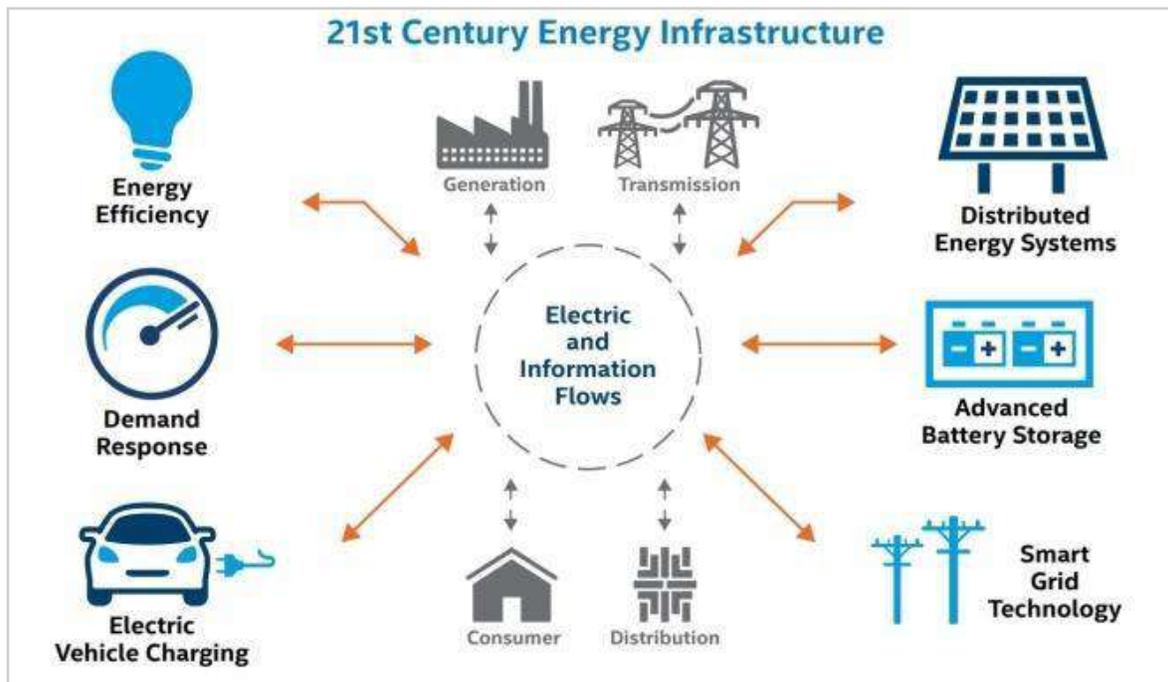


Figura 2

Existen variadas definiciones de Smart Grid a nivel mundial, tales como las presentadas por la NIST⁴ o la Comunidad Europea⁵, Cigré Chile en su afán de ayudar a que el mercado eléctrico chileno pueda entender mejor los alcances y potencialidades que posee esta mirada futura de las redes eléctricas es que hemos desarrollado una definición propia como Cigré Chile, que a continuación compartimos:

“Smart Grid es la evolución de la Red Eléctrica Tradicional de flujos de energía unidireccionales a una Red Eléctrica Inteligente con flujos de energía y datos bidireccionales, conformando un sistema cibernético y ciberfísico de carácter complejo y dinámico, basada en la información para entregar al sistema eléctrico una mayor: inteligencia, eficiencia, sustentabilidad, interoperabilidad, resiliencia, seguridad, descentralización, descarbonización, digitalización y libre acceso, para una infraestructura crítica de carácter estratégico para el progreso, bienestar y desarrollo económico y social de la Nación”.



Figura 3

⁴ <https://www.nist.gov/ctl/smart-connected-systems-division/smart-grid-group>

⁵ https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters_en

La Smart Grid estará presente en toda la Cadena de Valor del Mercado Eléctrico y requiere de una planificación estratégica conjunta de todos los actores y de una mirada holística para aprovechar su máximo potencial.

Por otro lado, desde Cigré Chile sabemos que una red eléctrica de estas características tendrá como parte fundamental el flujo de datos tanto operacionales como transaccionales y con ello también datos personales de los clientes. Es por ello que una futura Red Eléctrica Inteligente en nuestro país debe ser concebida con la mirada de la ciberseguridad y privacidad embebida por diseño, ya que de lo contrario nuestro futuro sistema eléctrico puede quedar expuesto a vulnerabilidades y amenazas cibernéticas del ciberespacio, tanto o más peligrosas que una amenaza física, poniendo en riesgo la resiliencia de una infraestructura crítica como lo es la red eléctrica en nuestro país.



Figura 4

Por este motivo decidimos denominar a nuestro grupo de trabajo en Cigré como Smart Grid Seguro, para hacer hincapié en una futura Red Eléctrica Inteligente Segura, que proporcionarán la base de las futuras ciudades inteligentes, así como también nos entregarán los beneficios de eficiencia energética, optimización de recursos, monitoreo inteligente y servicios de valor agregado para nuevos negocios en el sector eléctrico, entre otros. Sin embargo, alcanzar todo ello implica un análisis más profundo en lo que respecta a temas como: la reglamentación actual, cuadro normativo técnico, aspectos sociales para llegar con los beneficios a toda la población, problemáticas medioambientales, análisis de impacto económico que traerá nuevos modelos de negocios producto del intercambio de flujos bidireccionales de energía, análisis del modelo de gobernanza organizacional actual y futuro, revisión de nuestra política energética actual y la dirección que deberíamos tomar como país en esta materia.

Entre los beneficios más importantes para los consumidores de contar con una red inteligente están: ofrecer información actualizada sobre su consumo de energía, comprar y vender energía en un mercado sin intermediarios, como por ejemplo haciendo uso del Blockchain, agruparse en comunidades o cooperativas para implementar microrredes, beneficiarse de nuevos servicios ofertados por nuevos actores de servicios de valor agregado que permitan aumentar el confort y aplicaciones orientadas al smart home, entre muchos otros.

Por su lado, las empresas eléctricas se benefician al aumentar la visibilidad y confiabilidad de la red, reducir la frecuencia de apagones y las caídas de voltaje, aumentar la resiliencia de la red proporcionando información detallada, reducir las insuficiencias en el suministro de energía, integrar los recursos sostenibles, mejorar la calidad y gestión de los recursos energéticos, etc.

Por otra parte el regulador y el fiscalizador, se benefician de una red de futuro ya que le permitiría contar con mejor y más detallada información de los recursos de red existentes, y en el menor tiempo posible. Se beneficiará con mejor y mayor información, con inteligencia de datos, y sistemas o herramientas que permitan observar la red, su comportamiento y sus agentes presentes, y con mejores insumos se obtendrá el perfeccionamiento de los instrumentos regulatorios existentes.

En la actualidad, la regulación existente debe girar en torno a promover nuevas leyes que den soporte y un campo fértil para una futura Smart Grid, por ejemplo, que promuevan la inversión en digitalización y la gobernanza de la data que traerá un verdadero **“tsunami de información”** que se debe regular. Por otro lado, tampoco podríamos seguir avanzando en Smart Grid si no tenemos una nueva ley de Protección de Datos Personales basada en el referente europeo GDPR, con el fin de proteger la privacidad de la población.

El sector eléctrico también requiere de un mayor conocimiento en tecnologías de la información (TI) que vienen del mundo de las telecomunicaciones, por ende, se deben establecer alianzas entre las empresas, las universidades, el gobierno y los fabricantes TI que fomenten la innovación de las nuevas tecnologías aplicadas al sector eléctrico como son el: 5G, la Inteligencia Artificial, Blockchain, Big data, IoT, entre otras, que se incorporarán al sector eléctrico tarde o temprano.

Una Smart Grid creemos que es más que una mirada de tecnologías como muchos lo presentan, sino que una sola evolución tecnológica que debe ser analizada con una mirada estratégica y holística, ya que no tan sólo el sector eléctrico, sino que todo el país se podría ver beneficiado de una evolución bien estudiada y planificada de nuestras redes eléctricas. Esperamos que los futuros

gobiernos en Chile incluyan en sus agendas el desarrollo de una red eléctrica inteligente, no tan sólo con el acento que se le ha puesto últimamente de la transición energética por el tema de la descarbonización de nuestra matriz, sino que debemos ir más allá apostando a que una red eléctrica inteligente segura en Chile, sea un driver estratégico para el progreso económico y bienestar social que nos llevará firmemente hacia un país desarrollado, que es lo que venimos buscando desde hace mucho tiempo. Una red eléctrica inteligente segura promoverá: el desarrollo de nuevos negocios de mercado, la innovación, la incorporación activa de los prosumidores, un cambio en las normativas y reglamentación existente (para este nuevo escenario mucho más dinámico), desarrollo de nuevas capacidades por efecto de la digitalización y robustez de la ciberseguridad y ciberresiliencia, ya que los ciberataques a sistemas eléctricos serán mucho más recurrentes a futuro.

Hoy Chile cuenta con una red eléctrica que digitalmente, ha ido con el tiempo avanzando de forma desarmonizada (en silos), que si bien ha generado avances importantes, como lo son las subestaciones digitales en el sector de transmisión, no nos ha permitido fijar objetivos integrales, por ello necesitamos de una Estrategia o Política Nacional de Redes Eléctricas Inteligentes Seguras para poder comenzar a pensar en posibilidades como:

“De aquí al 2035 tener un sistema eléctrico nacional con flujos bidireccionales al menos en el 30% del sistema, y trabajar en las próximas décadas en proyectos de ley para prosumidores, proyectos para incorporar el Blockchain como una plataforma transaccional de compra y venta de energía en criptomonedas emitidas por el Banco Central de Chile, para perfeccionar la cadena de pago en una smart grid que promoverá la innovación y desarrollo de nuevos modelos de negocios, proyecto de Inteligencia Artificial para el Control de la Demanda y Gestión de la Energía, entre otros proyectos más, esperando llegar al 2050 con un sistema eléctrico nacional totalmente armonizado y con la capacidad de responder a los desafíos de esta nueva era, siendo líderes en la región en esta materia”.

**ANÁLISIS DE
ENTORNO DE LAS
SMART GRIDS A
NIVEL MUNDIAL**

4



4. ANÁLISIS DE ENTORNO DE LAS SMART GRIDS A NIVEL MUNDIAL

Las Smart Grids desde un punto de vista tecnológico son redes integradas por tecnologías digitales y otros recursos avanzados. Tienen capacidad para monitorizar y gestionar el transporte de la energía eléctrica desde cada fuente que compone el mix de producción. De esta manera, logran satisfacer la demanda de los usuarios finales.⁶

En función de ello, deben coordinar por igual los requerimientos y capacidades de los centros de generación, así como de los operadores de la red y hasta de los propios usuarios y partes interesadas del mercado eléctrico. Teniendo en cuenta a todos los participantes, deben lograr que el total de componentes del sistema funcionen de manera eficiente, reduciendo los costos y el impacto en el medioambiente; mientras maximiza la estabilidad, resistencia y fiabilidad de todo el conjunto.

La operatividad de estas redes inteligentes es mucho más compleja que la de las redes convencionales. En particular, por emplear la telegestión mediante la incorporación de sistemas de control e información automatizados. Los mismos monitorizan las fluctuaciones tanto de la generación como de la demanda energética. De esta forma, proporciona en todo momento información del consumo y del estado de cada modo, segmento y componente. Al mismo tiempo, propicia un uso más responsable de todo el conjunto.

En este sentido, la Agencia Internacional de Energía, durante los últimos dos años, ha trabajado en un documento que sirve como guía para los diferentes estados en lo que respecta al tratamiento de los recursos distribuidos denominado *“Unlocking the Potential of Distributed Energy Resources”*⁷. A su vez también queremos resaltar el reporte de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), *“Innovation Landscape for Smart Electrification”*, documento que congregaron a un grupo de expertos reconocidos, de diferentes partes del mundo en cuanto a direccionar esta política a nivel global, donde en ambos casos se cuenta entre ellos al Dr. Jerson Reyes, co-líder del presente grupo de trabajo CIGRE.

En este sentido, la Agencia Internacional de Energía (IEA) reconoce los recursos de energía distribuida (DER, por sus siglas en inglés) como recursos de energía a pequeña escala que generalmente se encuentran cerca de los sitios de uso de electricidad, como los paneles solares en los techos y el almacenamiento de baterías. Su rápida expansión está transformando no solo la forma en que se genera la electricidad, sino también la forma en que se comercializa, entrega y consume.

⁶ <https://www.e4e-soluciones.com/blog-eficiencia-energetica/panorama-smart-grids-redes-electricas-inteligentes>

⁷ <https://www.iea.org/reports/unlocking-the-potential-of-distributed-energy-resources>

De cara al escenario de Cero Emisiones Netas para 2050, la cuantía de las inversiones en redes inteligentes probablemente se triplicará en 2030. A continuación, algunos proyectos destacables de Smart Grid a nivel mundial:

-> Las empresas de servicios públicos estadounidenses y europeas cuentan con planes estratégicos para su transformación digital. Por eso están liderando la inversión, la innovación y el despliegue de redes inteligentes. A modo de ilustración, organizaciones europeas en este sector como Iberdrola y Enel están estableciendo nuevas plataformas. Iberdrola creó el **Global Smart Grids Innovation Hub**¹⁰, un centro mundial de innovación en redes inteligentes, cuyo objetivo es ser referente mundial en Smart Grids; así como también ser una plataforma impulsora de la innovación, fusionando su capacidad tecnológica con la de colaboradores proveedores y startups a nivel mundial.

Este hub reúne el potencial innovador de más de 200 profesionales en el desarrollo de proyectos de I+D+i que respondan a los desafíos de las redes eléctricas del futuro:

- La digitalización plena de las redes.
- El procesamiento de los datos que generan dichas infraestructuras.
- La adaptación de las redes eléctricas a los nuevos modelos de consumo. específicamente el autoconsumo y la movilidad eléctrica.

Por otro lado, Enel lanzó su **Network Digital Twin**, una plataforma digital capaz de reproducir réplicas virtuales actualizadas y exactas de las redes físicas. Por igual permite apreciar la dinámica de los sistemas. Con este recurso es posible mejorar el diseño y funcionamiento de la red, la integración de los recursos energéticos distribuidos y la gestión del personal.

-> **India** no se conforma con poseer cuatro de las plantas fotovoltaicas más grandes del mundo. Recientemente, logró un avance exitoso en el despliegue de Smart Grids, que requirieron de una financiación aproximada de 300 millones de dólares. Tal cantidad fue canalizada mediante la Misión Nacional de Redes Inteligentes, creada en 2015. En 2021, el gobierno lanzó un plan renovado para el sector de la distribución, cuyo coste superará los 40.000 millones de dólares. El proyecto pretende mejorar la calidad y la fiabilidad del suministro eléctrico para los consumidores. Esto será factible mediante la incorporación de soluciones innovadoras en la infraestructura de distribución. Entre ellas, la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la medición inteligente de prepago y la tecnología blockchain. Estos recursos ayudarán a las empresas distribuidoras a disminuir las pérdidas y anticipar adecuadamente los niveles de demanda.

-> **España** impulsa iniciativas de redes inteligentes. Esto con el propósito de prever soluciones en el ámbito de las nuevas tecnologías de almacenamiento y las capacidades dinámicas de la red; y también de la monitorización de los elementos del sistema, el autoconsumo, los coches eléctricos y las nuevas opciones de los consumidores. Todo ello ya está dando forma a la red eléctrica del futuro.

¹⁰ <https://www.iberdrola.com/innovacion/global-smart-grids-innovation-hub>

Por si fuera poco, Iberdrola está destinando el 17% de su presupuesto para redes inteligentes 2020-2025 a proyectos en España. Esto significa una inversión de 4.590 millones de euros.

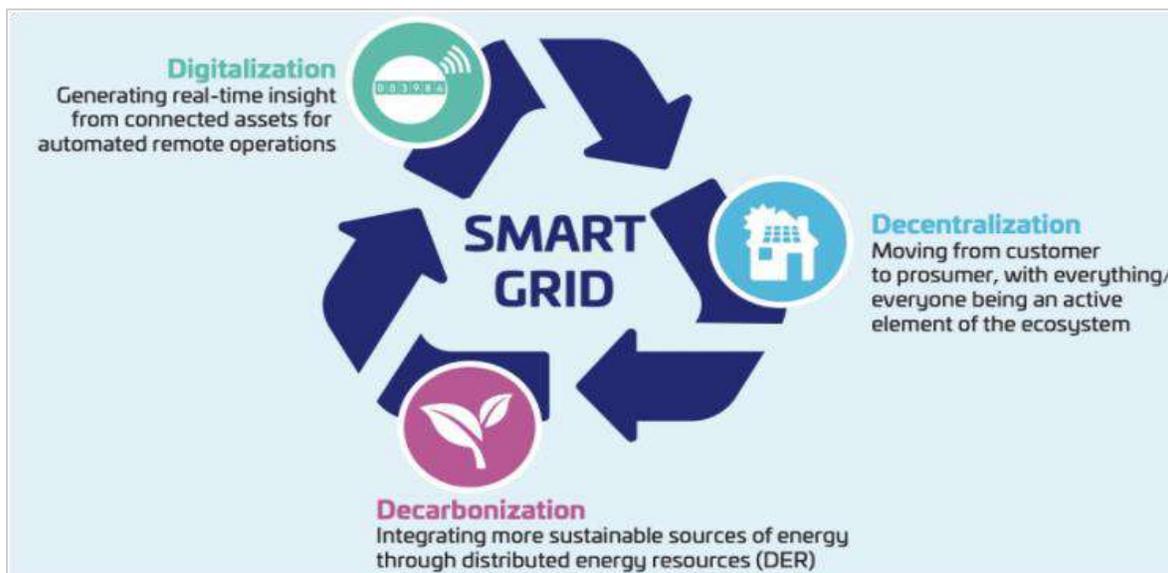


Figura 5

Las Smart Grid traen muchos beneficios para los distintos stakeholders y los países desarrollados, ya están dándose cuenta de ello, sobretodo cuando se desea hacer la Transición Energética de forma acelerada, la digitalización y la inteligencia en la red eléctrica apalanca de manera muy positiva este cometido. A continuación algunos beneficios destacados:

PARA LA ECONOMÍA

- Incorporar dinamismo a nivel de contratos, tal que se pueda comprar y vender energía en un mercado sin intermediarios (Blockchain)
- Nuevos Mercados de Servicios y Soluciones orientadas a la autogeneración, a proveer servicios de red a nivel de distribución, al almacenamiento de energía, eficiencia energética potenciando la Innovación y Desarrollo de Soluciones tecnológicas.
- Desarrollo en Investigación para incentivar las inversiones en

PARA LOS CIUDADANOS

- Beneficiarse de nuevos servicios con nuevos actores que permiten aumentar el confort y aplicaciones orientadas al Smart Home.
- Apalanca la Electromovilidad permitiendo que los automóviles eléctricos, se carguen en diversos puntos de la ciudad promoviendo un Clima más limpio con el medio ambiente.
- Se crea conciencia en la población con respecto a la Eficiencia Energética y la importancia de la Descarbonización.

PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS

- Gestión de Fallas oportuna y confiable (Menor Tiempos de Respuesta ante fallas)
- Disminución de interrupción del servicio y del número total de clientes afectados (aumento de la calidad del servicio)
- Reducir las pérdidas de electricidad y costos operacionales (Monitoreo en tiempo real)
- Flujo de datos que impactan al mercado.
- Mercados que permitan balances en tiempo real de inyecciones y retiros, permitiendo el cumplimiento de contratos entre pares (pero to peer).
- Mercados cuyas cadenas de pago puedan alcanzar tiempos equivalentes a los registrados en la información producida en las inyecciones o retiros.
- Mercados de energía, potencia o de servicios de red con trazabilidad de atributos del recurso origen.

PARA LOS CONSUMIDORES

- Abrir una gama más amplia de opciones de precios de la electricidad.
- Agruparse en Comunidades o Cooperativas para implementar Microredes
- Información actualizada sobre su consumo de energía y control en ahorro de energía.

PARA EL

“Se crea un nuevo polo de desarrollo económico y social, estratégico para los próximos años, si queremos saltar al tan anhelado País Desarrollado”

El País requiere de una Red Eléctrica de próxima generación, dado que ya tenemos una Red de Telecomunicaciones de las más avanzadas en la región, sólo nos queda entender que con estas dos Redes podremos dar un salto no tan sólo tecnológico sino también Social y Económico, potenciado desde el Gobierno y sus Autoridades los lineamientos y las políticas para poner foco en esto.

A continuación se muestran los principales desafíos analizados en cada célula de trabajo del WG Smart Grid Seguro con sus principales drivers (apalancadores) para cimentar una Smart Grid Segura en Chile.

**PRINCIPALES
DESAFÍOS
REGULATORIOS
PARA SMART GRID**

5



5. PRINCIPALES DESAFÍOS REGULATORIOS PARA SMART GRID

Los principales drivers que se destacan para avanzar en material legal y abordar los desafíos regulatorios que nos permitan llegar a una red eléctrica inteligente segura son:

- **Futura Ley de Prosumidores** -> *porque fomentaría la autogeneración de consumidores y comunidades, pieza clave en el desarrollo de una red eléctrica inteligente segura.*
- **Futura Ley de Portabilidad Eléctrica** -> *porque los clientes podrían elegir su empresa de servicios eléctricos y generar competencia en el mercado con la premisa de bajar los precios de la electricidad.*
- **Nueva Ley de Protección de Datos Personales** -> *porque permitiría tener más herramientas legales de protección por parte de los prosumidores para el manejo de los datos personales por parte de las distribuidoras eléctricas.*
- **Incentivos a la Inversión para Digitalizar la red eléctrica** -> *porque permitiría atraer capitales e inversionistas implementando nuevas tecnologías TICA (tecnologías de información, comunicación y automatización) que permitan acelerar el avance de la red eléctrica inteligente segura.*

ANTECEDENTES

Tal como se verifica en procesos llevados a cabo por otros países, la digitalización dejó de ser un elemento de la transición energética para ser uno de los tres pilares en que aquella se sustenta, junto con la descarbonización y la descentralización, resultandos imprescindibles para alcanzar una transición energética exitosa.

La introducción de nuevas tecnologías en el rubro energético implica una serie de desafíos vinculados a la determinación de las políticas y/o medidas que debieran ser adoptadas a fin de favorecer la penetración de aquéllas. En ese contexto, y considerando que a nivel internacional las estrategias de digitalización han sido fuertemente promovidas por el sector público¹¹, en el caso de nuestro país surgen una serie de preguntas respecto del rol que el Estado debiera jugar en la promoción e introducción de las nuevas tecnologías, lo que incluye definir la forma en que debieran llevarse a cabo las políticas públicas diseñadas al efecto, así como también dilucidar la intensidad de la intervención estatal en la materialización de las mismas.

En ese sentido, a la hora de identificar las áreas donde pudieren ubicarse las principales barreras para un proceso de transformación energética y donde el Estado pudiere tener un rol preponderante a fin de minimizar los efectos de tales barreras, se encuentran las llamadas barreras

11

https://www.energypartnership.cl/fileadmin/user_upload/chile/media_elements/Studies/CHL_20201130_Prospection_in_Energy_Digitalization_in_Chile_01.pdf

A nivel general, y aun cuando pudiera considerarse que Chile cuenta con buenas condiciones relativas a cobertura y acceso a internet móvil, tecnología e infraestructura, entre otros, en estos aspectos aún existen limitaciones que dificultarían el uso efectivo de ciertas herramientas tecnológicas y aplicaciones que permitieran alcanzar un grado de integración y madurez similar al de los países desarrollados¹², especialmente en áreas geográficamente distantes de los centros urbanos.

En aspectos de regulación, estándares, certificaciones, acceso a recursos económicos (o incentivos económicos), información, seguridad y soberanía, entre otros, la brecha con los países desarrollados y con el nivel de desarrollo esperado es aún mayor.

Considerando las experiencias internacionales, las siguientes políticas públicas podrían ser consideradas como guía para las acciones que el Estado decida emprender en pos de reducir las barreras y promover la implementación de nuevos usos y aplicaciones digitales:

- Promover la articulación entre instituciones vinculadas a la digitalización en distintos sectores a nivel nacional, considerando un enfoque de política nacional, que idealmente abarque a los sectores públicos y privados.
- Promover y difundir la existencia y uso de aplicaciones digitales que, siendo de fácil acceso para la ciudadanía, les reporten una mejora a su calidad de vida y mayor acceso a información relevante.
- Incluir el impacto de la digitalización en el sector energía en las políticas de energía a largo plazo y en las políticas de mitigación del cambio climático.
- Preferir políticas y la adopción de medidas que aumenten la inversión pública en infraestructura digital, propendiendo a la implementación de una infraestructura de tecnologías de la información que dé soporte a los servicios públicos y otros servicios de uso público, como carreteras, incluyendo la masificación de tecnología 5G y tecnología de inteligencia artificial.
- La adopción de una arquitectura de datos común, herramientas y estándares que reduzcan las fallas y aumente la calidad, confiabilidad y seguridad de los dispositivos y servicios; facilite economías de escala y el intercambio de información entre distintas instituciones. Dada la gran cantidad de tecnologías disponibles para habilitar la plataforma de IoT, destacando muchos servicios inteligentes, es necesario para ello contar con una arquitectura que asegure la interoperabilidad, por ejemplo, estableciendo un modelo basado en protocolos estándar para la comunicación.
- Reducir la brecha digital entre diferentes territorios del país. Muchos servicios futuros requerirán la última generación de móviles y mejores tecnologías de acceso a internet (por ejemplo, 4G, 5G y fibra óptica) para transportar una gran cantidad de información proveniente de los procesos de digitalización. Si esa tecnología está disponible solo para un número restringido de ciudades o regiones, los beneficios y posibilidad de operación no alcanzarán el alcance esperado, ya que una importante parte de la población no tendrá los medios tecnológicos para acceder a tales servicios.

¹² <https://www.coordinador.cl/sistema-electrico/>

- Políticas para aumentar la inversión en recursos humanos y educación vinculada a aplicaciones digitales y habilitadoras de tecnología. Esto incluye la educación básica, media, técnica y universitaria.
- La implementación y reforzamiento de las leyes de protección de datos personales en un proceso que involucre al sector público, privado y la academia, lo que podría reducir las barreras de entrada de diferentes tecnologías y alcanzarían una mayor difusión.
- Políticas que impulsen inversión de privados en proyectos asociados a digitalización del sector energía.

PRINCIPALES DRIVERS

A la luz de las reformas legales que pueden vislumbrarse como necesarias a fin de favorecer la implementación de la Smart Grid en el país, cabría considerar como necesarios cuerpos normativos que regularán los siguientes aspectos:

- **Ley de Prosumidores** (*Futura reforma de la regulación de la distribución eléctrica*)
- **Ley de Portabilidad Eléctrica**
- **Ley de Protección de Datos Personales** (*Proyecto actualmente en el Congreso*)
- **Incentivos a la digitalización de la Red Eléctrica.**

Respecto de los aspectos que éstas debieran regular, a la luz de la normativa existente a nivel nacional, cabe considerar:

Normativa vinculada a Prosumidores: considerando que la normativa chilena cuenta con diversos cuerpos legales que ya contemplan y regulan la autogeneración energética de forma separada, resultaría útil la dictación de un cuerpo normativo que norme de forma unificada y articulada los derechos y deberes de la figura del prosumidor, conteniendo normas que definan el alcance de la figura del prosumidor, tanto en el caso de las personas individuales, como jurídicas; obligaciones de las distribuidoras respecto de los prosumidores y regulación de los límites técnicos exigidos a los actores, entre otros.

Asimismo, una nueva normativa en el ámbito de los prosumidores debiera definir la institucionalidad administrativa que conocerá de las diferencias que se susciten entre los actores, pudiendo contemplarse opciones vinculadas al derecho del consumidor o al regulador eléctrico.

Esta regulación debiera contemplar un alcance que comprenda a las diversas figuras que pueden originarse en el sector energético dentro de la figura del prosumidor desde el punto de vista técnico, incluyendo no solo la generación, sino que también el almacenamiento.

Normativa vinculada a Portabilidad Eléctrica: durante el año 2020 se generó una discusión de la propuesta de proyecto de Ley para la Portabilidad Eléctrica en Chile. Los ejes fundamentales del proyecto eran:

- Consagrar el derecho de todos los usuarios del Sistema Eléctrico Nacional de elegir su suministrador de energía eléctrica, asegurando su debida protección.

- Flexibilizar el mecanismo de licitaciones de suministro, haciéndolo compatible con la posibilidad de elegir al suministrador, asegurando un suministro permanente y seguro.
- Asegurar la entrada de nuevos actores y competidores al mercado, aprovechando las instalaciones y la utilización de información, sin dejar atrás la protección de datos personales de los usuarios finales.
- Asegurar el respeto a los contratos de suministro licitados.

A continuación, un diagrama esquemático explicativo de los beneficios probables de una futura ley de portabilidad eléctrica en Chile¹³.

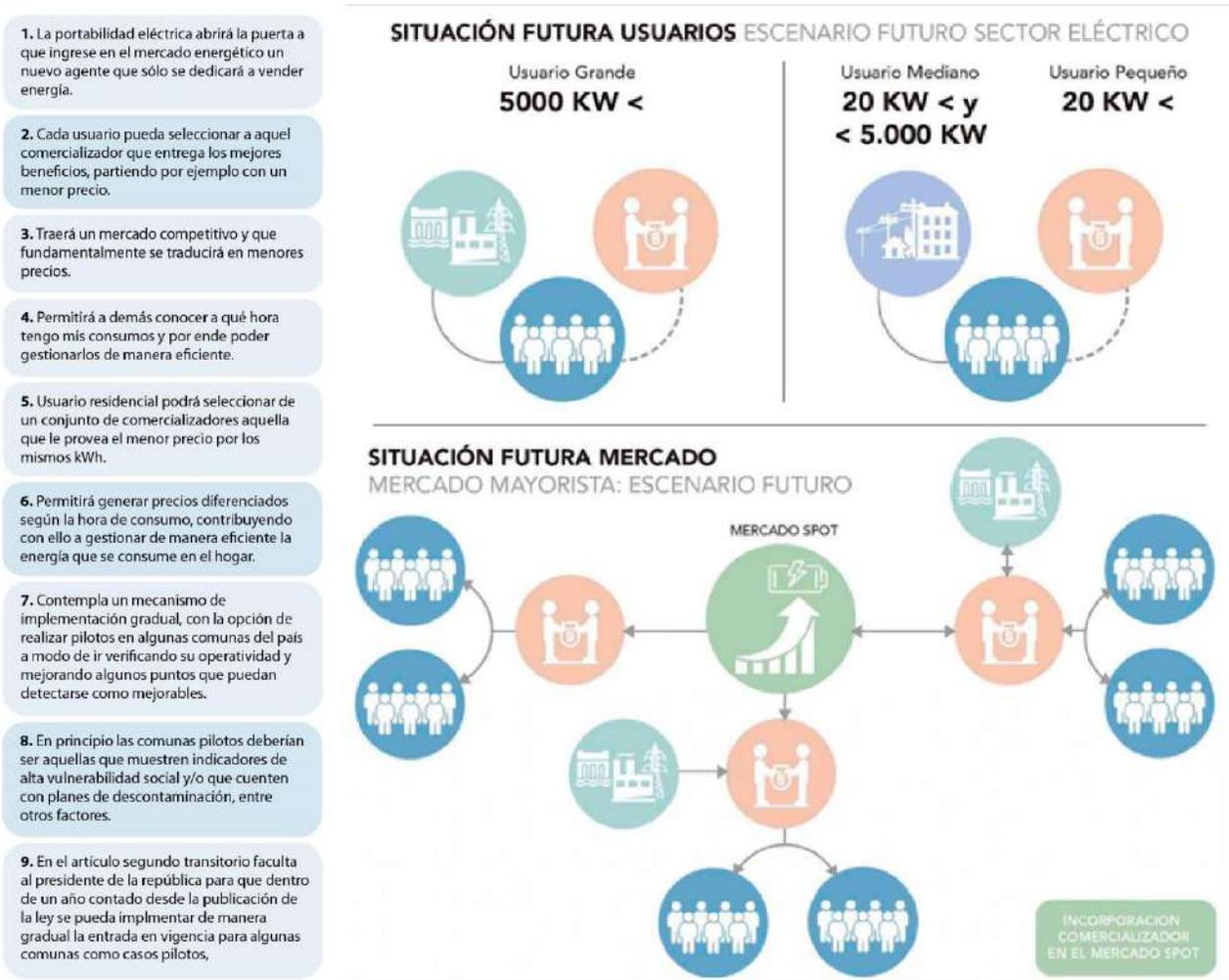


Figura 6 - Referencia: Ministerio de Energía

Un aspecto que resulta relevante destacar de la referida propuesta de ley es la definición que contempla respecto a los usuarios del sistema de distribución, denominándose como:

¹³ <https://www.diarioconcepcion.cl/economia/2020/09/28/portabilidad-electrica-claves-para-los-usuarios-residenciales.html>

“Aquellas personas naturales o jurídicas que retiren o inyecten energía eléctrica en las instalaciones de distribución, o hagan uso de éstas, tales como:

- Usuarios finales.
- Operadores o explotadores de medios energéticos distribuidos.
- Gestores de servicios en distribución.
- Agregadores de generación o demanda.
- Comercializadores de energía.
- Prestadores de servicios complementarios.
- Empresas generadoras.

La definición deja de manifiesto que la concepción tradicional de usuario del sistema de distribución se encuentra ampliamente superada, por lo que es necesario que se contemple en la propia normativa todos los actores que pueden intervenir en tal calidad.

Ley de Protección de Datos Personales: En el mensaje del proyecto de Ley de Portabilidad Eléctrica se establece que “la modernización del sector eléctrico debe ir más allá de las fronteras tradicionales y considerar la posibilidad de aprovechar los recursos tecnológicos disponibles, *sin descuidar la seguridad de la información ni poner en riesgo la protección de datos personales de los usuarios finales*. Todo ello, por lo demás, considerando permanentemente los enormes beneficios que la utilización de esa información puede implicar para el sistema eléctrico”.

Si bien la protección de datos personales excede por mucho los alcances para el sector energético, considerando la información que se genera a partir del desarrollo energético y eléctrico, sería fundamental considerar normas específicas para el sector (pero igualmente amparados por la futura Ley de Protección de Datos Personales que se tramita actualmente en el Congreso) que establezcan y regulen claramente:

- Los principios que informan el manejo de datos personales generados en el sector eléctrico.
- Condiciones técnicas mínimas de los sistemas que almacenen los datos, así como ubicación y responsables de la custodia de la misma.
- La calidad de públicos o privados que se les otorga a los datos del sistema eléctrico.
- Modelo de Gobierno de Datos para el sector eléctrico
- Requisitos y condiciones que habilitan la divulgación de datos.
- Clasificar los datos que tendrán un mayor valor, asignado por la misma normativa.
- El régimen de infracciones y sanciones a que se exponen quien realice uso malicioso de los mismos.
- Institucionalidad a cargo del conocimiento y resolución de denuncias por mal uso.

Las condiciones antes señaladas constituyen requerimientos bases a contemplar una normativa que se dicte en lo referido a la protección de datos personales en materia eléctrica.

Para entender la importancia de la protección de datos personales se presenta un diagrama de la evolución e importancia de que Chile cuente con una Ley de Protección de datos personales a los niveles de la OCDE, realizado por la Fundación Datos Protegidos¹⁴.

¹⁴ <https://datosprotegidos.org/ocde-la-deuda-de-chile-con-la-proteccion-de-los-datos-personales/>



Figura 7 - Fundación Datos Protegidos 2016

Incentivos para la Digitalización eléctrica: Chile requiere una mayor inversión en la infraestructura eléctrica nacional, y es sabido que actualmente el sector eléctrico requiere mayor capacidad de transporte de energía desde las zonas en las que hay abundantes recursos naturales hacia los centros de consumo¹⁵, sin duda un gran desafío que necesite analizar el modelo de tarificación del mercado del sector generación para permitir una alta penetración de renovables.

Teniendo este escenario actual, es que se requiere que el Estado pueda tener una visión de futuro, que si bien nos hemos planteado en la Política Energética "Energía 2050" el alcanzar hasta un 70% al año 2050 de energías renovables, esto también debe ser de la mano de revisar la Regulación actual que permita agregar competitividad en el mercado eléctrico e incentivos a la inversión de la digitalización de la red eléctrica, ya que una digitalización de la red permitirá eficientar los costos del sistema eléctrico nacional en su conjunto, así como también producir precios más justos a la ciudadanía.

Tomando las experiencias internacionales, el desarrollo de proyectos pilotos que busquen explorar los beneficios de la digitalización implica un capital de riesgo que los actores del mercado no necesariamente lo absorberán. Dado este escenario, resulta conveniente que Chile asuma modelos de financiamiento de proyectos pilotos, que busquen incorporar eficiencias y beneficios sistémicos, los que estarían caracterizados por la sustentabilidad, trazabilidad, continuidad y neutralidad técnica y del ciclo político, en vista a la construcción o perfeccionamiento de marco normativo.

¹⁵ <https://www.emol.com/noticias/Tendencias/2022/11/02/1077273/transicion-energetica-en-chile.html>

En este sentido, la experiencia de Brasil, en el desarrollo de proyectos de Innovación Energética, considerando su planificación, gestión y coordinación de implementación por medio del ente regulador ANEEL, que es el homólogo de la Comisión Nacional de Energía de Chile, resulta en una propuesta sólida de implementar. Este modelo implica un fondo recogido desde la demanda, gestionado por la Comisión, y ad-hoc a un plan anual de proyecto(s), que busquen incorporar eficiencias y que puedan ser luego replicables por las empresas, vía obligaciones normativas posteriores.

“Si sólo colocamos el foco en la en la Descarbonización del Sistema Eléctrico Nacional, esperando que la digitalización llegue por defecto a la red eléctrica nacional podría ser un supuesto errado, porque podríamos llegar a la descarbonización pero con un sistema tradicional con silos de digitalización. Si no nos damos cuenta que la digitalización apalanca con fuerza la descarbonización del sistema y no trabajamos para ello en esta década, nos habremos perdido un tiempo valioso en el desarrollo de un SEN de próxima generación”.

Un punto de partida interesante que recomendamos para reflexionar en las posibles mejoras al Marco Regulatorio en Chile para una futura Red Eléctrica Inteligente Segura es el Informe del Centro de Energía de la U. de Chile *“Análisis y propuesta de mejora al marco regulatorio chileno para la Digitalización del sector Energía”*¹⁶, la cual presenta un plan de acción y una hoja de ruta.

¹⁶ https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/centroenergia-2023_digitalizacion_del_sector_energia_en_chile.pdf



PRINCIPALES DESAFÍOS EN EL MARCO NORMATIVO TÉCNICO PARA SMART GRID

6

6. PRINCIPALES DESAFÍOS EN EL MARCO NORMATIVO TÉCNICO PARA SMART GRID

Los principales drivers que destacamos como grupo de trabajo para avanzar en materia técnica y así abordar los desafíos normativo técnico para llegar a una red eléctrica inteligente segura son:

- **Estandarización de medidores inteligentes** -> *para que se ajusten a un standard de interoperabilidad*
- **Sistemas de control BESS Almacenamiento** -> *para que se puedan controlar desde los centros de control*
- **Fomentar las MicroRedes** -> *para que puedan operar en forma autónoma y también en forma integrada con la red eléctrica en una segunda etapa.*
- **Normar la Interoperabilidad de los sistemas eléctricos, sistemas de control, protecciones y medidas** -> *porque permite automatizar y tomar acciones en línea pero garantizando la protección de los datos operacionales para los diferentes segmentos de la industria eléctrica.*

PRINCIPALES DRIVERS

ESTANDARIZACIÓN DE MEDIADORES INTELIGENTES

Los medidores inteligentes son muy importantes para las redes inteligentes, ya que además de cumplir funciones de medición bidireccional, estos equipos modernos proporcionan muchas otras funciones, tales como desconexión de cargas, reducción de demanda, etc. En el Anexo Técnico, Sistemas de Medición, Monitoreo y Control, emitido por la CNE en el año 2019, se presentan los estándares que se pueden utilizar. Aquí es necesario que el Coordinador Eléctrico pueda trabajar y definir de manera más clara los estándares de interoperabilidad que permitan la operación coordinada, así como también aseguren la privacidad de la información.

Según estudios y expertos, la principal complicación que han enfrentado países que cuentan con esta tecnología dice relación con la privacidad de la información¹⁷. *Los medidores inteligente al monitorear el consumo eléctrico de los clientes, permiten acceder indirectamente a hábitos y comportamientos como cuándo estamos en casa, en qué horario nos levantamos o acostamos, e incluso en qué momento encendemos la lavadora.*

En un estudio dado a conocer por la consultora Systepl, de nombre «Medidores inteligentes: Los desafíos de un cambio tecnológico», se señala que la Unión Europea, el año 2011 tenía un total de 45 millones de medidores inteligentes, mientras que Reino Unido hasta el año pasado contaba con 12 millones y Estados Unidos tenía el 2017 80 millones de este tipo de aparatos instalados. «Los

¹⁷ <https://systepl.cl/es/medidores-inteligentes-la-experiencia-internacional/>

desafíos enfrentados por esos países se concentraron principalmente en el ámbito de los marcos regulatorios, los cuales permiten realizar cambios relevantes para beneficiarse del uso de los nuevos medidores. Los puntos abordados son: acceso a la información de los medidores, apertura de nuevos mercados y calidad del suministro», explica el documento.

En relación a la privacidad de la información, la investigación indicó que en la Unión Europea «los mecanismos de regulación determinan que el cliente es dueño de la información que entrega el medidor y tiene, además la facultad de definir perfiles de privacidad según lo decida». «Un ejemplo de esta política ocurre en Francia, donde las distribuidoras tienen acceso a las medidas diarias de los clientes, sin embargo, para obtener una información más detallada en forma horaria se debe solicitar el permiso expreso al cliente», apunta el estudio.

Con respecto a las experiencias de cambio de los medidores inteligentes en otros países, por ejemplo en Alemania se estableció que los aparatos inteligentes solamente son obligatorios para clientes que consumen más de 6.500 kwh, y para los que están en el sistema de generación distribuidora con potencia superior a 7 kw. En Inglaterra, el cambio a medidor inteligente es optativo.

Los desafíos enfrentados en países desarrollados se concentraron principalmente en el ámbito de los marcos regulatorios, los cuales permiten realizar cambios relevantes para beneficiarse del uso de los nuevos medidores a la ciudadanía, donde destacan: acceso a la información de los medidores, apertura de nuevos mercados y calidad del suministro.

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Es importante aprovechar los recursos de almacenamiento para una eficiente transición energética, dado que aún los costos de inversión son altos y la rentabilidad es baja, se propone buscar mecanismos para incentivar la inversión en almacenamiento. En este sentido una propuesta sería que se establezcan dos tipos de almacenamiento:

A. PÚBLICO

B. PRIVADO

Se propone que el almacenamiento público debe originarse en una definición del Coordinador, en cuanto a ubicación y volumen de almacenamiento. La construcción podría ser lograda mediante un llamado a licitación, que se resolvería de una forma similar a como se hace con las ampliaciones del sistema de transmisión público. La operación de este almacenamiento público podría ser coordinada en forma centralizada por el Coordinador, la remuneración podría ser de la misma forma que la transmisión: pago por anualidad de la inversión (AVI) más costo de operación y mantenimiento (COMA). En cambio el almacenamiento privado se origina en decisiones privadas, en que la operación es realizada por el propietario, quien decide el momento en que carga y

descarga el almacenamiento, realizando el arbitraje a riesgo propio. El almacenamiento privado no tiene una remuneración garantizada pero si participaría en la remuneración de potencia,

Un ejemplo es el Proyecto BESS¹⁸, que permitirá aprovechar mejor la capacidad de transmisión, desde la zona norte a la zona central de Chile. El proyecto consiste que en caso de contingencia por pérdida de algún tramo de transmisión se conectan baterías en el extremo excedentario para almacenar energía y se conectan baterías en el extremo deficitario para retirar energía para abastecer los consumos.

Esta operación se debe realizar en un lapso de 200 milisegundos. Para lograr esto se requiere aprovechar mensajería GOOSE que provee el protocolo IEC 61850. Se puede decir que esta aplicación es una genuina aplicación de “Smart Grid”.

MICROGRIDS

Una microrred es una red local de producción y distribución de energía que puede operar de forma independiente cuando está desconectada de la red eléctrica principal en caso de falla –como un apagón parcial o total– o, simplemente, para abastecer un exceso de demanda en punta de los usuarios, evitando así mayores costes de energía.

Las microrredes tienen un rol muy importante en zonas aisladas en que no exista suministro público, ya sea por lejanía o por restricciones técnicas o de altos costos de empalmes a empresas distribuidoras. Estas pequeñas redes proveen a un conjunto específico de usuarios cercanos, como un complejo de viviendas, un centro de negocios, un hospital o una fábrica. Las microrredes son alimentadas por generadores o fuentes de energía renovable, como paneles solares o energía eólica, que generalmente se combinan con unidades de almacenamiento de energía tales como baterías.

En una microrred los usuarios son capaces de proveer energía a otros usuarios, una característica que no es posible en las redes de energía tradicionales, donde solo una empresa es la distribuidora de los servicios eléctricos. Es necesario que la autoridad defina estándares de interoperabilidad, para que estas redes queden en condiciones de ser interconectadas con otras y para cumplir estándares de seguridad de servicio al abastecer a distintos propietarios.

Teniendo en cuenta que las microrredes son agrupaciones de equipos de generación y almacenamiento de energía distribuidos, como techos solares fotovoltaicos, pequeños productores solares y eólicos, y baterías, que suministran localmente y de manera coordinada a un conjunto de usuarios eléctricos. Existen en varios tamaños y configuraciones, pero en todos los casos responden a la necesidad de operar de manera eficiente y segura recursos energéticos locales, ya sea de forma aislada o en conexión con una red eléctrica más grande¹⁹.

¹⁸ <https://www.cdt.cl/nuevo-proyecto-energetico-promete-robustecer-el-sistema-nacional-con-almacenamiento-de-energia-para-una-distribucion-constante-del-servicio/>

¹⁹ <https://isci.cl/microrredes-electricas-de-la-generacion-ciudadana-a-la-comunitaria/>

El desarrollo de las microrredes cobra especial relevancia en Chile, a partir de los resultados de un estudio realizado por el Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI) para el Ministerio de Energía el año 2020, en el que se analizaba el rol que pueden cumplir los recursos energéticos distribuidos (por ejemplo, techos solares, pequeños medios de generación distribuidos, almacenamiento en redes de distribución) para suministrar parte del crecimiento de la demanda eléctrica en las próximas décadas en Chile. Los resultados fueron sorprendentes en cuanto a la importante participación que alcanzan los recursos distribuidos en el mix eficiente al año 2040 (cerca del 40% de la nueva capacidad instalada entre 2020 y 2040), a pesar de no considerar el valor adicional que los recursos distribuidos, operados coordinadamente, pueden entregar a la sociedad en términos de confiabilidad y resiliencia del suministro eléctrico.

Lo anterior sugiere que una integración de recursos energéticos distribuidos y la implementación efectiva de microrredes para su operación segura y eficiente, podría cambiar de forma importante la manera en que como país aseguramos el suministro de nuestra creciente demanda energética, pasando de un crecimiento basado casi totalmente en grandes plantas de generación y sistemas de transmisión, a uno en el que los mismos usuarios finales pueden tomar decisiones sobre cómo autogenerar su electricidad, asociarse comunitariamente para el traspaso de excedentes de generación, optar a distintos grados de confiabilidad y mejorar la resiliencia de las comunidades frente a catástrofes naturales como terremotos, inundaciones, entre otras.

*Proyectos como la **Microrred de Huatacondo** van en la dirección correcta como país²⁰.*

NORMA DE INTEROPERABILIDAD

Se define la interoperabilidad como la capacidad de dos o más redes, sistemas, dispositivos, aplicaciones o componentes para trabajar juntos, y para intercambiar y usar fácilmente información — de forma segura, efectiva y con poca o ninguna molestia para el usuario. La red inteligente será un sistema de sistemas interoperables; es decir, diferentes sistemas podrán intercambiar información significativa y procesable en apoyo de la seguridad, protección, eficiencia y operaciones confiables de la red. Como el número de dispositivos y sistemas utilizados en la red eléctrica continúa multiplicándose, los requisitos de interoperabilidad se vuelven más complejos y el camino para lograr la interoperabilidad se vuelve más desafiante

En las redes inteligentes no solo los flujos de energía pueden ser bidireccionales sino también la información. En este último caso la bidireccionalidad se refiere a un flujo de comunicación en ambos sentidos, es decir, tanto las compañías de plantas de energía pueden enviar información a los usuarios finales, así como estos últimos pueden enviar información a las compañías eléctricas. La información que proporcionarían los usuarios sería usada por las compañías para permitir una

²⁰ <https://centroenergia.cl/seleccionados/micro-red-de-huatacondo/>

operación más eficiente de la red y las necesidades requeridas por cada usuario. El intercambio de información permitirá ofrecer nuevos servicios a los clientes de forma complementaria a la propia energía eléctrica, tales como: monitoreo en línea del consumo, servicios de carga de vehículos eléctricos, negociación de energía con los sistemas de almacenamiento distribuidos y de generación renovable, entre otros.

Una aproximación visual de los cambios o las diferencias mencionadas anteriormente se puede observar en la figura 1, donde las (a) es un sistema de energía eléctrica tradicional, (b) es una red Smart Grid.

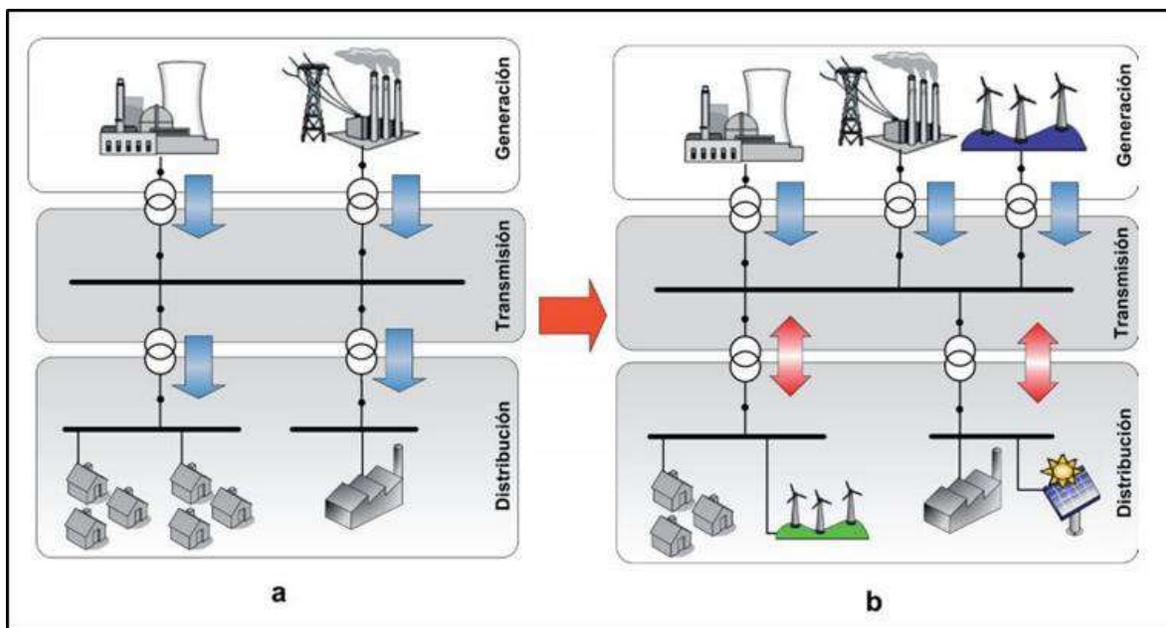


Figura 8 - Sistemas de energía eléctrica tradicional (a) y de próxima generación (b).

Adaptado de: The Top-Bottom Structure y The Bidirectional Paradigm (Coll-Mayor, 2009, pp.5-6). Tomado de: Díaz, C. & Hernández, J. (2011). Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica- Estado del Arte. Revista S&T, 9(18), 53-81.

Una norma de interoperabilidad a considerar para redes inteligentes es la IEC 61850.

Por el momento se puede decir que la aplicación del IEC 61850 ha sido muy exitosa en redes de alta tensión. La idea es que se generalice el uso de esta norma en las instalaciones afectas a coordinación del Coordinador Eléctrico Nacional. Es posible que sea necesario realizar algún trabajo de evaluación a través del desarrollo de prototipos. En este sentido, el Coordinador debe apoyar con más Investigación y Desarrollo, tal como la LGSE lo plantea.

La idea es que esta norma la vayan aplicando los proyectos de media y baja tensión tales como los PMGD, PMG y a nivel Distribución, lo Net Billing.

A continuación, se presenta algunos aspectos técnicos sobre IEC 61850

- a) La IEC 61850 se ha usado en subestaciones, lo que ha permitido evitar muchos cableados en los patios de alta tensión.
- b) En su diseño, para hacerlo más eficiente en cuanto a los tiempos de respuesta, en el IEC 61850 no se usan algunas de las capas del modelo OSI. Tal como se muestra en este diagrama.

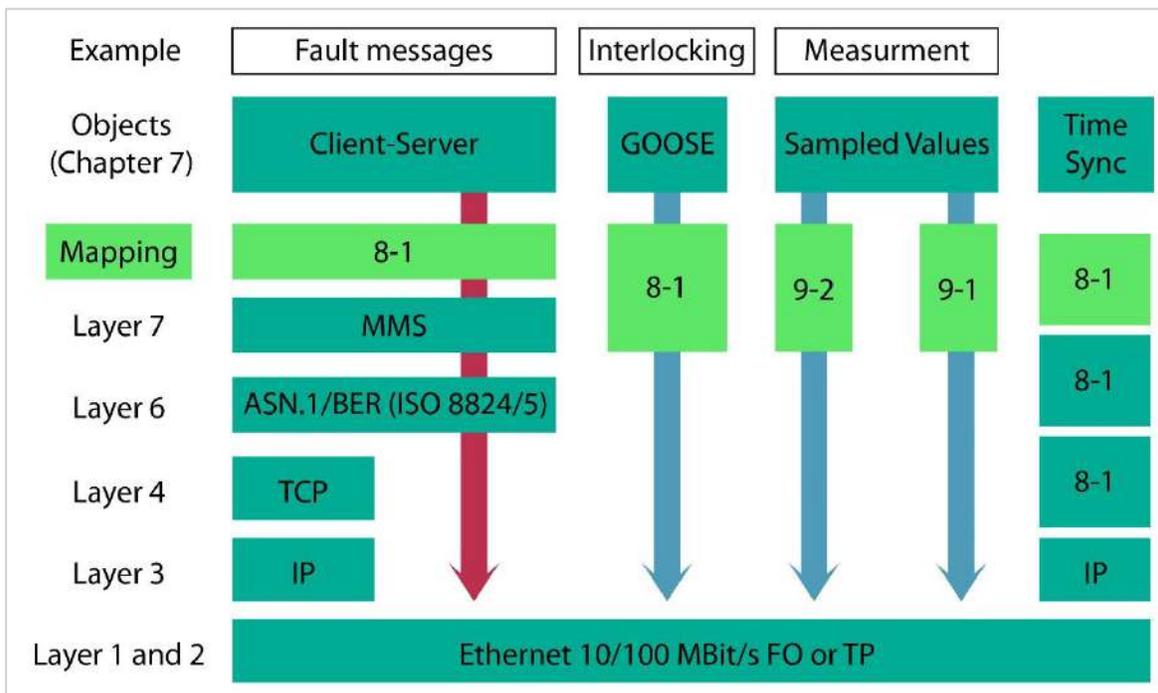


Figura 9 - Fuente: AXON TECNOLOGIA (Colombia)

- c) La mayor dificultad es que IEC 61850 es que su implementación es laboriosa. Requiere desarrollar un modelo de datos en que se representa cada componente: transformador de corriente, transformador de potencial, conversores para entregar valores de potencia activa reactiva factor de potencia, medidores de fase, posición de interruptores, desconectores, alarmas, disparos de protecciones. Se llaman nodos lógicos.
- d) El modelo exige crear data. Estructuras de datos muy detalladas
- e) La información a transmitir se agrupa en reportes
- f) Los eventos se transmiten mediante un tipo de mensajes llamados GOOSE
- g) Las medidas se transmiten mediante un tipo de datos llamados SAMPLE VALUES (SV)
- h) La red debe estar segmentada en redes locales tal como se muestra en este diagrama:

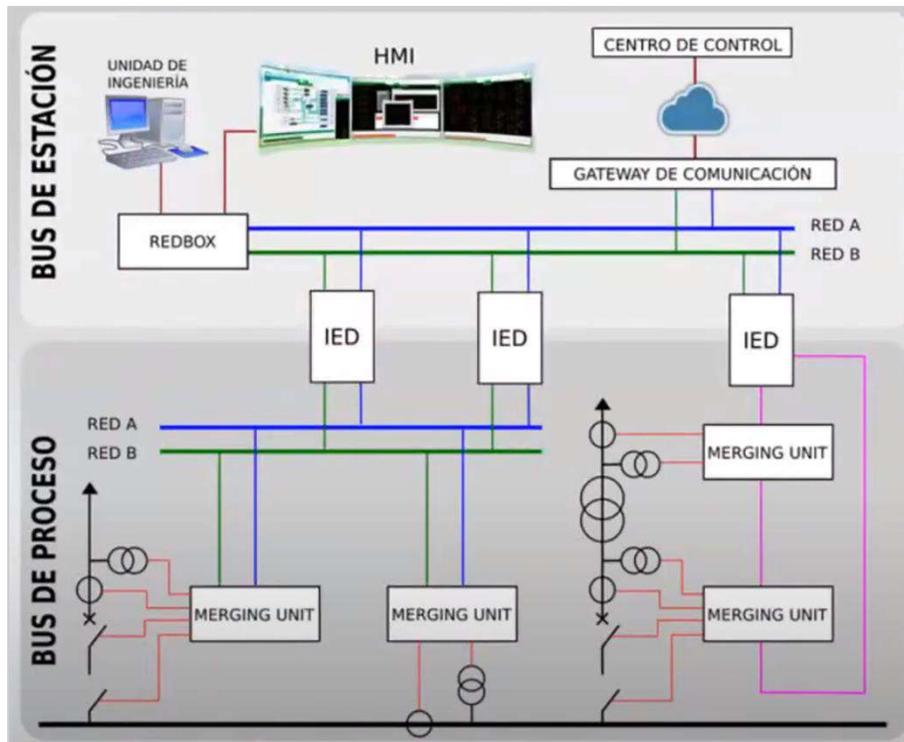


Figura 10 - Fuente: AXON TECNOLOGIA (Colombia)

- i) Si bien el 61850 se está usando dentro de una subestación, se han realizado cambios en su diseño para adaptarlo a las comunicaciones con los Centros de Control como el que tiene el Coordinador Eléctrico Nacional. A esta mensajería se le llama protocolo MMS. El MMS reemplaza los protocolos conocidos como 104, DNP3 e IEC.

VENTAJAS²¹²²

- a) La ventaja del IEC 61850 que es un protocolo estandarizado que ofrecen todos los fabricantes. Se ha ido popularizando cada día más.
- b) Si bien requiere una capacitación especial cada día va a estar incluido en los planes de estudio de las carreras afines a control, protecciones e informática industrial.

DESVENTAJAS

- a) Es laborioso de implementar ya que requiere armar un modelo de datos y redes independientes de proceso
- b) Puede significar un mayor costo de implementación que protocolos populares como modbus, dnp3, etc.

²¹ <https://www.youtube.com/watch?v=q1wJjnI7whA&t=1942s>

²² <https://www.youtube.com/watch?v=uhvQgdH5JZI&t=2075s>

La NIST publicó el año el 2021 “NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 4.0”²³, cuyo propósito y alcance es:

“Es política de los Estados Unidos apoyar la modernización del sistema de transmisión y distribución de electricidad de la Nación, El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología tendrá la responsabilidad principal de coordinar el desarrollo de un marco que incluye protocolos y estándares, modelo para la gestión de la información para lograr la interoperabilidad de los dispositivos de red inteligente y sistemas”.

Esto nos refleja la importancia que tiene la interoperabilidad en USA y marca el rumbo que deberíamos tomar en esta materia si decidimos tomar el camino de la Digitalización de nuestra red eléctrica nacional.

Finalmente, se destaca la siguiente metodología de trabajo propuesta para implementación de proyectos Smart Grids, basado en la experiencia y presentado por el **Ingeniero Giovanni Nocetti**, como parte del equipo de especialistas del WG Smart Grid Seguro en Cigré Chile, que nos permite de manera ordenada llevar a cabo un proyecto de Smart Grid, considerando 5 etapas principales, que luego podría ser tomada como referencia para trabajar a futuro en una Norma Técnica, basada en estándares internacionales, en esta materia:



Figura 11

²³ <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1108r4.pdf>

7

**PRINCIPALES
TECNOLOGÍAS
HABILITANTES
PARA UNA
SMART GRID
SEGURA**



7. PRINCIPALES TECNOLOGÍAS HABILITANTES PARA UNA SMART GRID SEGURA

Los principales drivers que destacamos como grupo de trabajo para avanzar en materia tecnológica y así abordar los desafíos tecnológicos para llegar a una red eléctrica inteligente segura son:

- **Creación de Laboratorios y Pilotos de Nuevas Tecnologías para Smart Grid** -> porque permite el desarrollo e innovación en el sector eléctrico así como también probar nuevas tecnologías TICA redes eléctricas inteligentes seguras. Vinculación Industria, Academia y Regulador como observador y que recoja las ex.
- **Desarrollo y Pruebas de Inteligencia Artificial, Big Data y Blockchain en convenio con Universidades, Gobierno y Empresas Privadas** -> *porque permite el desarrollo del conocimiento, conocer las restricciones de la tecnología y sus ventajas en toda la cadena de valor para su futura implementación.*
- **Digitalización de la infraestructura de red** -> *porque permite sensorizar los activos de la red eléctrica con soluciones del Industrial IoT para tener una mayor visibilidad y accionabilidad en la red eléctrica.*
- **Normar el uso de Inteligencia Artificial en pruebas de los sistemas de control** -> *para automatizar y eficientar la toma de decisiones en tiempo real.*
- **Desarrollar e incentivar las Virtual Power Plant (VPP)** -> *porque nos permiten agregar tecnología y flexibilidad a la red de distribución eléctrica y crea un nuevo polo de desarrollo de negocios.*

El desarrollo de las Smart Grids supone una gran oportunidad para el sector eléctrico, aunque corre el riesgo de verse dificultado por algunos obstáculos o barreras propias del sector, ya sean tecnológicas, económicas, sociales o legislativas. El desarrollo de las Smart Grids depende en gran medida del progreso y la evolución de tecnologías de índole muy diversas, que vienen tanto del mundo operacional de la electricidad, en la cuál hablamos de tecnologías como:

HVDC, Microgrids, BESS, AMI/AMR, PMU (Phasor Measurement Units), V2G, EV/PHEV, FACTS, GFM (Grid Forming Machine), Digital Substations, Smart Meters, WAMS (Wide Area Monitoring Systems), IED (Intelligent Electronic Device), VPP(Virtual Power Plant), entre otros.

como también del mundo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) tales como:

IA (Intelligence Artificial), IIoT Solutions (Sensores, Plataformas y Aplicaciones para el Industrial IoT), Big Data, Cloud, Machine Learning, Blockchain, Data Analytics, 5G, Digital Twin entre otras.

Todas ellas deberían conformar una Arquitectura Eléctrica de Próxima Generación donde los Datos serán la base de los sistemas, Datos tanto Operacionales como Transaccionales que conformarán una Smart Grid Activa Interoperable por esencia, como se muestra en el diagrama a continuación:

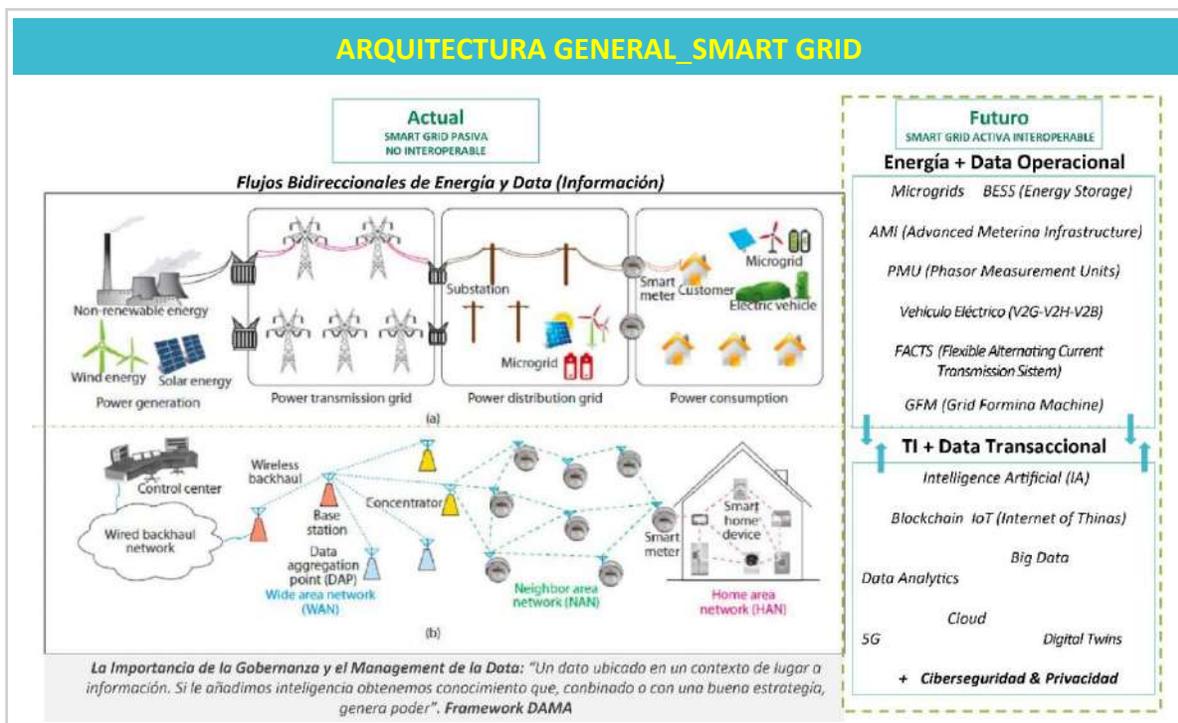


Figura 12

En este escenario los Datos deberán ser muy bien gobernados y gestionados para asegurar la calidad y óptima toma de decisiones para darle la inteligencia que andamos buscando al sistema eléctrico futuro. Sin duda, que Frameworks como el DAMA²⁴, serán de mucha utilidad para los responsables de la información en cada una de las empresas eléctricas de la cadena de valor completa. Por otro lado, de un buen Gobierno de los Datos, también se podrá cumplir con la Protección de Datos Personales que podrán ser recolectados de los medidores inteligentes bajando los riesgos de ataques de ciberseguridad que tengan como objetivo los datos sensibles de los clientes.



Figura 13

²⁴ <https://www.dama.org/cpages/body-of-knowledge>

Sin duda que las tecnologías del mundo TIC son las más interesantes de abordar y explicar al mundo eléctrico, ya que son tecnologías que para muchos no son comprendidas y que presentan cierta reticencia por el desconocimiento acerca de su funcionamiento. A continuación, algunos detalles de las siguientes principales tecnologías para aplicar en el sector eléctrico:

IoT

El Internet de las cosas permite integrar sensores físicos (usando tecnología 5G²⁵) para medir distintas señales en la infraestructura de red eléctrica cuyas mediciones se entregan en tiempo real a algún sistema digital que permite su recolección, de preferencia en una Cloud Privada para asegurar las medidas de protección en materia de ciberseguridad.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Esta tecnología permitirá obtener el máximo beneficio en términos de digitalización. En esta tecnología se realiza el procesamiento de datos en tiempo real, aplicar algoritmos (IA + MachineLearning + Big Data + DataAnalytics) y de sus resultados tomar decisiones de manera automática. Es decir, no consiste en un control remoto sino que en analizar de manera automática resultados y tomar decisiones. Esta tecnología permitiría avanzar hacia los modelos de negocios más sofisticados como Virtual Power Plants y Agregadores de Demanda.

DIGITAL TWINS

Un digital twin (gemelo digital) es una representación virtual de un objeto o sistema que abarca su ciclo de vida, se actualiza a partir de datos en tiempo real y utiliza simulación, machine learning y razonamiento para ayudar en la toma de decisiones. Creemos que esta tecnología servirá de mucho para hacer simulaciones de demanda y cómo operar ante contingencias, desastres naturales o ciberataques que puedan colocar en riesgo el SEN. Para mayor información de los alcances e implicancias de esta tecnología se recomienda leer la web page de IBM “¿Qué es un digital twin?”²⁶.

BLOCKCHAIN

Las cadenas de bloques de información y la minería de datos son temas cada vez más recurrentes, así como también la gran cantidad de aplicaciones potenciales que este presenta. Si bien la aplicación más conocida son las criptomonedas, es posible utilizar blockchain en casi cualquier proceso que involucre transacciones de información a través de Internet. Es por ello que el blockchain aplicado a la energía toma gran relevancia, ya que permite flexibilizar y hacer más eficiente los procesos de generación y consumo, además de mostrar transparentemente esta información a los usuarios. El blockchain empleado en el área de energía, será el punto de inflexión para el cambio de los sistemas de transporte y almacenamiento de ésta. Para un entendimiento acabado de Blockchain y sus reales aplicaciones se recomienda leer el Documento elaborado por el Ministerio de Economía de Chile titulado “*Blockchain un camino a la 4ta revolución industrial*”²⁷.

²⁵ https://www.ipaps.ir/files/archive/15/Arc15_572.pdf

²⁶ <https://www.ibm.com/mx-es/topics/what-is-a-digital-twin>

²⁷ <https://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/libroblockchain-VB-31AGO-v3.pdf>

Como creemos que la tecnología Blockchain es sin duda un disruptor y fomenta la innovación en cualquier campo, es que como grupo de trabajo en Cigré Chile presentamos el siguiente Draft de Blockchain aplicado al Mercado de la Transacción de la Energía por parte de futuros Prosumidores:

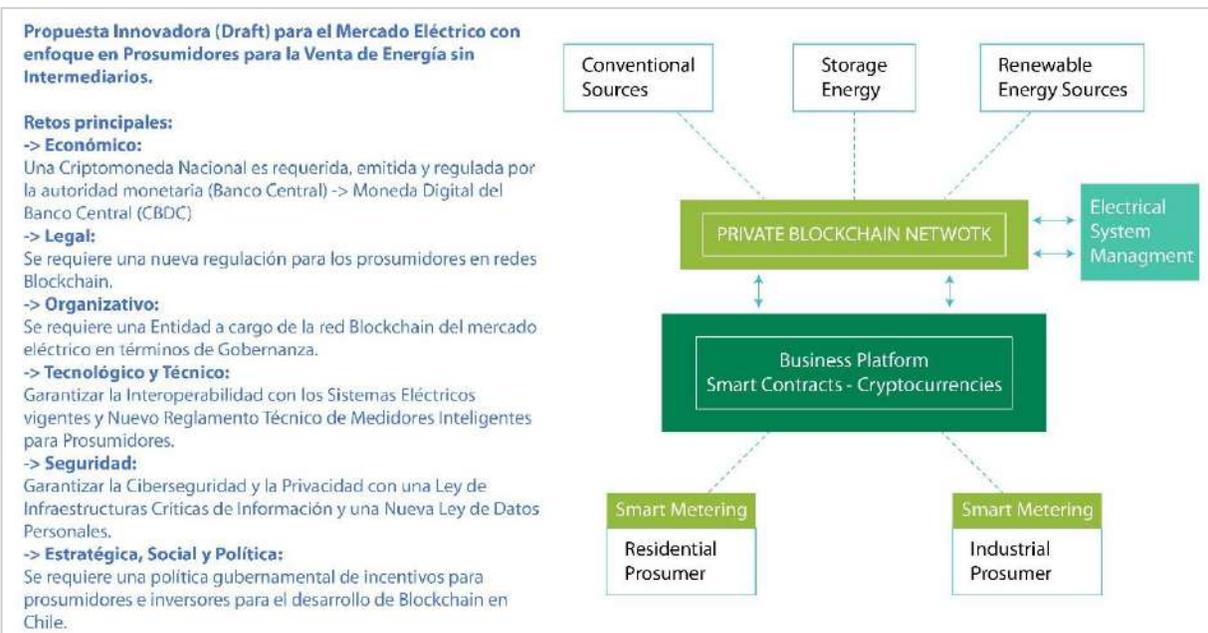


Figura 14

Virtual Power Plant (VPP): Desde hace tiempo se viene hablando de microgeneración energética o microrredes, viviendas o edificios capaces no solo de producir su propia energía mediante recursos renovables, sino de almacenarla y compartirla, es decir, llega a la energía la figura del prosumidor, consumidor al tiempo que productor de energía, pero para que esta microgeneración sea capaz de operar como las energías convencionales habría que unir la gestión de todas esas pequeñas “plantas renovables” en un único punto, de forma que en apariencia se comporten como una única. En este contexto aparece el concepto de Virtual Power Plant, un grupo de instalaciones generadoras distribuidas que son gestionadas por un único sistema de control o de software.

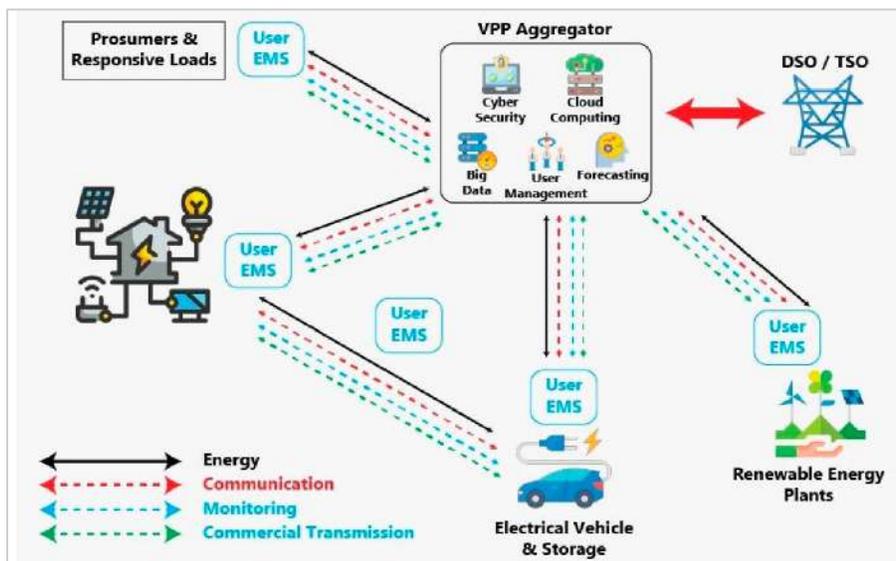


Figura 15

La planta de energía virtual (VPP) es un nuevo concepto que agrega las capacidades de varios recursos de energía distribuidos, maneja cargas controlables e incontrolables, integra dispositivos de almacenamiento y permite la participación como una planta de energía individual en el mercado eléctrico. El VPP como sistema de gestión de energía (EMS) debería distribuir la energía de manera óptima a sus consumidores²⁸.

El objetivo de las VPP es poder gestionar la demanda de energía de los clientes de forma colectiva y paliar posibles interrupciones en la red. Una VPP consiste esencialmente en un software remoto que ayuda a regular el consumo particular de la energía conectando, coordinando, y monitorizando los generadores de energía descentralizados, los de almacenaje, y los de carga controlada. Es decir, las VPP permiten agrupar las fuentes de energía residenciales y las comerciales o industriales, y controlarlas de forma conjunta bajo un tipo de precios o de programas de recursos de energía distribuida²⁹.

Esta segmentación por tipo, ubicación, necesidades, costos, etc. ofrece a los consumidores una gran flexibilidad, ya que conlleva previsiones más eficientes y mejora la toma de decisiones operativas. La VPP, al final, puede llegar a actuar como una entidad única en el mercado y de una forma controlada gracias al amplio portfolio de generadores grandes y pequeños y de consumidores que maneja, y a la posibilidad de almacenaje que permite su sistema.

Hay por delante muchos desafíos, pero las ventajas de las centrales virtuales son indiscutibles, ya que se puede producir energía a un precio más barato en zonas localizadas, reducir el impacto en el medio ambiente, disminuir las interrupciones por peak de demanda en la red y ofrecer una mayor flexibilidad a los clientes.

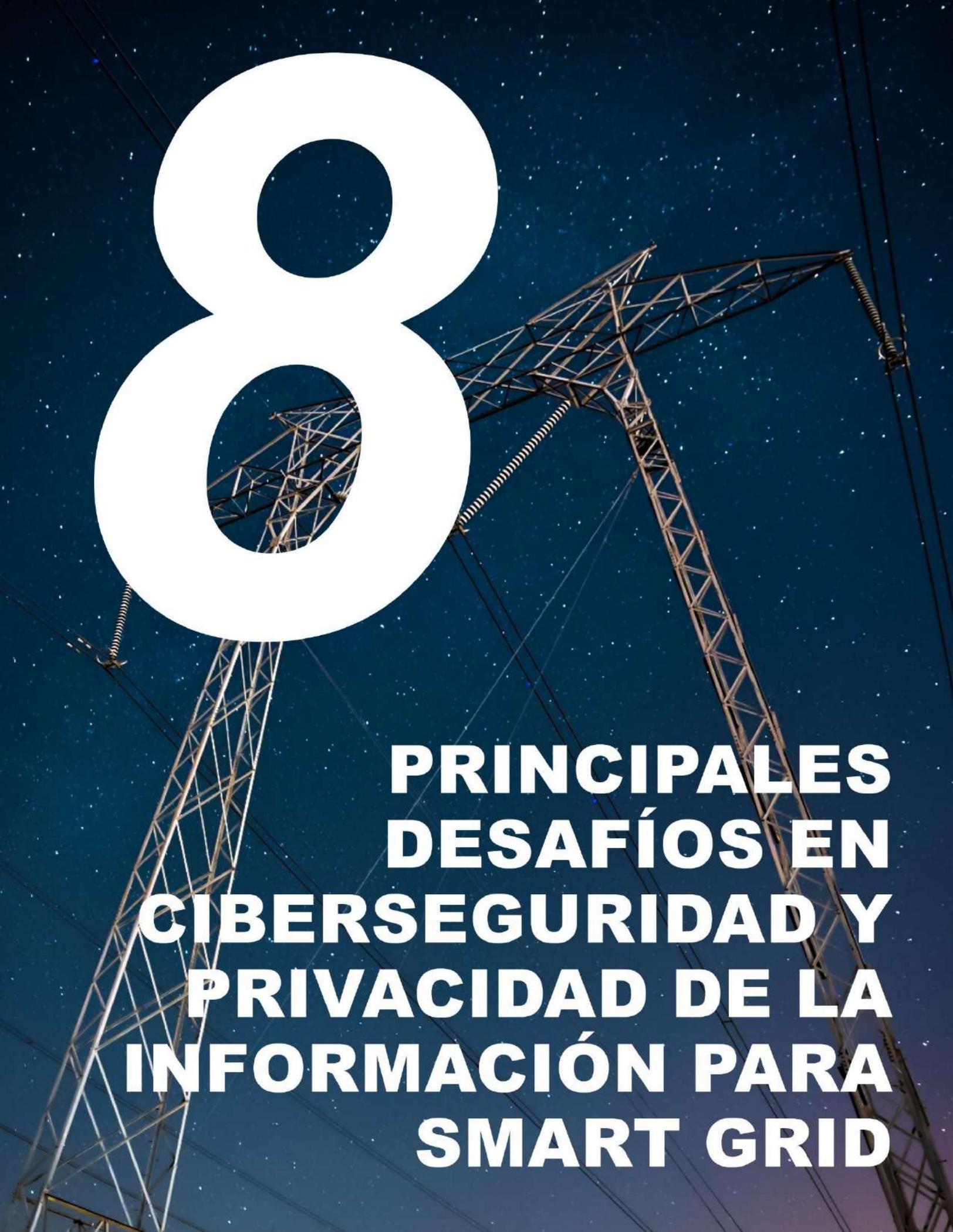
Finalmente, algunos beneficios de la aplicación de estas tecnologías:

- Gestión de demanda: Hasta el momento el mercado eléctrico chileno funciona de manera tal que se gestiona la oferta de energía eléctrica, y no la demanda. En el ámbito de la generación hay algoritmos específicos que programan el despacho eléctrico involucrando todas las centrales generadoras conectadas al sistema. Según el funcionamiento actual del mercado eléctrico chileno no existe este nivel de gestión en la demanda de energía eléctrica, sino que se trabaja desde la oferta para lograr abastecer la demanda.
- Calidad de suministro: La digitalización de la infraestructura de red eléctrica en su conjunto permite la obtención de las mediciones de todos los equipos eléctricos involucrados, y por lo tanto, la oportunidad de aplicar algoritmos de detección temprana de fallas o identificar de manera inmediata las pérdidas de suministro en cualquier punto.
- Nuevos negocios de base digital: Las Tecnologías Habilitantes, también permitirán la creación e implementación de modelos de negocios innovadores con base digital tales como: Virtual Power Plant y Agregadores de Demanda, que son negocios que se basan en el procesamiento de datos e Inteligencia Artificial para su desarrollo, y que ya han sido implementados en países como Alemania y Australia.

²⁸ <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/9/3814>

²⁹ https://www.innovation-hub.com/es/energia/que-es-una-virtual-power-plant/?_adin=02021864894

- Modelos predictivos y patrones: La digitalización de la infraestructura de red permitirá contar con información histórica a analizar, lo que entrega la oportunidad de analizar patrones de comportamiento y modelos predictivos. El análisis de patrones permitirá realizar una mejor caracterización tanto de la oferta como la demanda del sistema eléctrico, mientras que desde el lado del mantenimiento, permitirían avanzar de un formato de mantenimiento reactivo y mantenimiento programado, a un sistema de mantenimiento predictivo.
- Soluciones Plug&Play: Para todos aquellos dispositivos que se conecten a la red eléctrica, especialmente los autos eléctricos, donde se deberá trabajar en las interfaces universales para lograr la conexión desde cualquier punto de la red costo eficiente.

A large, white, hollow number '8' is positioned in the upper left quadrant of the image. The background is a dark blue night sky filled with numerous small white stars. A metal lattice tower for a power line is visible, extending from the bottom left towards the top right. The tower's structure is composed of interconnected metal beams, and several power lines are visible stretching across the sky.

8

**PRINCIPALES
DESAFÍOS EN
CIBERSEGURIDAD Y
PRIVACIDAD DE LA
INFORMACIÓN PARA
SMART GRID**

8. PRINCIPALES DESAFÍOS EN CIBERSEGURIDAD Y PRIVACIDAD DE LA INFORMACIÓN PARA SMART GRID

Los principales drivers que destacamos para abordar los desafíos de ciberseguridad y privacidad de la información para llegar a una red eléctrica inteligente segura son:

- **Creación del CSIRT Eléctrico** -> porque permite tener un equipo de respuesta ante incidentes de ciberseguridad abocado al sector eléctrico y con capacidad de reacción para mitigar un ciberataque.
- **Liberación de la Normativa asociada a la Ciberseguridad en el Sector Eléctrico** -> que permita a los coordinados un lineamiento respecto de las exigencias al corto y mediano plazo en materias de ciberseguridad. Y fortalecer así los criterios de ciberseguridad instruidos por el CEN, dirigiendo al sector a sentar bases en esta materia de manera transversal y homogénea.
- **Subir el nivel de madurez en ciberseguridad en el sector eléctrico** -> *aumentando los niveles de proactividad y respuesta ante incidentes de seguridad, visibilidad de activos críticos, capacitación y concienciación en ciberseguridad, y planes de continuidad del negocio.*
- **Fomentar la inversión en plataformas de ciberinteligencia** -> porque permite adelantarnos y predecir nuevos ciberataques, además que ayuda al desarrollo de personal técnico mejor capacitado para enfrentar nuevas amenazas.
- **Aumentar el conocimiento del Gobierno de Datos (Framework DAMA)** -> porque permitirá enfrentar el tsunami de datos que nos veremos expuestos a futuro con las nuevas tecnologías habilitantes y así dar un mejor tratamiento para enfrentar la protección de datos personales y datos críticos en sí misma.

REFLEXIÓN Y DESAFÍOS

El sector de la energía está experimentando un cambio importante hacia una economía descarbonizada, al tiempo que busca garantizar continuidad operacional, la seguridad y calidad del suministro además de la competitividad esto último dado el número de actores que han ingresado al mercado eléctrico.

En el marco de esa transición energética y la consiguiente descentralización de la generación de electricidad a partir de fuentes renovables, llámense estas eólicas, solares, o hídricas, el progreso tecnológico, el acoplamiento sectorial y la digitalización están convirtiendo la red eléctrica en una «SMARTGRID». Sin embargo, esto también conlleva nuevos riesgos, ya que la tecnologización expone cada vez más el sistema energético a posibles ciberataques o ciber incidentes que pueden poner en peligro la seguridad del suministro energético. **Es por lo anterior que tanto el Consejo Mundial de la Energía, la CEPAL y la OEA, entre otros actores importantes, recomiendan que las empresas energéticas consideren los riesgos cibernéticos como riesgos empresariales fundamentales y estratégicos.** Las empresas deben cooperar para evaluar, comprender y crear una

fuerte resistencia a estos riesgos, los cuales amenazan la continuidad del servicio, la reputación, los datos y los sistemas. Los factores técnicos, humanos y documentales³⁰, deben mejorarse, y todas las partes interesadas deben elaborar normas y mejores prácticas para hacer frente a estas amenazas actuales. Ello ha conducido a países como el nuestro a la búsqueda de una estrategia nacional de ciberseguridad, construida a partir de un diálogo entre distintos actores de la sociedad (públicos y privados), que den a dicha estrategia una gobernanza efectiva. Además, se requiere de una coordinación interministerial, a todo nivel, (Interior, Energía, Economía, entre otros), lo que hace una condición fundamental para enfrentar las amenazas a los aparatos del estado, las empresas y la ciudadanía.

En Chile, aún existe un deuda legislativa y regulatoria en torno a los estándares que deben existir en materia de Ciberseguridad, aunque a partir del año 2017 podemos destacar importantes iniciativas:

➤ Marco Legal Referido a la Ciberseguridad.

- Ley 19.223 que tipifica figuras penales relativas a la informática.
- Proyecto de Ley sobre Delitos Informáticos Boletín 12192-25.
- Nueva Política Nacional de Ciberseguridad 2023-2028³¹ (aprobado el 16 Jun 2023)
- Ley Marco de Ciberseguridad e Infraestructura Crítica³² (aprobado el 12 Dic 2023)

➤ Marco Legal Referido a la Protección de Datos Personales.

- Art. 19 N° 4 de la Constitución Política de la República
- Ley 21.096 que consagra el derecho a la protección de los datos personales.
- Ley 19.628 sobre protección de la vida privada.
- Ley 20.575 que establece el principio de finalidad en el tratamiento de datos personales.
- Nuevo Proyecto de Ley sobre Protección de Datos Personales Boletín 11144-07.

DESAFÍOS:

La ley marco de ciberseguridad (*actualmente como proyecto de ley en el Congreso*) que busca crear la Agencia Nacional de Ciberseguridad con la responsabilidad de coordinar las acciones de respuesta ante incidentes de ciberseguridad, buscando la colaboración y compartición de información dentro de la industria de Energía. Compartir información e involucrar actores públicos (CSIRT y Agencia Nacional de Ciberseguridad y Defensa) y privados permitirá, la unión en la respuesta y la disminución de tiempos de detección, reacción y eliminación ante estos eventos.

Regulación por parte de la Superintendencia de Energía, como ente regulador de ciberseguridad en la Industria. Entidad que deberá definir los estándares mínimos de cumplimiento de

³⁰ Triángulo de las tres P: (Personas, Plataformas, Procesos)

³¹ <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2023/12/04/43717/01/2415658.pdf>

³² <https://www.csirt.gob.cl/media/2023/12/Boletin14847-TextoFinal.pdf>

ciberseguridad como también colaborar con la definición y control de estándares de mayor nivel para aquellas organizaciones que sean definidas como Infraestructuras Críticas.

El Estándar de Ciberseguridad liberado el 2020 por el Coordinador Eléctrico Nacional que busca preservar la seguridad y continuidad del suministro eléctrico conforme a la normativa vigente, a través de la definición de una estrategia, implementación de requerimientos mínimos urgentes y la adecuación e implementación de estándares de seguridad para la industria basados en NERC-CIP, requiere seguir profundizándose con una *Norma Técnica de Ciberseguridad* para el sector eléctrico elaborada por la CNE que ayuda a que todos los coordinados cumplan con el estándar técnico.

Adicionalmente, el Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas (CIGRE Chile) a través del grupo de trabajo de Ciberseguridad Estratégica aplicada al Sector Eléctrico, busca aportar al sector eléctrico chileno entregando el 2020 un Plan Director de Ciberseguridad con los lineamientos estratégicos y recomendaciones para llegar en mediano y largo plazo a ser una Infraestructura Crítica ciber-resiliente ante nuevas amenazas y vulnerabilidades en el mundo digital³³.

Independiente a los ya mencionados esfuerzos e iniciativas por parte del estado en incorporar medidas regulatorias, y de parte de los privados sumarse o adherirse al cumplimiento normativo de ellas, *claramente aún falta profundizar una estrategia concreta de Ciberseguridad para el Sector Eléctrico Nacional*, en donde se definan claramente los roles y responsabilidades de cada uno de los actores y en donde se busque además mitigar posibles brechas ante el incremento y la sofisticación de las amenazas a este tipo de infraestructuras críticas. Lo anterior debido, entre otros factores, a la incorporación en las redes de distribución de componentes que podrían de potencialmente un claro objeto de ataques como, por ejemplo, los nuevos medidores inteligentes, o los sensores de las turbinas eólicas.

Esta estrategia debe considerar³⁴:

- 1) La seguridad cibernética o digital representa un esfuerzo coordinado a nivel nacional, en momentos de creciente digitalización de las economías y el aumento de las amenazas de ataques al sistema de información de los países
- 2) Se requieren marcos normativos e institucionales eficaces y una política pública con lineamientos claros sobre la protección de datos (personales y de empresas), que acompañe una estrategia nacional para enfrentar los nuevos desafíos que plantea la digitalización.
- 3) Dado que el tema se enmarca en un contexto global, la cooperación y esfuerzo multilateral es clave para enfrentar las amenazas cibernéticas.
- 4) La construcción de una estrategia en ciberseguridad amplia y efectiva, requiere de alianzas entre los distintos sectores público y privado.

³³ <https://www.cigre.cl/pdf/PDC/PlanDirector-Ciberseguridad-CIGRE-ES.pdf>

³⁴ https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/relatorio_cepal-comtelca_sep_11_2020_final.pdf

Una estrategia de seguridad digital debe contar con un esquema de gobernanza efectiva construida con: marcos normativos e institucionales, mecanismos de respuesta efectivos, desarrollo y protección a la infraestructura y sistemas críticos de la Información, mecanismos de cooperación internacional para formar un marco multilateral, por último, una gestión de capacidades y tecnología para enfrentar los diferentes desafíos. Es necesaria también una **Política o Estrategia Nacional de Infraestructuras** críticas que incluya las distintas dimensiones de la ciberseguridad nivel país. Esto es, desde la perspectiva de la defensa; la seguridad nacional; la economía, aseguramiento de la matriz energética, la cadena de suministro, la salud y del orden público.

¿Por qué son importantes los marcos normativos e institucionales? El aumento de los ataques cibernéticos ha incrementado los riesgos asociados a la reputación de las empresas en el mundo, Los ciberataques tienen objetivos claramente identificados, no obstante, es difícil adelantarse a ellos. Los ataques a la seguridad digital representan costos para las personas, gobiernos, empresas, así como para los sistemas de información en general³⁵. El tratamiento de los programas informáticos maliciosos (malware, spyware, data breaches y ransomware)³⁶, el robo de datos sensibles, la manipulación de datos, obstaculizar el funcionamiento de sistemas informáticos son tan solo algunas de las amenazas que enfrentan las economías y sociedades de la región. Cuando se habla de marcos normativos de amplia cobertura, un tema clave es la protección de la infraestructura crítica de los países, ausente en la mayoría de los marcos legales de ciberseguridad vigentes en nuestra región. La amenaza o ataques a la infraestructura afecta a sectores clave como: Energía, servicios públicos, alimentos, combustible, transporte, comunicaciones, finanzas. Con importantes impactos sobre la sociedad, ya que además de su elevado costo económico, pueden atentar contra el suministro de los servicios básicos, la red eléctrica, las telecomunicaciones y en el marco de la actual crisis sanitaria.

Hoy vemos una Evolución de la Ciberseguridad que es importante analizar, ya que cuando hablamos de la Protección de las Infraestructuras Críticas en el Ciberespacio el concepto más ad-hoc es la **Ciberresiliencia** que ya a nivel mundial se está incorporando a las organizaciones y ya hay publicaciones del Mitre y NIST que abordan esta temática tan importante para la protección de activos críticos³⁷.

A continuación, un diagrama donde la Ciberresiliencia se conecta con los procesos de seguridad más que con productos o soluciones. Si bien el framework del NIST es un buen enfoque para la partida, si queremos aumentar la protección de las organizaciones debemos ir a un concepto mucho mayor que nos conecta con los procesos de ciberataques y cómo respondemos a ellos manteniendo arriba las organizaciones.

³⁵ https://www.ic3.gov/Media/PDF/AnnualReport/2020_IC3Report.pdf

³⁶ https://www.ic3.gov/Media/PDF/AnnualReport/2020_IC3Report.pdf

³⁷ <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.800-160v2r1.pdf>

Evolución de la Ciberseguridad a Ciberresiliencia

"Security is not a Product, but a Process"
 by Bruce Schneider (2011), Book "Secrets and Lies: Digital Security in a Networked World"



Soluciones y Servicios Tecnológicos con foco en Productos de Seguridad

Proceso de mantener la organización o negocio resiliente a pesar de un Ciberataque -> Foco al Servicio CSOC y CSIRT

CIA: Confidentiality, Integrity and Availability

Protección de Infraestructuras Críticas

- **Ciberseguridad** -> Conjunto de Acciones tomadas por organizaciones para reducir la probabilidad de reducir un ciberataque.
- **Ciberresiliencia** -> Capacidad de las organizaciones de enfrentar ciberataques sin que afecte la capacidad de operación en el día a día.



Figura 16



Figura 17

Ya lo dice el informe del Banco Interamericano de Desarrollo y la OEA³⁸, “Las políticas de ciberseguridad son fundamentales para salvaguardar los derechos de los ciudadanos en el ámbito digital, tales como la privacidad, la propiedad, así como para aumentar la confianza de los ciudadanos en las tecnologías digitales, y que pueden sentirse cómodos accediendo a dichas tecnologías. El crimen en línea ya supone, aproximadamente, la mitad de todos los delitos contra la propiedad que tienen lugar en el mundo. **A nivel agregado, las cifras adquieren aún mayor magnitud pues los daños económicos de los ataques cibernéticos podrían sobrepasar el 1% del producto interno bruto (PIB) en algunos países. En el caso de los ataques a la infraestructura crítica, esta cifra podría alcanzar hasta el 6% del PIB.**”

La capacidad de respuesta que tengan los países a los ataques dependerá en gran medida, del tamaño, diversidad y dinamismo de las estructuras económico y sociales de estos. Elementos que son clave para responder a los ataques cibernéticos y atender sus efectos. Sin embargo, de acuerdo a lo señalado en el estudio hecho por el BID y la OEA, “particularmente, en nuestra región de los 22 países analizados, (Latinoamérica y el Caribe), se considera que hay muy pocas capacidades para investigar los delitos que se cometen en el ciberespacio, más aún que dichos delitos tengan un proceso judicial es un reto mayor”

HOJA DE RUTA DE LA ESTRATÉGIA DE CIBERSEGURIDAD PARA LA SMARTGRID.³⁹

1. Definir un marco regulatorio para la protección de la infraestructura del sector energético.

1.1. Establecer estructuras definidas para la ciberseguridad industrial.

1.1.1. Definir Autoridades Competentes: Designar, tanto para el sector privado como público, un organismo encargado de la supervisión, vigilancia y sanción y que verifiquen el cumplimiento de la normativa sectorial y la adopción de las medidas de seguridad que sean precisas en cada plan de protección.

1.1.2. Definir CSIRT sectorial: La conducción operativa de respuesta a incidentes, de forma que se pueda realizar una adecuada gestión de ésta, es una actividad crucial en la protección de infraestructuras críticas, por lo que debe designarse legalmente un organismo encargado para el sector.

1.1.3. Definir un Consejo de Ciberseguridad Sectorial y/o Nacional: Se necesita un organismo que coordine las relaciones de coordinación, colaboración y cooperación entre los diferentes sectores y órganos de la administración en materia de ciberseguridad.

³⁸ <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Reporte-Ciberseguridad-2020-riesgos-avances-y-el-camino-a-seguir-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>

³⁹ <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Estado-de-preparacion-en-ciberseguridad-del-sector-electrico-en-America-Latina.pdf>

- 1.2. Elaborar directrices legales que sustenten el marco regulatorio.
 - 1.2.1. Obligar legalmente a la notificación de incidentes: En el caso de una contingencia con efectos sobre una infraestructura crítica de tipo energético, los efectos pueden acarrear muchas consecuencias; por ello, la notificación de incidentes debe ser obligatoria.
 - 1.2.2. Disponer de un registro actualizado de Infraestructuras Críticas del sector energético: La conducción operativa de respuesta a incidentes, de forma que se pueda realizar una adecuada gestión de ésta, es una actividad crucial en la protección de infraestructuras críticas, por lo que debe designarse legalmente un organismo encargado para cada sector.
 - 1.2.3. Establecer un régimen regulador/auditor/sancionador: Debe penalizarse el incumplimiento del marco de protección, sobre todo en lo referido a notificación de incidentes y no implementación de los controles, de forma que los operadores se impliquen en la implantación de las medidas necesarias.

2. Robustecer la estrategia de seguridad del sector aumentando su preparación ante ciberamenazas.

- 2.1. Entendimiento del entorno en cuanto a ciberseguridad.
 - 2.1.1. Establecer e Impulsar canales y procedimientos para el flujo de información relativa a seguridad desde y hacia los operadores.
 - 2.1.2. Explorar maneras de abrir canales para coordinarse con otras naciones en la preparación ante amenazas de ciberseguridad industrial.
 - 2.1.3. Impulsar una oficina de inteligencia-contrainteligencia con actividad en la detección de amenazas del sector energético.
- 2.2. Herramientas para compartir Información.
 - 2.2.1. Establecer una plataforma que recolecte automáticamente información IT y OT desde las redes de los operadores y la envíe en forma encriptada a un centro de análisis.
 - 2.2.2. Desarrollar una plataforma colaborativa virtual de investigación y análisis de malware.
- 2.3. Mejora de Gobierno y Gestión de Riesgos.
 - 2.3.1. Fortalecer la capacidad de toma de decisiones los Departamentos o Ministerios a fines con la finalidad de dar una mejor protección a la infraestructura crítica del sector Energía.
 - 2.3.2. Facilitar los recursos técnicos que permitan la labor de monitoreo y gestión de riesgos.
 - 2.3.3. Implementar recursos que faciliten la labor de mitigación y control de riesgos.

- 2.3.4. Establecer estructuras de certificación de seguridad para productos y servicios a nivel industrial.
 - 2.4. Recuperación y Restauración
 - 2.4.1. Asistencia en el desarrollo de planes de recuperación y restauración validados para la infraestructura más críticas de cada operador.
 - 2.4.2. Establecer mecanismos para la orquestación de planes de recuperación de múltiples actores simultáneos del sector energético.
- 3. Coordinar la respuesta, recuperación y reporte de ciber incidentes en el sector energético.**
 - 3.1. Estructuras competentes para la respuesta en entornos industriales.
 - 3.1.1. Impulsar la coordinación y respuestas a eventos de seguridad a través de un CSIRT especializado en tecnologías industriales.
 - 3.1.2. Establecer procesos coordinados de respuesta.
 - 3.2. Sistema de reporte de ciberseguridad.
 - 3.2.1. Definir o actualizar los procesos de respuesta ante ciber-incidentes.
 - 3.2.2. Desarrollar y proveer entrenamiento especializado en respuesta a ciber-incidentes.
 - 3.3. Realización de ejercicios de simulación.
 - 3.3.1. Realizar simulaciones coordinadas de detección y respuesta, incluyendo la recuperación y restauración de los servicios.
 - 3.3.2. Desarrollar competencias donde se valide el conocimiento y las habilidades de los expertos actuales y futuros en ciberseguridad.
- 4. Investigación, Desarrollo, Innovación y Certificación de Componentes y Sistemas Resilientes.**
 - 4.1. Tecnologías para la prevención, detección y mitigación de CiberIncidentes.
 - 4.1.1. Impulsar el desarrollo de herramientas para la prevención y detección de CiberIncidentes que evolucionen de acuerdo con el entorno de amenazas cambiante.
 - 4.1.2. Impulsar sistemas que protejan la información confidencial de seguridad en las Infraestructuras Críticas del sector.
 - 4.2. Mejora continua de la seguridad en los sistemas de la infraestructura del sector.
 - 4.2.1. Aportar incentivos para la innovación en seguridad mediante la protección de derechos de propiedad intelectual.
 - 4.2.2. Respaldar la adopción de estrategias de benchmarking de ciberseguridad.
 - 4.2.3. Reconocer la excelencia profesional en el ámbito de la ciberseguridad.

DESAFÍOS Y CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL SECTOR ELÉCTRICO.

- **Ciberseguridad:** Extender el foco de la ciberseguridad para infraestructuras críticas del sector eléctrico basado en normativas que abordan tanto las redes IT como OT y basadas en el modelo Purdue.

Modelo Purdue

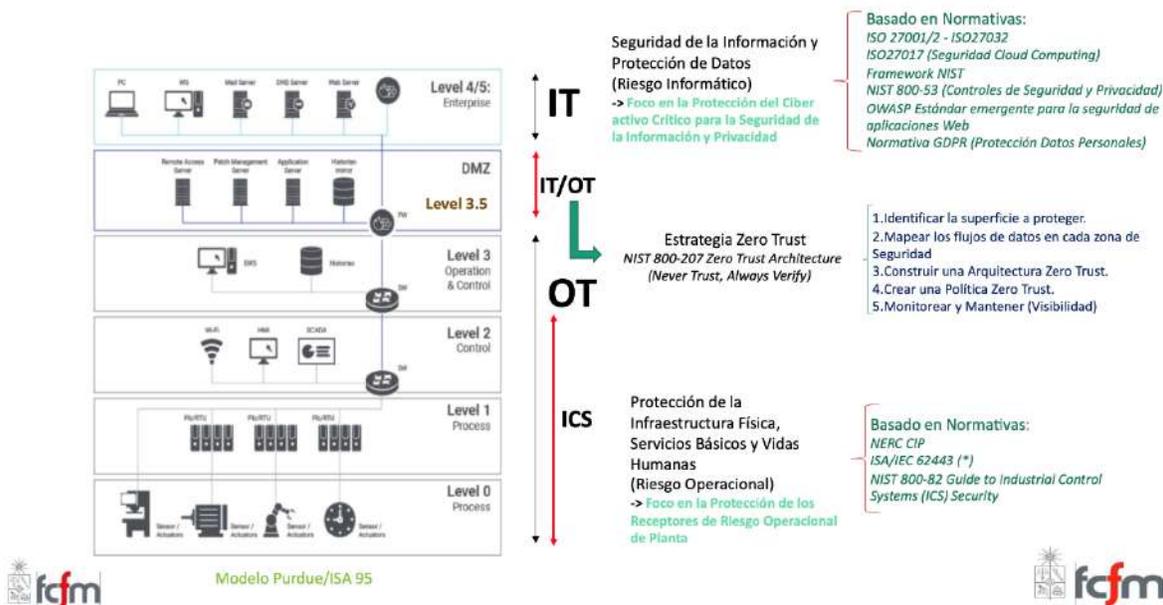


Figura 18

Si bien en Chile dimos el primer paso de liberar el primer estándar de Ciberseguridad industrial basado en la NERC CIP por parte del Coordinador eléctrico, debemos seguir ampliando en estándares como la IEC 62443, que apunta a una Seguridad del Diseño de la red OT y que complementa muy bien con la NERC CIP, dado que la NERC CIP aborda de una mirada más ejecutiva y macro la seguridad de una organización eléctrica, mientras que la IEC 62443 aborda desde un punto de vista más técnico y micro la seguridad de una subestación eléctrica.

- **Instalaciones:** Aseguramiento de las instalaciones físicas, los cibercriminales pueden interrumpir la continuidad operacional atentando contra la infraestructura física, creando así problemas de seguridad para los empleados en el sitio e incluso para los residentes cercanos. Por lo general estas interrupciones en los procesos de generación, transmisión y distribución también pueden hacer que la energía no sea segura para los consumidores. Una visión adecuada de cómo proteger la infraestructura eléctrica es aquella que nos permite confluir la seguridad física y la seguridad del ciberespacio en una sola mirada.

La Ciberseguridad industrial es el ámbito donde confluye la protección de los sistemas ciberfísicos en planta y la red Operacional OT.

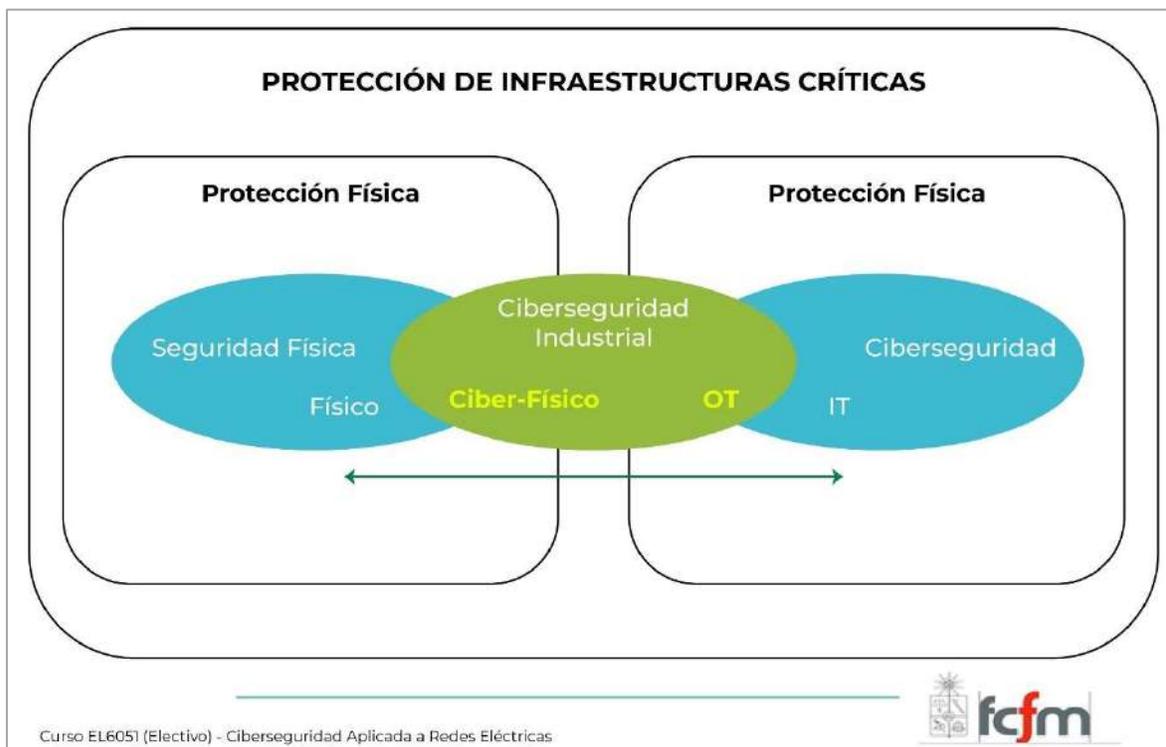


Figura 19

- **Continuidad Operacional:** Asegurar la productividad y la continuidad operacional. Los ciberataques a la industria de la energía normalmente están diseñados para causar demoras e interrupciones en la operación, dejando muchas veces a la comunidad sin servicio, provocando trastornos en el quehacer diario y a la organización muchas veces con daños financieros severos.

Se destaca un nuevo estándar de seguridad, el **IEC 62351** que es un estándar desarrollado para brindar seguridad adicional a una serie de protocolos que incluyen la serie IEC 60870-5, la serie IEC 60870-6, la serie IEC 61850, la serie IEC 61970 y la serie IEC 61968⁴⁰.

Los diversos objetivos de seguridad incluyen la autenticación de la transferencia de datos a través de firmas digitales, asegurando solo el acceso autenticado, la prevención de escuchas ilegales, la prevención de la reproducción y la suplantación de identidad, y la detección de intrusos.

- **Eficiencia operativa:** La falta de integración entre los diferentes elementos acoplados de seguridad junto con la fragmentación arquitectónica aumenta las ineficiencias operativas. Sin la integración entre los entornos de OT y TI, muchos flujos de trabajo de seguridad se deben administrar manualmente, lo que ralentiza los procesos y crea espacio para errores humanos. Además de retrasar la detección, la prevención y las respuestas de amenazas, los silos

⁴⁰ <https://virtualaccess.com/wp-content/uploads/2017/11/CS-IEC-62351-V1.pdf>

arquitectónicos crean redundancias en la administración de aplicaciones e incluso en las licencias de software y hardware, lo que aumenta los costos de gastos operativos.

- **Experiencia del cliente:** Las compañías de energía interactúan con sus clientes a través de aplicaciones electrónicas. Por lo tanto, la seguridad para estas plataformas pasa a ser crítica, ya que una violación de la seguridad podría exponer datos personales y confidenciales de los clientes, o bien puede dejar una puerta abierta para acceder a los SCADA.
- **Integridad del producto:** Las empresas de energía se dedican a proporcionar un servicio constante e ininterrumpido en geografías particulares. Se deben evitar las brechas o los ciberataques que provoquen cortes de energía o tiempo de inactividad para brindar un servicio ininterrumpido a los usuarios que confían en estas infraestructuras críticas.
- **Cumplimiento:** Las empresas de energía están sujetos a una amplia variedad de regulaciones y normas y, por lo general, están sujetos a la supervisión directa del gobierno a través de sus distintas entidades. Si bien las sanciones financieras por incumplimiento pueden ser altas, un costo aún mayor a menudo proviene del menoscabo de la reputación de la marca, en caso de incumplimiento o interrupción del servicio. Las organizaciones deben poder demostrar el cumplimiento de múltiples regulaciones y normas sin volver a cambiar al personal de las iniciativas estratégicas para preparar informes de auditoría.

Una Guía completa de referencia para diseñar la Ciberseguridad en Smart Grids se encuentra en la guía de la NISTIR 7628⁴¹, la cual entrega una estrategia, arquitecturas y requerimientos de alto nivel.

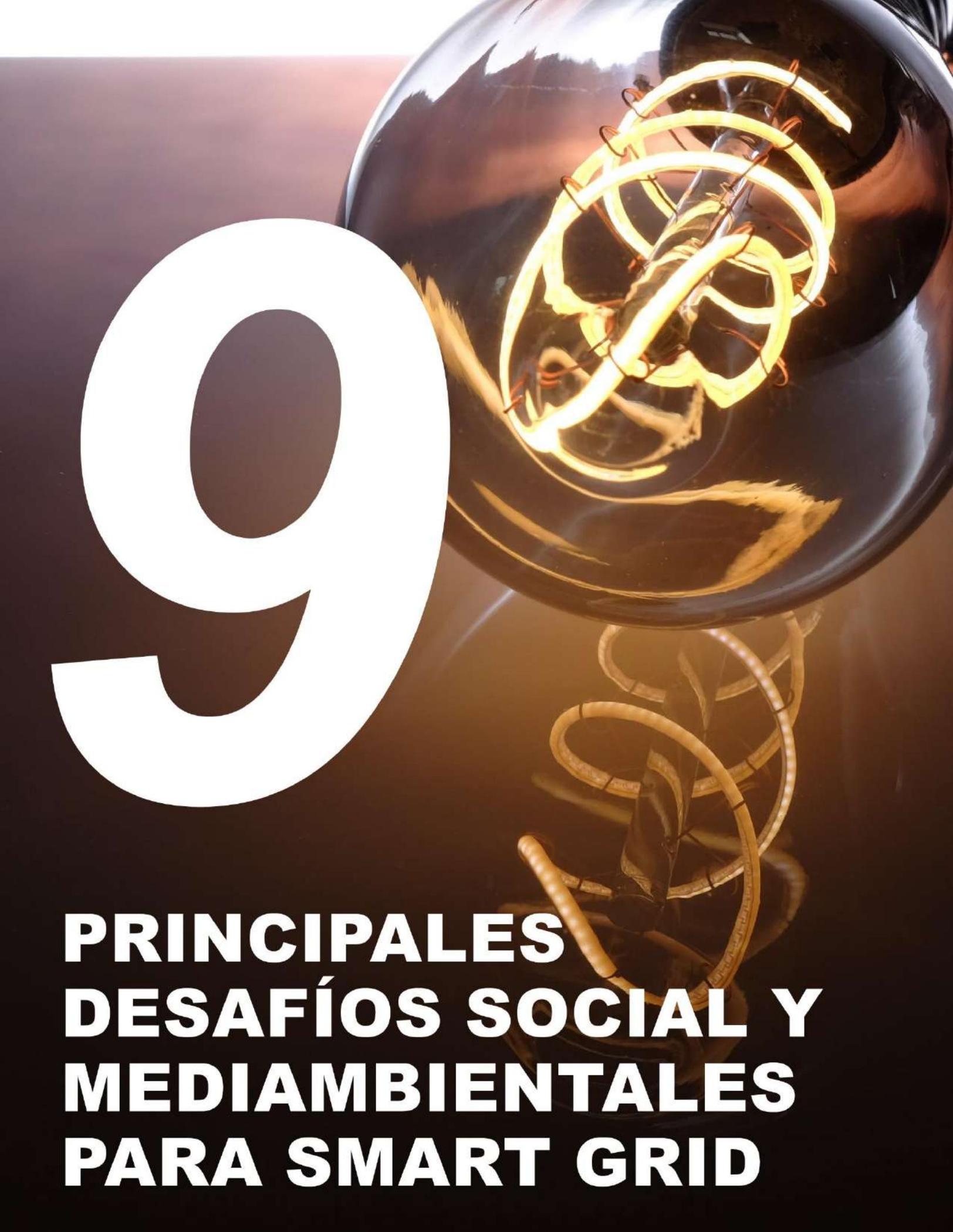
Por último, en su afán de seguir construyendo la Ciberseguridad en Chile, es que la Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación del Senado, y trabajo impulsado por el Senador Kenneth Pugh, acaba de publicar el siguiente documento “**Construyendo la Ciberseguridad en Chile**”⁴², donde el documento contó con la colaboración de 140 expertos, y se divide en ocho capítulos: Ciberseguridad y Políticas Públicas, Desarrollo Talento Ciber, Investigación Avanzada en Ciberseguridad (IAC), Tecnologías emergentes en ciberseguridad para Chile, Operadores de Servicios Esenciales, Estrategia Nacional Contra la Desinformación en Línea, Interoperabilidad e identidad digital, y Foro Nacional de Ciberseguridad, para la cuál el Senado concluye en lo siguiente:

⁴¹ <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2014/NIST.IR.7628r1.pdf>

⁴² https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/89176/1/Construyendo_la_Ciberseguridad_en_Chile.pdf

"Considerando las recomendaciones del presente informe, impulsaremos desde el Senado la creación del "Foro Nacional de Ciberseguridad", siguiendo la experiencia de otras naciones con instancias similares. Este importante paso formalizará el constante interés de la institución en el impacto de las tecnologías emergentes y gravitantes, teniendo siempre como norte el bienestar futuro de la Nación".

Como Cigre Chile, fuimos parte de este documento liberado, teniendo al Ing. Eduardo Morales como líder de la submesa de Operadores de Servicios Esenciales que tenía por objetivo poner la relevancia de la importancia de las Infraestructuras Críticas en Chile, dando un marco teórico de definiciones y lineamientos esenciales de carácter estratégico.



9

**PRINCIPALES
DESAFÍOS SOCIAL Y
MEDIAMBIENTALES
PARA SMART GRID**

9. PRINCIPALES DESAFÍOS SOCIAL Y MEDIOAMBIENTALES PARA SMART GRID

Los principales drivers que destacamos para avanzar en material socio-medioambiental y abordar los desafíos sociales y medioambientales para llegar a una red eléctrica inteligente segura son:

- **Nueva Estrategia de Medidores eléctricos inteligentes** -> *porque permite aclarar los beneficios de esta tecnología para los clientes acompañada de un modelo económico competitivo que permita a quién tenga un medidor inteligente optar a tarifas más bajas y ser un futuro prosumidor con todas las ventajas que esto conlleva.*
- **Fomentar la Visión de Economía Circular en el sector eléctrico** -> *porque de esta manera generamos menos desechos y fomentamos a ser más innovadores con el ciclo de vida del producto de la energía.*
- **Eficiencia energética y reducción de Emisiones de Carbono** -> *porque la eficiencia energética y reducir las emisiones de carbono asociadas a la generación y consumo de electricidad, implican optimizar el uso de la energía a lo largo de toda la cadena, desde la generación hasta el consumo final.*

DESAFÍOS

En este punto se analizarán los principales desafíos sociales y medioambientales asociados a la implementación de Smart Grids o redes eléctricas inteligentes. Estas infraestructuras tecnológicas tienen como objetivo mejorar la eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad del suministro eléctrico. Sin embargo, su adopción plantea importantes retos que deben abordarse para garantizar su éxito a largo plazo.

DESAFÍOS SOCIALES

- **Privacidad y seguridad de datos:** Uno de los principales desafíos sociales en el contexto de las Smart Grids es la protección de la privacidad y seguridad de los datos generados por los sistemas inteligentes. Estos recopilan información detallada sobre el consumo energético de los usuarios, lo que podría comprometer su privacidad si no se implementan medidas adecuadas de protección y gestión de datos.
- **Participación ciudadana y aceptación pública:** La implementación de Smart Grids implica cambios en la forma en que los consumidores interactúan con la red eléctrica. Para lograr una transición exitosa, es fundamental fomentar la participación ciudadana y garantizar la aceptación pública. Esto implica educar a los usuarios sobre los beneficios de las redes inteligentes y darles voz en la toma de decisiones relacionadas con la infraestructura eléctrica.
- **Equidad en el acceso a la energía:** Las Smart Grids tienen el potencial de mejorar la eficiencia energética y facilitar el acceso a fuentes de energía renovable. Sin embargo, existe el riesgo de que los beneficios de estas tecnologías no se distribuyan equitativamente, dejando atrás a comunidades desfavorecidas o de bajos recursos. Garantizar la equidad en

el acceso a la energía es un desafío social crítico que debe abordarse en la implementación de Smart Grids.

DESAFÍOS MEDIOAMBIENTALES

- **Integración de fuentes de energía renovable:** Uno de los principales desafíos medioambientales para las Smart Grids es la integración eficiente de fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica. Estas fuentes son inherentemente intermitentes y requieren sistemas de gestión inteligente para equilibrar la oferta y la demanda de energía de manera eficiente. La capacidad de integrar y gestionar estas fuentes de manera efectiva será crucial para maximizar los beneficios medioambientales de las Smart Grids.
- **Gestión de la demanda energética:** La gestión de la demanda energética es otro desafío medioambiental importante. Las Smart Grids permiten a los usuarios tener un mayor control sobre su consumo energético y fomentar prácticas más sostenibles. Sin embargo, es necesario promover la conciencia y la participación activa de los consumidores para lograr cambios significativos en los patrones de consumo y reducir la demanda global de energía.
- **Resiliencia y adaptabilidad al cambio climático:** El cambio climático representa una amenaza significativa para la infraestructura eléctrica. Las Smart Grids deben ser diseñadas y operadas con enfoques de resiliencia para hacer frente a eventos extremos

RESPECTO DE LOS PRINCIPALES DRIVERS, PODEMOS COMENTAR

1. MEDIDORES INTELIGENTES

Los medidores inteligentes, también conocidos como medidores avanzados o contadores inteligentes, representan una parte fundamental de las Smart Grids. Estos dispositivos permiten la medición precisa y en tiempo real del consumo energético de los usuarios, así como la comunicación bidireccional de datos entre los consumidores y los proveedores de servicios eléctricos. Sin embargo, la implementación de medidores inteligentes también plantea desafíos significativos.

En primer lugar, la privacidad y seguridad de los datos recopilados por los medidores inteligentes son de suma importancia. Estos dispositivos generan una gran cantidad de información sensible sobre los hábitos de consumo de los usuarios, lo que requiere medidas sólidas de protección de datos para garantizar la confidencialidad y evitar posibles vulnerabilidades en la seguridad cibernética.

Además, la adopción masiva de medidores inteligentes también implica la necesidad de educar a los usuarios sobre los beneficios y la importancia de estos dispositivos. Es esencial garantizar la aceptación pública y fomentar la participación ciudadana en la toma de decisiones relacionadas con la instalación y el uso de los medidores inteligentes. Esto puede incluir campañas de información, capacitación y la creación de canales de comunicación efectivos para abordar las inquietudes y consultas de los usuarios.

2.ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular se presenta como un enfoque esencial para abordar los desafíos medioambientales asociados a las Smart Grids. Este concepto se basa en la idea de reducir, reutilizar y reciclar los recursos para minimizar los residuos y maximizar la eficiencia de los sistemas.

En el contexto de las Smart Grids, la economía circular implica la implementación de estrategias y tecnologías que fomenten la reutilización de equipos y componentes, así como el reciclaje adecuado de los materiales utilizados en la infraestructura eléctrica. Esto incluye la gestión adecuada de los desechos electrónicos y la adopción de prácticas de diseño sostenible en la fabricación de equipos y dispositivos relacionados con las redes inteligentes.

Además, la economía circular también aborda la planificación eficiente de los recursos energéticos y la optimización de la gestión de la demanda. Esto implica promover la eficiencia energética, fomentar el uso de energías renovables y reducir las emisiones de carbono asociadas a la generación y consumo de electricidad.

3.EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CARBONO

La eficiencia energética y la reducción de emisiones de carbono son objetivos clave en la implementación de las Smart Grids. Estas tecnologías inteligentes buscan optimizar el uso de la energía y facilitar la transición hacia fuentes de energía más limpias y renovables.

Para lograr la eficiencia energética, las Smart Grids emplean tecnologías avanzadas de control y monitoreo que permiten una gestión más precisa y eficiente de la demanda y el suministro de energía. Esto incluye la implementación de sistemas de gestión de la demanda, el uso de algoritmos de optimización y la integración de dispositivos de respuesta a la demanda. Además, las Smart Grids fomentan la reducción de las emisiones de carbono al facilitar la integración de fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, en la red eléctrica. Estas tecnologías inteligentes permiten una gestión más flexible y dinámica de la generación y distribución de energía, contribuyendo así a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles y a la mitigación del impacto ambiental asociado a la producción de electricidad.

Con estos enfoques, las Smart Grids promueven la eficiencia energética y la reducción de emisiones de carbono, allanando el camino hacia un sistema eléctrico más sostenible y resiliente desde el punto de vista medioambiental.

REFLEXIÓN PROFUNDA

La introducción de cambios tecnológicos no se agota en la sola adopción de las nuevas tecnologías sino que resulta necesario que, de forma previa, se determine con precisión las implicancias de los cambios que se pudieran generar para la sociedad, tanto en aspectos sociales, éticos y ambientales.

Como premisa fundamental, cabe señalar que cualquier tipo de mejora e innovación que tenga directo impacto en la sociedad que la recepciona debiera ser ponderada en relación a las correlativas mejoras que aquellas pudieran brindar a la sociedad, para lo cual se debe conocer a cabalidad cuales son las necesidades que enfrenta la ciudadanía de un país determinado.

En el caso de Chile, no existe a nivel institucional un cuerpo articulado que examine el impacto regulatorio de las políticas públicas ex ante a su ejecución, lo que genera que no siempre se cuente con una meridiana claridad respecto a los objetivos perseguidos y, por ende, tampoco existe una real revisión de los impactos que aquellas pudieran producir en la ciudadanía, así como tampoco en términos institucionales, lo que genera descoordinación regulatoria en todas aquellas materias que tienen relación directa o indirecta con las nuevas medidas.

Específicamente, en materia de digitalización y redes inteligentes es de relevancia y utilidad tener a la vista los procesos que se han llevado adelante en Europa en materia de implementación de redes inteligentes, en tales casos no solo se ha debido ejecutar la implementación a nivel nacional, sino que además se han dictado directrices de alcance europeo a fin de armonizar las medidas en todos los países miembros de la Unión Europea, por tal razón su proceso es de gran relevancia como guía y ejemplo de ponderación de necesidades y desafíos sociales a los que las redes inteligentes pueden contribuir en términos de su satisfacción.

Tal como se señala en el artículo *Smart grids in the European Union: Assessing energy security, regulation & social and ethical considerations*⁴³, la aproximación hacia la transición a una economía baja en carbón adoptada por la Comisión Europea, tiene las características de ser nueva, dinámica, digital y se basa en modelos económicos de uso eficiente de recursos. Esto incrementaría el re uso de materiales para agregar valor al ciclo de vida de cada producto y reduciría la dependencia al abastecimiento externo de recursos naturales, lo que podría ser una oportunidad sustancial para superar las desigualdades existentes en los Estados miembros de la Unión Europea (...). En este contexto aparece el concepto de modelo de economía colaborativa como uno de los beneficios que las redes inteligentes traen aparejados.

La economía colaborativa, como concepto, apunta a un nuevo modelo de actividad económica centrado en la ayuda mutua que pone el énfasis en el intercambio de productos que se realiza de forma “no tradicional” en relación a precios, canales de compra y venta, necesidades e involucrados, caracterizándose por un fuerte componente digital en su desarrollo.

La economía colaborativa provee la oportunidad para que individuos y/o comunidades ofrezcan sus activos, tiempo y herramientas dentro del mercado digital. Esto es particularmente relevante para

⁴³ [Leal-Arcas, Rafael & Lesniewska, Feja & Proedrou, Filippos. \(2017\). Smart grids in the European Union: Assessing energy security, regulation & social and ethical considerations.](#)

Así, como primera aproximación, los beneficios que se prevea que pueden obtenerse de la implementación de redes inteligentes en nuestro país, deben ser definidos, idealmente, de forma previa, a fin que estos alcancen específicamente a la población que se encuentre en mejor posición para reeditarlos, por ejemplo, en caso que se busque impulsar modelos de economía colaborativa deberá ponerse el acento en asociaciones de emprendedores y pequeñas y medianas empresas a fin de identificar las principales necesidades y brindarles soluciones ajustadas a ellas, las que pueden ir desde sistemas de generación de energía hasta acceso a dispositivos que brinden una mayor conectividad.

Asimismo, en el caso de la educación será necesario focalizar las medidas en aquellas zonas geográficamente distantes con escasa conectividad, a fin de disminuir las brechas en acceso y equidad asociadas a fuentes de energía, artefactos, dispositivos electrónicos, etc. Tal como ha quedado de manifiesto con ocasión de la pandemia, estas necesidades afectan no solo a las zonas geográficamente aisladas sino que también a las urbanas y actualmente pueden ser identificadas con mayor facilidad a través de los establecimientos educacionales.

Por otro lado, el Estado debiera considerar políticas que incluyan medidas de fomento destinadas a minimizar los costos que pudieren derivarse de la implementación de redes inteligentes asociados a obsolescencia digital e integración de tecnología, identificando los sectores que pudieren encontrarse en la necesidad de realizar recambios tecnológicos, para ello, de forma previa a la implementación se debe determinar cuáles podrían ser los sectores más afectados en ese respecto.

Finalmente, en lo relativo a los beneficios que las Smart Grids pudieren reportar de forma generalizada a la población a través de una rebaja de precio en las tarifas, cabe hacer presente que de acuerdo a lo indicado por la Comisión Nacional de Energía en el Informe final “Revisión de mecanismos de tarificación de implementaciones de Smartgrid”⁴⁵, el marco normativo aún presenta rigidez para incorporar el traspaso de los beneficios y costos a señales de precios a los usuarios.

En el caso chileno resultaría de gran utilidad mirar la experiencia de Estados Unidos en lo relativo a la implementación de redes inteligentes, dentro de las condiciones que fueron consideradas estuvo la sugerencia del Departamento de Energía de ese país referida a llevar a cabo proyectos pilotos que actuaran como ejemplo y lección y, que a su vez, enriquecieran el conocimiento del mercado.

⁴⁵ [Comisión Nacional de Energía. 2016. Recuperado en: https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2016/10/201212-REVISI%C3%93N-DE-MECANISMOS-DE-TARIFICACI%C3%93N-DE-IMPLEMENTACIONES-DE-SMARTGRID.pdf](https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2016/10/201212-REVISI%C3%93N-DE-MECANISMOS-DE-TARIFICACI%C3%93N-DE-IMPLEMENTACIONES-DE-SMARTGRID.pdf)

“Si se busca el traspaso de los beneficios de las Smart Grids a la ciudadanía, en una primera etapa resulta fundamental que los esfuerzos se focalicen en población específica atendiendo a las necesidades concurrentes, para ello se debiera contemplar la realización de procesos participativos que estén conformados no solo por representantes de segmentos técnicos, sino que además participen representantes de diversos sectores ciudadanos.

Lo anterior no solo determinará el éxito de la implementación de las redes inteligentes sino que además, a partir del aprendizaje que de ello se obtenga, se podrán proyectar soluciones generales más ajustadas a la realidad nacional en los años venideros”.

The background of the image is a sunset sky with warm orange and yellow tones. A dark silhouette of a wind turbine is visible, with its blades extending across the frame. The number '10' is prominently displayed in the lower half of the image in a large, white, sans-serif font.

**PRINCIPALES
DESAFÍOS
ECONÓMICOS Y
NUEVOS NEGOCIOS
PARA SMART GRID**

10

10. PRINCIPALES DESAFÍOS ECONÓMICOS Y NUEVOS NEGOCIOS PARA SMART GRID

Los principales drivers que destacamos como grupo de trabajo para avanzar en materia económica para llegar a una red eléctrica inteligente segura se resumen en las siguientes premisas:

- Para lograr la masificación de las Smart Grid se requiere mostrar beneficios económicos. Esto se puede lograr si los usuarios ven una reducción tarifaria o puedan percibir una mejor calidad en el servicio.
- Los usuarios deberían percibir una mayor eficiencia y seguridad en la transmisión de la electricidad, minimizando los cortes de suministro ante posibles fallas. El restablecimiento del servicio eléctrico sería mucho más rápido en una Smart Grid. También se debería percibir una reducción de los máximos de demanda, al controlar toda la información de los ámbitos implicados.
- Se requiere seguir fomentando el uso definitivo y mayoritario de energías renovables para aumentar las inversiones de capital que permitan el mayor desarrollo del mercado económico eléctrico en Chile.
- Se requiere incentivar nuevos modelos de negocios que mejoren la calidad de la red eléctrica basados en tecnologías TIC avanzadas (IA, Blockchain, Big Data, IoT)

Reflexión basada en el documento de la Imperial College del Reino Unido (2018), "Redesigning, Regulation, Powering from the future"⁴⁶.

La transformación del sector de la distribución de la energía eléctrica requiere de una reflexión profunda y análisis de un diseño de mercado totalmente nuevo. El cambio fundamental es el cambio de paradigma desde una única fuente de energía despachada en forma centralizada a fuentes múltiples considerando el tiempo, la ubicación y servicio del sistema. Sumado a esto, el nuevo sistema ofrece diversas opciones tecnológicas y bidireccionales de provisión, todo facilitado por una revolución digital. Los consumidores finales, deben esperar beneficiarse de esta transformación a través de servicios mucho más personalizados que brindan opciones significativas.

⁴⁶ <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/collaborative-publications/Redesigning-Regulation---Powering-from-the-future.pdf>

Este rediseño significa evolucionar hacia un mercado más colaborativo, agregando nuevos valores al mercado:

- Valor para el consumidor final: destacando donde se agrega o se reduce valor del consumidor final dentro del sistema.
- Aumento de la eficiencia y la productividad: identificando barreras para una mayor eficiencia y productividad.
- Nuevos valores y nuevos costos: desarrollar un nuevo conjunto de costos y valores que reflejan el valor de la optimización del sistema en lugar del costo de una unidad de energía.
- Presiones verticales de la cadena de suministro: identifique dónde incentivos en la cadena de suministro pueden introducirse, y donde las relaciones comerciales libres pueden reemplazar las relaciones "reguladas".
- Claridad en torno a los roles y responsabilidades: asegúrese de que los roles y las responsabilidades son claras y apropiadas en un sistema eléctrico cambiante. Reasignación de riesgos: distribuya el riesgo dentro del sistema en los lugares con los actores pueden realizar mejores acuerdos comerciales y mejores precios considerando el riesgo.
- Complejidad vs simplicidad: reasignación del balance complejidad /simplicidad que puede ofrecer los mejores resultados para el consumidor final
- Papel de la regulación: calibrar con mucho más detalle los puntos de necesidad regulatoria
- Nuevos acuerdos de mercado: identificar la necesidad y la naturaleza de nuevos Mercados que podrían ofrecer el mayor valor y beneficios para todo el sistema.

Uno de los aspectos a modificar, es el riesgo de compartir mucha información. Para esto se define el concepto de perímetro de información y plantea que la regulación debe hacerse cargo de los riesgos:

- Responsabilidad en la distribución: las empresas son responsables de sus negocios y resultados - no el regulador.
- Evaluación de riesgos: evaluación de riesgos más eficazmente y gestionar los riesgos a través de sanciones.
- Claridad sobre lo inaceptable: establecer que es inaceptable.
- Aplicar drásticas y oportunas sanciones: no tengas miedo de fuerte cumplimiento
- Impulsar la mejora continua: emplear medidas para levantar los "pisos", privilegiando lo más rápido en lugar de lo más lento.
- Todas las intervenciones deben apuntar a impulsar mayor productividad, eficiencias e innovación y, lo que es más importante: La regulación debe evitar regular cualquier modelo de negocio: deje que el o los empresarios se les ocurre los nuevos negocios, y luego regularlos.
- La regulación debe evitar "falsa" competencia que no agrega valor para los consumidores. Más bien debe permitir racionalizar la cadena de suministro si eso ofrece un mejor valor a los consumidores.
- Evitar socializar cualquier riesgo. Es razonable reconocer que existen algunos aspectos del sistema que necesitan "socializar", pero estos deben ser sometidos a un escrutinio minucioso.
- Se está volviendo cada vez más difícil para el regulador gestionar la complejidad emergente y cambiante del mercado.

- El regulador necesita cambiar su posición en el sector dejando de dirigir la orquesta a sentarse en la primera fila con la audiencia. *(Un mercado que pone el foco en los clientes y a partir de ahí diseña políticas y reglas del juego)*
- El regulador debe estar concentrado sobre el riesgo existente y emergente, y adoptar una actitud más anticipatoria, modelo predictivo de riesgo.
- Muchos otros reguladores están revisando su enfoque a evaluación de la complejidad y los riesgos utilizando datos, nueva evaluación de riesgos, herramientas y como por ejemplo ser menos determinista, y considerar ser cada vez más duro con las sanciones.

Proteger a los consumidores de servicios esenciales

- Se recomienda que exista un único regulador del consumidor final de servicios esenciales
- Fusionar las partes de los consumidores y de los reguladores existentes, en un solo regulador de consumidores para servicios esenciales.
- Clasificar la vulnerabilidad de forma adecuada y fusionar las responsabilidades de vulnerabilidad del consumidor en todos los servicios esenciales.
- Desarrollar un régimen común de defensores de los clientes de servicios esenciales.
- Fusionar la función de defensa del consumidor para reflejar el nuevo mandato del regulador de servicios esenciales
- Adoptar nuevos principios de protección al consumidor.
- Acelerar el recorrido del cliente, identificando nuevos riesgos
- Desarrollar un sistema de etiquetado de "complejidad"
- Introducir nuevos pesos y medidas que reflejen los nuevos valores en los servicios esenciales.

Transformar los generadores proveedores en minoristas

- Adoptar un esquema de garantía respaldado por seguros para reemplazar licencias de proveedores.
- Regular la electricidad, pero no la empresa.
- Impulsar un régimen de mejora continua basado en riesgo y calificación.

Necesitamos alejarnos de la licencia de proveedor actual y abrir el mercado a productos variados y diversos proveedores de productos y servicios orientados al consumidor. Con la diversidad vienen diferentes riesgos que pueden ser mejor gestionados a través de un sistema dinámico de garantía respaldado por un seguro-riesgo prima - la primera línea de sanción. Esto proporcionará al regulador la flexibilidad de crear un modelo de mejora continua que eleva los estándares y crea sanciones integradas y continuas

Tarifas y precios de la energía

- Los datos son de propiedad de los clientes: todos los datos del sistema energético deben desplegarse para el beneficio del sistema y se presume para el bien público.
- Contratos de compra de energía más transparentes: mayor análisis de datos y activos. La transparencia impulsará una contratación más ajustada de energía
- Nuevos requisitos de datos: todas las regulaciones, contratos y licencias futuros. Las condiciones deben incluir requisitos de recuperación y divulgación de datos
- Gobernanza de datos clara, pero simple: los datos del sistema energético requieren un marco de gobernanza para garantizar el cumplimiento y las necesidades de integración, medidas de seguridad en torno a fallos de datos y ciberseguridad. El regulador de Reino Unido creó un Energy Data Taskforce. La idea es liberar datos. Es una actividad continua. Sin embargo, es importante empezar lo antes posible. No solo los datos permitirán tomar decisiones con las que viviremos durante décadas, pero los actores en el sistema ya están empezando a reconocer el valor de los datos y capturando este valor aportando mayor claridad sobre necesidad, ubicación y función.
- Mejor apertura de precios: con visibilidad de las necesidades del sistema, mayor descubrimiento de precios y la presión competitiva será posible, impulsando los mercados a descubrir las mejores soluciones con el mayor valor del sistema.
- Mejora del lado de la demanda a mercados regulados desde la demanda: mayor conocimiento del sistema, el rol y el valor de DDR (Respuesta a Demanda por Despacho).
- Hacer más transparente el sistema, permitirá ganancias de eficiencia y productividad.

Conclusiones y Recomendaciones

El artículo propone repensar la estructura del sector eléctrico del Reino Unido. La idea de los autores es que el mercado eléctrico se ha transformado y que se aproxime a los mercados de consumo normales, con muchas opciones para los consumidores.

El artículo nos invita a una reflexión de qué cosas podríamos aplicarlas en Chile.

Uno de los cambios específicos propuestos es incentivar que los generadores se transformen en minoristas. Por otra parte, propone que los clientes “prosumers” provean otros servicios como podrían ser los servicios complementarios. El artículo destaca el valor de la información y aboga por hacer más transparente la información.

No menciona mecanismo como comercialización o un organismo para administrar la información, pero bien se podrían pensar como una búsqueda de mejora en el mercado eléctrico en Chile que nos permitan ampliar el mercado y crear beneficio a la ciudadanía con nuevos actores y funciones que agregan valor al mercado eléctrico.

El documento abre la puerta a revisar el concepto de monopolio natural, con el que se ha construido el sector eléctrico de la distribución, que se usa para simplificar el manejo del riesgo, llevando a una concentración de activos.

El artículo reconoce que se debe buscar mecanismos para manejar los riesgos asociados a una nueva organización del sector eléctrico de la distribución:

- a) Fallas que producen pérdidas de suministro
- b) Fallas que significan mala calidad del servicio
- c) Fallas de seguridad de la información (ciberseguridad)
- d) Fallas en la cadena de pago

El documento propone sistemas de incentivos y castigos para administrar estos riesgos.

La idea es transformar un sector eléctrico orientado a la descarbonización, descentralización y digitalización.

La propuesta enfatiza que no se trata de "transición", sino de una "transformación". El impacto de esta transformación será un nuevo sistema con nuevos valores, nuevos costos, nuevos actores, nuevas oportunidades y nuevos riesgos. Sin duda que la evolución de nuestro mercado no estará libre de riesgos, pero vale la pena sentarnos a reflexionar si el sistema eléctrico actual que tenemos requiere una evolución que apalanque una Red Eléctrica Inteligente Segura que es la base para llegar a la meta de la Transición Energética hacia el 2050.

El desafío no nos exige reformas puntuales, nos exige nuevos pensamientos regulatorios y políticos para asegurarse de capturar este nuevo valor, el valor que lo obtendremos de los propios datos que genere el sistema siguiendo la tendencia emergente de las organizaciones del Data-Driven⁴⁷.

Los factores para la transformación:

- Valor de la energía: transitar de un valor atemporal a uno asociado al momento, al punto de retiro y la funcionalidad.
- Nueva forma del mercado: transitar de un conjunto lineal de costos de "transferencia", a un conjunto disperso de agentes del mercado de múltiples actores y funciones múltiples desde el cliente final hasta el generador
- Impacto de la tecnología: transitar de un modelo operativo basado en una producción monolítica a uno impulsado por una variedad de mini, maxi y mega intervenciones basadas en datos, todas con diferentes valores y riesgos.
- Cambiar las expectativas de los consumidores: ofrecer opciones para consumidores que aceptan un producto no diferenciado con solo un conjunto básico de opciones y para otro

47

https://www.ese.cl/ese/site/artic/20210518/asocfile/20210518180050/data_driven_organization_que_es_una_organizacion_dirigida_por_datos.pdf

público más empoderado que espera nuevos tipos de servicios adaptados a sus preferencias y estilos de vida.

Finalmente, un estudio de la Deusto Business School, Universidad de Deusto, “Nuevos Modelos de Negocio en Electricidad para la Transición Energética”, nos muestra la complejidad de los factores de cambio directos y transversales que influyen en el sector eléctrico, por lo que cada país debe buscar las mejores condiciones regulatorias y económicas que busquen el óptimo para el mercado y la sociedad⁴⁸:

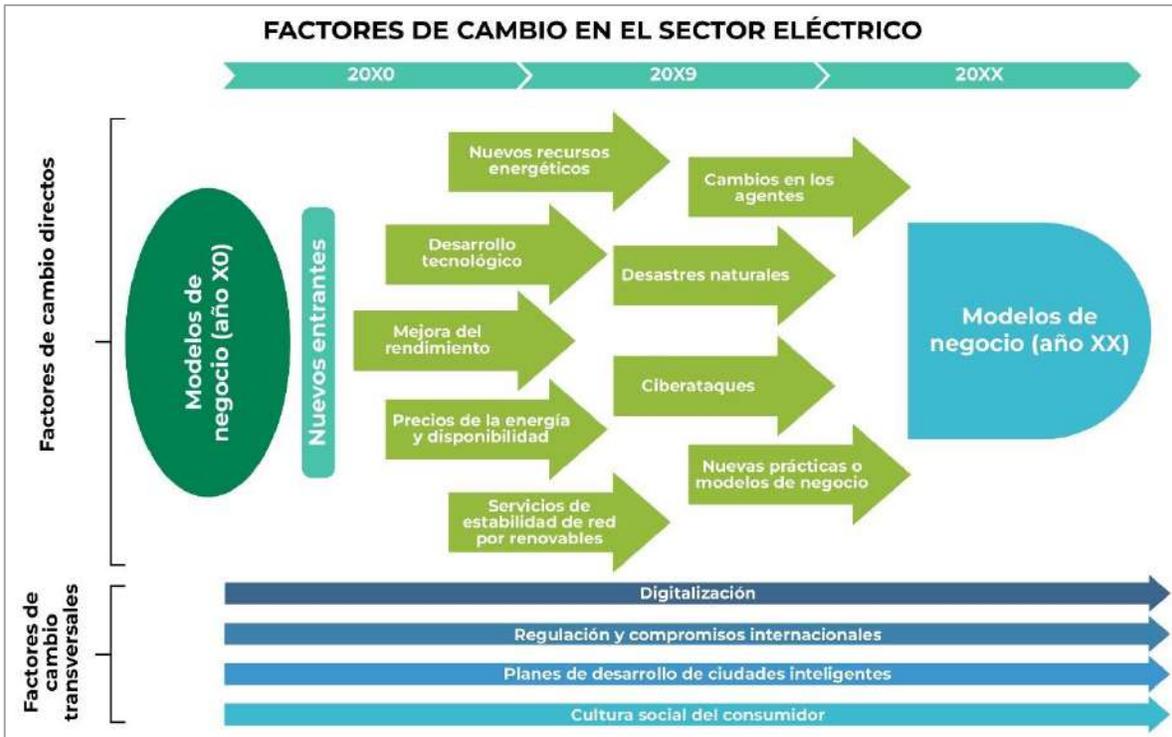


Figura 20

48

<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/416/LARREA%20BASTERRA%20y%20BILBAO%20OZAMIZ.pdf>

PRINCIPALES DESAFÍOS PARA UNA NUEVA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL EN SMART GRID

11

The image features a large, bold, white number '11' centered in the lower half. The background consists of a vast field of solar panels stretching towards the horizon, set against a bright blue sky filled with fluffy white clouds. The solar panels are arranged in a grid pattern, and their blue color contrasts with the white text and sky.

11. PRINCIPALES DESAFÍOS PARA UNA NUEVA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL EN SMART GRID

- Se requiere analizar nuevos actores y nuevos roles en las instituciones existentes para gestionar y gobernar los datos tanto operacionales como transaccionales que se vendrán con la nueva infraestructura digital.
- Se requiere comenzar a difundir los procesos y metodologías del Gobierno y Gestión de los Datos basados en estándares o frameworks internacionales como DAMA⁴⁹.
- Un nuevo enfoque organizacional y de gestión de la red eléctrica inteligente basada en una Gestión Cibernética (Cybernetic Management⁵⁰), una mirada Organizacional de Sistemas^{51,52}.

Dentro de los aspectos que pudieren requerir de una institucionalidad específica para la implementación de las Smart Grids, deben considerarse los aspectos que sería necesario regular de formar vinculante, dentro de esos se pueden contar:

1. INSTITUCIÓN A CARGO DEL ESTABLECIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE MÍNIMOS TÉCNICOS NECESARIOS

Cabría determinar si el sistema chileno cuenta en la actualidad con alguna institución que, de acara a la implementación de Smart Grid, pudiera contar con la capacidad técnica necesaria para establecer y fiscalizar el cumplimiento de las condiciones y requerimientos técnicos mínimos que se requerirían para la referida implementación.

Luego de determinado lo anterior, cabría determinar si actualmente es necesario dotar a la institución de nuevas facultades legales para el desarrollo de facultades en materia de Smart Grid. En el contexto indicado, la labor de esta institución debiera contemplar la fijación de condiciones para cada uno de los actores, nuevos y tradicionales, a fin de garantizar la certeza que se requiere, y que resulta adecuada, a fin de realizar las inversiones necesarias para la implementación del sistema.

⁴⁹ <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/193748/Modelamiento-e-implementacion-de-un-plan-de-gobierno-de-datos-en-la-Universidad-de-Chile-utilizando-el-framework-DAMA.pdf?sequence=1>

⁵⁰ <https://www.redalyc.org/pdf/206/20611495014.pdf>

⁵¹ <file:///Users/eduardomorales/Downloads/journaladm,+1155-3588-1-CE.pdf>

⁵² <https://www.andeslibreria.com/libros/ciencias/administracion/produccion-y-calidad/sistemas-organizacionales-el-manejo-de-la-complejidad-con-el-de-alfonso-reyes-alvarado-libro-impreso-9789587743524>

2.COMERCIALIZADORA

La comercializadora de energía, en el contexto del funcionamiento de las Smart Grid, juega un papel relevante en la mejora de la provisión de los servicios a los consumidores finales, aportando también en el aumento de la calidad de la gestión y operación del sistema.

En términos generales, dentro de las principales ventajas que son capaces de generar, cabe considerar: una mejor administración de los contratos que suscribe, posibilidad de establecer tarifas precisas, mayor eficiencia en la administración y gestión del negocio, tarifas diferenciadas para consumos interrumpibles.

En materia de contratos, la comercializadora será el actor que suscribe contratos con generadores como con los consumidores finales, por lo que la gestión de la información que genera una red inteligente debiera permitirle una administración de contratos mucho más eficiente que la actual, generando mejores condiciones que se debieran traducir en precios más precisos y flexibles, dentro de otros aspectos.

Las comercializadoras, además de la provisión de energía, se encuentran en buen pie para la provisión de servicios adicionales tanto a consumidores finales como a generadores, por lo que la regulación debiera contemplar normas detalladas respecto a la identificación y regulación del alcance de las facultades que se le otorgarán a las comercializadoras en materia de provisión de servicios adicionales en base a la información que manejan. En ese sentido, resultaría muy relevante contemplar regulación que establezca la propiedad de la información que se genera y normas estrictas de uso de la misma, así como el establecimiento de los permisos que debieran obtenerse cuando exista manejo de información de otro titular, a fin de impedir que la venta de servicios adicionales se base en uso de información de propiedad de un tercero.

En términos generales, las comercializadoras adoptan un importante rol en materia, pero la normativa que las regula debe contemplar claros límites a las facultades que se le otorgan y el alcance de los servicios que prestarán.

Cabría esperar que se establezcan nuevas definiciones legales, o se amplíe el alcance de las existentes, en lo referido a información reservada, sensible o privilegiada, y se norme su uso y las consecuencias del mal uso de la misma.

3.GESTOR DE DATA

La información que se genera a partir del uso de Smart Grid es un aspecto fundamental y relevante, no solo para la igualdad de condiciones de los actores que intervienen en el sistema, sino que posibilitan un mejor aprovechamiento de la red.

Derivado de lo anterior, el gestor de data adquiere un rol fundamental para el desarrollo y mejor aprovechamiento del sistema, pero resulta imprescindible la regulación que se dicte respecto a la titularidad, recopilación, almacenamiento, análisis, seguridad y uso de los datos. Por ejemplo, en el caso del Sistema Interconectado Nacional, es importante que así como existen “open access” a las

redes, se deben regular el acceso a los datos, como por ejemplo la mensajería de los equipos IED, que corresponden a protecciones, controladores y medidores inteligentes.

En primer término, corresponderá definir el carácter del o los gestores de data, si serán públicos o privados, las condiciones que deben cumplir y sujetos a qué tipo de fiscalización quedan.

En lo referido a la titularidad, la legislación deberá establecer expresamente quién es el titular de la propiedad de los datos que se generan, y el alcance jurídico de tal propiedad, así como los límites temporales que fijan la titularidad de uno u otro actor en las diversas etapas de manejo de datos.

En cuanto a la recopilación y almacenamiento, la legislación debiera regular la forma, estándares y protocolos de seguridad que deben cumplirse en la recopilación de datos, mientras que respecto del almacenamiento, será fundamental contemplar normas que establezcan los mínimos legales y técnicos que garanticen la seguridad y disponibilidad de los datos mientras se encuentren almacenados, por ejemplo, si se contemplará que el almacenamiento se radique en territorio nacional, responsabilidad de los gestores y/o de las comercializadoras, funciones fiscalizadoras, entre otras.

A nivel técnico, pudiera ser necesario que a través de la normativa técnica, emitidas por la CNE se ordenen la adopción de medidas y protocolos de seguridad, tales como cifrado de datos, protocolos que contemplen autenticación de perfiles y procesos de análisis de datos que garanticen la debida privacidad y seguridad.

UNA REFLEXIÓN DEL VALOR DE LOS DATOS

Un nuevo enfoque de los datos como un cambio de paradigma donde: *“Los flujos de Datos en el Sistema Eléctrico Futuro serán igual o más importantes que los flujos de Energía”*, facilitará gran parte del cambio regulatorio y nuevos modelos de negocio para el sistema, y es un facilitador verdaderamente interesante del nuevo sistema energético. A continuación, algunas definiciones importantes a tener en cuenta, basadas en el documento de la Imperial College del Reino Unido (2018), *“Redesigning, Regulation, Powering from the future”*:

Definir los datos del sistema como un bien público:

- Los datos del sistema energético se presumen para el bien público a menos que quede evidenciado como datos de propiedad.
- Introducir requisitos adecuados de recuperación y divulgación de datos en todas las licencias y acuerdos contractuales existentes.
- Establecer una estructura de gobierno adecuada para los datos del sistema.
- Dar forma a un conjunto de principios que indiquen el valor de los datos con los requisitos de sistema y transparencia.
- Determinar un calendario claro para la implementación de la publicación de datos.
- Establecer una lista de los conjuntos de datos que tendrán el mayor valor para el sistema.

Estructura del Sector

- Claridad en los roles de cada uno de los jugadores del sistema: con visibilidad, la interrelación y acciones tomadas por el sistema operador, propietarios de transmisiones y operadores de redes de distribución puede coordinarse eficazmente.
- Aprovechamiento de nuevos activos energéticos: las nuevas energías los activos estarían abiertos, más flexibles y más transparentes.

Política y gobernanza

- Simetría de información: la política y la regulación pueden evaluar con precisión las necesidades, los riesgos, resiliencia y potencial del sector energético, con menor asimetría del conocimiento.
- Necesidades e inversión de la red: con mayor visibilidad, tanto el operador de red como el regulador serán capaces de hacer más precisas las decisiones en torno a la inversión.

Nuevos actores

- Abrirse a nuevos actores: con mayor desglose de precios e información sobre las necesidades del sistema, nuevos actores podrán evaluar si el mercado es apropiado o deseable entrar. Un ejemplo de estos actores son las redes inteligentes especiales para abastecer la producción de Hidrógeno verde. El desafío de esta industria es bajar el costo de 12 USD/kg de hidrógeno a 2 USD/kg, siendo la electricidad el principal costo de producción.
- Digitalizar la información motivará a los participantes a buscar mediante nueva tecnología posibilidades atractivas para avanzar e impulsar la eficiencia.
- La publicación de datos entregará mucha mayor visibilidad del sistema, ofreciendo muchas oportunidades para asegurarnos de que obtengamos más de menos.
- Surgirán nuevas ideas, diferentes modelos de negocio y nuevos mercados que emergerá de la liberalización de los datos. Nunca ha habido una publicación de datos significativa en cualquier sector sin alguna sorpresa beneficiosa que surge de disponer de datos abiertos. La publicación de datos podría ser más transformadora de lo que podemos imaginar hoy.

Controlar los riesgos

- Redefinir la seguridad del suministro, considerando que son varios los servicios los que están en juego (redes, suministro energía, servicios complementarios).
- Adoptar nuevos principios que den forma a la seguridad del suministro
- Definir con precisión los servicios, la red eléctrica, la resiliencia esperada y los riesgos de seguridad y las mitigaciones esperadas
- Apreciar la inseguridad de ubicación del consumo como una importante nueva dimensión
- Desarrollar una nueva jerarquía para la seguridad del sistema eléctrico.
- Dar prioridad a la flexibilidad
- Considerar todos los costos de construcción
- Riesgos de tecnología y conectividad

Gestión de activos

- Prioridad a la flexibilidad: La gestión de la flexibilidad para aprovechar los recursos ERNC es fundamental. La mejor observabilidad del sistema permitirá mejor respuesta ante los cambios de generación y demanda, 'permitiendo una mejor respuesta en términos de precio y oportunidad.
- Intervenciones distribuidas: intervenciones de localización que gestionan los máximos o las limitaciones son tan importantes como los que entregan suministro nacional adicional.
- Abordar el desperdicio y las fugas: ejercer mayor presión para conseguir más de menos y mejorar productividad, reduciendo las pérdidas en la red, almacenar energía restringida cuando es económico e impulsa la eficiencia energética
- Se debe reconocer que no todas las respuestas de la oferta son iguales
 - Respuesta rápida (segundos)
 - Respuesta (minutos)
 - Reserva (horas)
 - Resiliencia (días)
- La conectividad será crucial para gestión de la electricidad sistema, del activo de generación hasta detrás del medidor



12

**PRINCIPALES
DESAFÍOS
DE POLÍTICA
ESTRATÉGICA PARA
SMART GRID**

12. PRINCIPALES DESAFÍOS DE POLÍTICA ESTRATÉGICA PARA SMART GRID

Si bien Chile ha realizado esfuerzos por construir una Política Energética al año 2050⁵³, en ella se propone una visión del sector energético al 2050, confiable, sostenible, inclusivo y competitivo, sustentándola en 4 pilares: Seguridad y Calidad de Suministro, Energía como Motor de Desarrollo, Compatibilidad con el Medio Ambiente y Eficiencia y Educación Energética. Sin duda que aquellos pilares son muy importantes, pero bien merece incluir un pilar adicional que es el Fomento de una Red Eléctrica inteligente basada en la Digitalización de las redes y la Ciberresiliencia como protección a cualquier amenaza cibernética del ciberespacio.

A continuación, algunas ideas para el desarrollo de una Política o Estrategia Nacional de Redes Eléctricas Inteligentes Seguras:

- a) Se requiere desarrollar un marco normativo que aplique a redes eléctricas inteligentes seguras.
- b) Para lograr que las tecnologías asociadas a Smart Grids se extiendan, llegando a convertirse en una alternativa real al esquema de negocio tradicional del sector eléctrico, se debe colocar incentivos a la inversión y subsidios para comenzar a evolucionar desde las redes eléctricas tradicionales a la red eléctrica inteligente de próxima generación.
- c) Es necesario realizar más investigación y desarrollo. El gobierno central debe abrir un ítem presupuestario para fomentar redes eléctricas inteligentes en el país. Es clave la colaboración Gobierno-Academia-Empresas, para lograr desarrollo de prototipos y laboratorios en pro del desarrollo de las capacidades en Chile.
- d) Es necesario apoyar las empresas eléctricas con foco en innovación y startups que requieren introducir en el mercado equipamiento orientado a seguir las normas para redes eléctricas inteligentes y comenzar a definir estándares en las distintas tecnologías que nos permitan comenzar a desarrollar los nuevos negocios.
- e) Se requiere fomentar la formación de profesionales especializados en Smart Grids, para ello las universidades y centros de Formación Técnica deben incluir en su currículo cursos orientados a aplicar tecnología Smart Grid y que la SEC pueda entregar certificaciones a futuro en dicha materia.
- f) La Comisión Nacional de Energía, en conjunto con el Ministerio de Energía debe impulsar una Política o Estrategia Nacional de Redes Eléctricas Inteligentes a nivel país, tal como ya lo están haciendo otros países en la región como es el caso de Costa Rica.
- g) La SEC debe fomentar mediante la actualización tecnológica incluida en los pliegos técnicos asociados a instalaciones eléctricas, la promoción de la adopción de tecnologías de último nivel, con énfasis en los beneficios al cliente final.

⁵³ https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf

- h) El Coordinador Eléctrico Nacional debe ser un agente de promoción de las redes eléctricas inteligentes, considerando que son la forma más eficiente de administrar los recursos para cumplir el mandato de operación segura a mínimo costo, promoviendo el acceso abierto.
- i) Promover el **Modelo de Madurez de Smart Grid (SGMM)**, en las empresas eléctricas que permite abordar de una manera integral los proyectos de redes eléctricas inteligentes (**Ver Anexo A**).

**LINEAMIENTOS
ESTRATÉGICOS
PROPUESTOS
PARA UNA FUTURA
RED ELÉCTRICA
INTELIGENTE
SEGURA EN CHIE**

13

13. LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS PROPUESTOS PARA UNA FUTURA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE SEGURA EN CHILE

Se definieron los siguientes lineamientos estratégicos para dar paso a una Estrategia o Política Nacional de Redes Eléctricas Inteligentes Seguras:

LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS		Conceptos claves
1	Crear un Marco Legal integral que fomente e incentive a los distintos actores de toda la cadena de valor del sistema eléctrico nacional a invertir en nuevas tecnologías para evolucionar las redes eléctricas tradicionales a redes eléctricas inteligentes.	Nuevo Marco Legal
2	Desarrollo de una normativa técnica orientada a redes eléctricas inteligentes incluyendo la componente de ciberseguridad y protección de datos personales que permitan su implementación de acuerdo a cumplimiento de estándares nacionales e internacionales.	Nuevas Normativas
3	Fomento de la educación y concienciación, en todos los niveles del mercado eléctrico, abordando los beneficios que traen las redes eléctricas inteligentes, incluyendo las universidades e institutos técnicos profesionales para formar capital humano con especializaciones en este nuevo campo, y énfasis en la innovación y desarrollo de tecnologías y nuevos servicios para los primeros proyectos piloto en el país.	Educación en Smart Grids
4	Crear un nuevo polo de desarrollo e innovación en tecnologías y servicios asociados a redes eléctricas inteligentes que permita destinar fondos concursables en alianza público-privado para los primeros proyectos y servicios pilotos en esta materia.	I+D
5	Desarrollo de las capacidades de ciberresiliencia en el sector eléctrico que nos permita hacer frente a posibles ciber ataques y riesgos de violación de datos personales en redes eléctricas inteligentes.	Ciberresiliencia y Protección de Datos Personales
6	Analizar y Reflexionar los actuales modelos económicos del sistema eléctrico nacional para hacerlos evolucionar y traducirlos en nuevas oportunidades que incentiven las redes eléctricas inteligentes que conllevarán nuevos servicios asociados a nuevas tecnologías disruptivas.	Modelos Económicos pro Smart Grids

7	<p>Analizar y Reflexionar en un nuevo tipo de gestión del mercado eléctrico basado en el valor de los datos por sobre la energía, abriendo los espacios para la incorporación, si es necesario, de nuevos actores o nuevos roles de los organismos actuales que nos permita gestionar la red eléctrica inteligente futura como un sistema de Gestión Cibernética (Cybernetic Management).</p>	<p>Sistema de Gestión Cibernética</p>
8	<p>Elaboración de una Estrategia o Política Nacional de Redes Eléctricas inteligentes Seguras que nos permita cimentar las bases de una infraestructura digital, estratégica y resiliente para el sector eléctrico en pro de alcanzar las metas de la Agenda de Energía para el 2050.</p>	<p>Estrategia o Política Nacional de Redes Eléctricas Inteligentes Seguras</p>

A hand holding a glowing lightbulb, symbolizing an idea or conclusion. The background is a solid teal color.

14

CONCLUSIONES

La información contenida en este documento representa el trabajo de un grupo de especialistas agrupados en una mesa de trabajo de Cigré Chile que dada la relevancia que representa el tema en el sector eléctrico, se decidió analizar y reflexionar acerca de los drivers y lineamientos estratégicos que nos podrían impulsar hacia una nueva Red Eléctrica Inteligente Segura, para la cual creemos firmemente que esto sólo se puede llevar a cabo si todo el Ecosistema del Sector eléctrico comprende los reales beneficios de este tipo de redes, que permitirán no tan sólo cumplir con la Agenda de Chile al 2050, sino que nos permitirá como país caminar por la senda del desarrollo social y económico que nos merecemos.

Por otro lado, desde nuestra perspectiva holística de ver las Smart Grids, entendemos que cuando hablamos de hacer esfuerzos en la Digitalización del sector eléctrico la consecuencia que esto debería conllevar es en poder trabajar en implementar la base de una infraestructura de red eléctrica inteligente en toda la cadena de valor del mercado cuyo valor agregado sea la seguridad desde un punto de vista físico pero también desde la ciberseguridad y privacidad de la información en el ciberespacio con la finalidad de cuidar y hacer resiliente y ciberresiliente esta infraestructura crítica y estratégica para nuestro país.

A nivel mundial las Smart grids cada vez están ganando adeptos como una evolución normal de las redes eléctricas tradicionales, ya que fomentan las energías renovables y las llamadas Comunicaciones verdes (Green Communications) y eficiencia energética en los sistemas de telecomunicaciones, como un apoyo a reducir los gases de efecto invernadero. Sabemos que hay muchas tecnologías que actualmente consumen mucha energía, pero la idea de poder diseñar una futura Smart Grid⁵⁴ limpia para el medioambiente es tomar un primer paso introduciendo las Green Communications como primer paso la dirección de hacer cumplir tanto como sea posible el uso de tecnologías de eficiencia energética.

Por último, decir que en este documento no quisimos hacer un compilado técnico de lo que son las Smart Grids, ya que para ello existe mucha bibliografía que se puede buscar y leer al respecto tanto con visiones sólo tecnológicas y también holísticas como es la visión que tenemos nosotros. Este documento más bien pretende levantar una bandera de oportunidad frente al concepto de Smart Grids, que es analizado de manera holística y de alto nivel estratégico, permitiéndonos reflexionar de cómo hoy estamos operando en el sector eléctrico en Chile y cómo debiéramos operar en un futuro cercano, si queremos empaparnos de todas las bondades de una Red Eléctrica Inteligente Segura en nuestro país. Pretendemos que este documento tenga un impacto positivo que invite a la reflexión y análisis del SEN en su conjunto para en los próximos años tomar decisiones legislativas y económicas que nos alineen en esta visión:

“Como WG CIGRE Chile el poder aportar con este Informe Estratégico para una Futura Red Eléctrica Inteligente Segura, nos enorgullece y tenemos la convicción de indicar que sólo colocando foco en las premisas básicas de Educación y Cultura, podremos impulsarnos al desarrollo social y económico de todos los sectores de la sociedad, teniendo como único Norte el bien de Chile, por lo tanto es ahora el tiempo para construir los caminos que al final lleven al tan anhelado País Desarrollado con miras al 2050”

⁵⁴ https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/50/065/50065989.pdf

ANEXO A

RESUMEN DEL MODELO SMART GRID MATURITY MODELO

A continuación se detalla el Modelo SGMM usado y aplicado en el sector eléctrico de USA que medir el nivel de madurez de las empresas eléctricas en la modernización hacia una red inteligente considerando los diferentes dominios a trabajar. La red inteligente es una infraestructura en constante evolución de tecnología digital y de prácticas y procedimientos para mejorar la gestión de la generación, transmisión y distribución de la electricidad. El modelo de madurez de la red inteligente (SGMM) ayuda a las empresas de servicios públicos a planificar el viaje a la red inteligente⁵⁵.

El Modelo de Madurez de Red Inteligente (SGMM)⁵⁶ es una herramienta comercial administrada por el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon. Originalmente fue desarrollado por empresas de servicios públicos de energía eléctrica en USA. El modelo proporciona un marco para comprender el alcance actual del despliegue y la capacidad de la red inteligente dentro de una empresa de servicios eléctricos, un contexto para establecer objetivos estratégicos y planes de implementación en apoyo de la modernización de la red, y un medio para evaluar el progreso a lo largo del tiempo hacia esos objetivos.

El SGMM está compuesto por ocho dominios y seis niveles de madurez como se detalla en este documento, que contiene la definición y descripción completa del modelo.

Las principales audiencias del SGMM y de este documento son las empresas de servicios públicos de energía eléctrica que buscan orientación relacionada con la modernización de sus operaciones y prácticas para el suministro de electricidad. La audiencia también incluye a cualquier parte interesada relacionada con dichos servicios públicos. Actualmente, el modelo se adapta mejor a las empresas de servicios públicos con operaciones de transmisión y distribución que a las empresas de generación pura.

Como se muestra en la Figura de abajo, el alcance principal de la cobertura del SGMM son los activos de red de una empresa de servicios públicos, sus procesos y servicios, sus interfaces de clientes y sus interacciones con los clientes. Las otras empresas o comunidades relacionadas representadas se incluyen sólo en lo que respecta a operar una red inteligente (es decir, el modelo se enfoca en permitir la interacción). El modelo incluye la interacción y la habilitación de servicios minoristas, de generación, de cadena de suministro y funciones avanzadas (por ejemplo, generación y almacenamiento distribuidos); pero no pretende cubrir las características de las empresas minoristas, la generación (macro o punto de uso) o los proveedores de la industria. Como ejemplo, el modelo asume que la red eléctrica inteligente proporciona toda la conectividad, función, servicios y soporte necesarios para utilizar de manera inteligente la generación distribuida. El modelo no

⁵⁵ https://www.sei.cmu.edu/our-work/projects/display.cfm?customel_datapageid_4050=48925

⁵⁶ <https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetID=524439>

describe un enfoque de implementación para ninguna de las entidades de generación distribuida conectadas a la red.

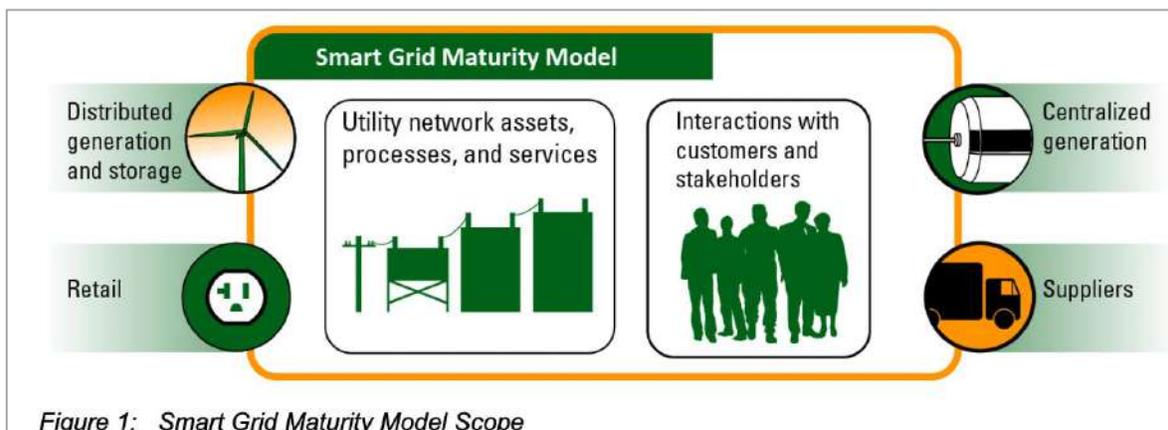


Figura 21

El SGMM es una herramienta de gestión que ayuda a las empresas de energía eléctrica a planificar el viaje hacia la red inteligente, priorizar sus opciones y medir su progreso. Los ocho dominios del SGMM brindan un marco para comprender el alcance actual del despliegue de redes inteligentes y un contexto para establecer objetivos estratégicos y planes de implementación:

- Estrategia, Gestión y Normatividad
- Organización y Estructura
- Operaciones de red
- Gestión de trabajo y activos
- Tecnología
- Cliente
- Integración de la cadena de valor
- Social y Ambiental

SMR	Strategy, Mgmt & Regulatory <i>Vision, planning, governance, stakeholder collaboration</i>	TECH	Technology <i>IT architecture, standards, infrastructure, integration, tools</i>
OS	Organization and Structure <i>Culture, structure, training, communications, knowledge mgmt</i>	CUST	Customer <i>Pricing, customer participation & experience, advanced services</i>
GO	Grid Operations <i>Reliability, efficiency, security, safety, observability, control</i>	VCI	Value Chain Integration <i>Demand & supply management, leveraging market opportunities</i>
WAM	Work & Asset Management <i>Asset monitoring, tracking & maintenance, mobile workforce</i>	SE	Societal & Environmental <i>Responsibility, sustainability, critical infrastructure, efficiency</i>

Figura 22

En el SGMM se definen seis niveles de madurez, como se muestra en la figura de abajo. Los niveles de madurez representan etapas definidas, descritas en términos de capacidades y características organizacionales, del progreso de una organización hacia el logro de su visión de red inteligente en términos de automatización, eficiencia y confiabilidad, ahorro de energía y costos, integración de fuentes de energía alternativas, mejor interacción con el cliente y acceso a nuevas oportunidades comerciales y mercados.

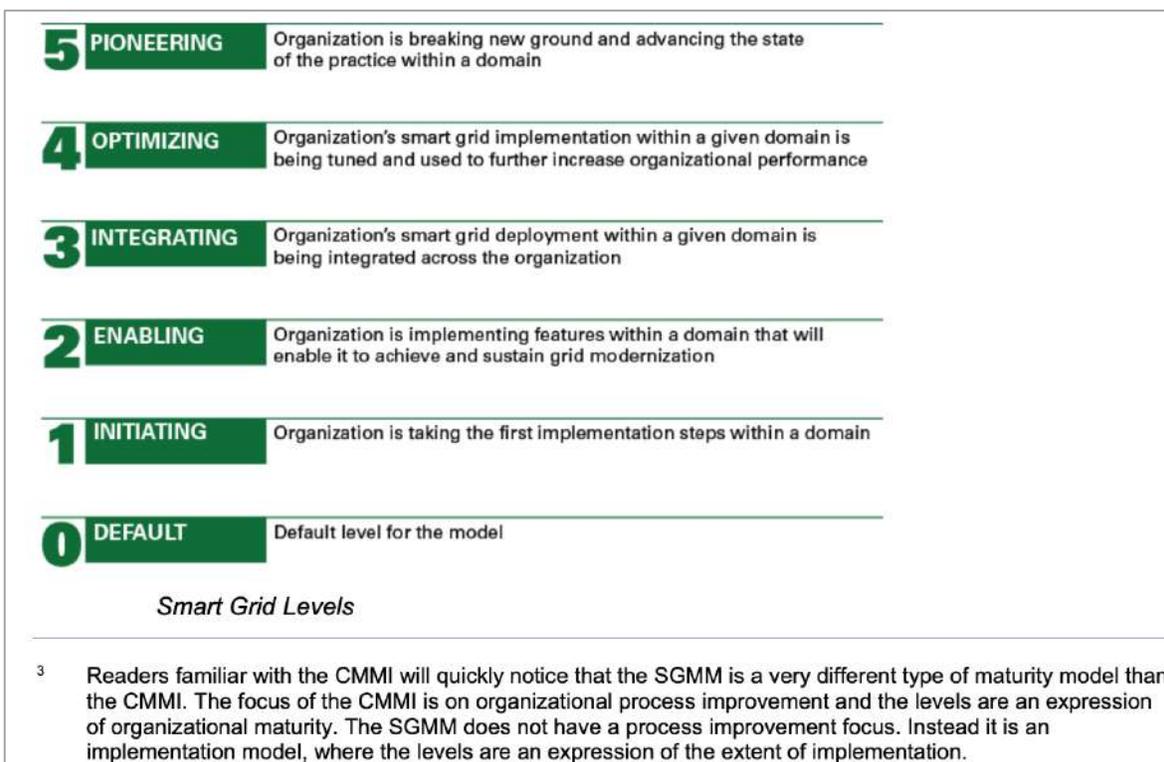


Figura 23

El nivel de madurez más bajo del modelo es 0, que representa la posición predeterminada o el punto de entrada en el modelo. Una empresa que está operando una red tradicional, analógica y no modernizada probablemente se caracterizaría por tener un desempeño en el Nivel 0 en los ocho dominios del modelo. A medida que la empresa comience a implementar e integrar los diversos cambios que son consistentes con una red modernizada, la calificación de madurez de la empresa se elevará en uno o más de los dominios.

Una empresa puede establecer su nivel de madurez actual completando el SGMM Compass y haciéndolo puntuar. Con esta línea de base, o punto de partida, en mente, la empresa de servicios públicos puede establecer objetivos para el momento y el alcance de sus esfuerzos de modernización de la red al establecer objetivos de nivel de madurez para cada uno de los dominios en el modelo para una ventana de tiempo particular. Se pueden completar evaluaciones adicionales para seguir el progreso hacia los objetivos establecidos.

Si bien los niveles más altos de madurez en el modelo son consistentes con una organización que está adoptando y beneficiándose con éxito de sus esfuerzos de modernización de la red, es importante que cada organización establezca sus propios niveles de madurez objetivo en función

de su propio perfil operativo, estrategia y cronograma únicos. Alcanzar el Nivel 5 en cualquier dominio no es necesariamente el objetivo de una organización y es poco probable que sea un objetivo apropiado para muchas organizaciones.

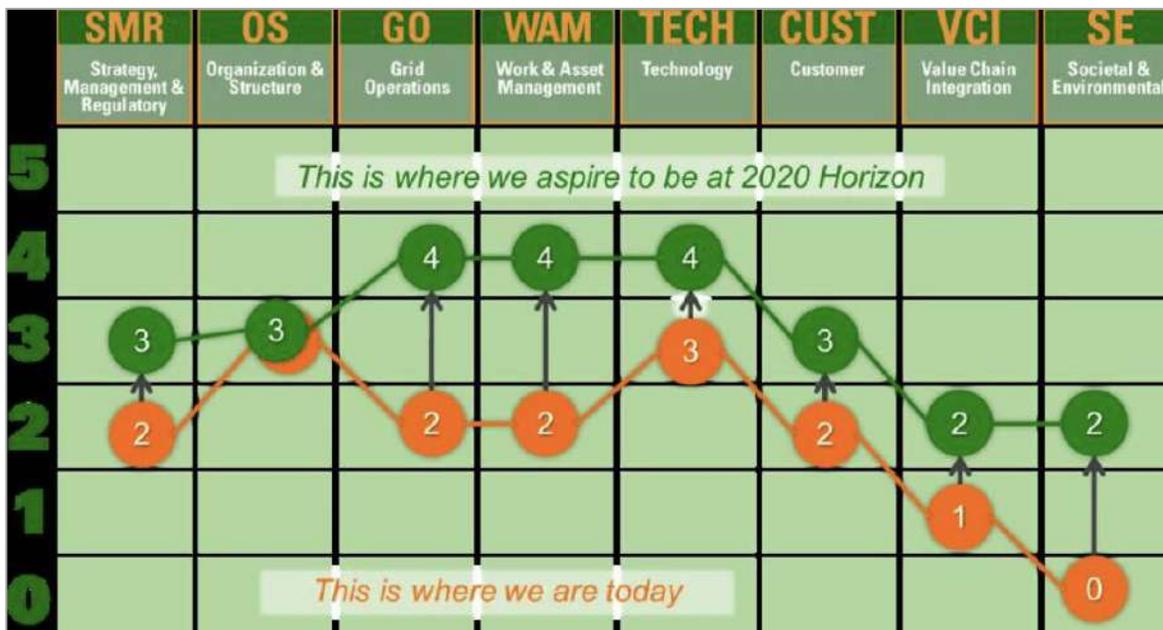


Figura 24

Las empresas utilizan el SGMM para evaluar su estado actual de implementación de redes inteligentes; definir sus objetivos para un estado futuro; y generar insumos en sus procesos de mapeo, planificación e implementación. Las principales empresas de servicios públicos de propiedad de inversionistas y las pequeñas empresas públicas de energía en los Estados Unidos, y en todo el mundo, han dicho que el modelo les ayuda:

- Identificar dónde se encuentran en el panorama de la red inteligente
- Desarrollar una visión y hoja de ruta compartida de red inteligente.
- Comunicarse con las partes interesadas internas y externas usando un lenguaje común
- Priorizar opciones y apoyar la toma de decisiones
- Compararse a sí mismos a lo largo del tiempo y con el resto de la comunidad
- Medir su progreso
- Preparar y facilitar el cambio

ANEXO B

WORKING GROUP SMART GRID SEGURO CIGRE CHILE

El Trabajo Colaborativo fue realizado en modalidad online según planificación inspirada en Metodología Agile distribuyendo el trabajo en 8 Células (**Legal, Normativa Técnica, Tecnológica, Ciberseguridad y Privacidad, Social y Medioambiental, Económica, Gobernanza, Política Estratégica**), que tuvieron como objetivo generar entregables de avance en tres Sprint previamente definidos en pro de la obtención del documento final.

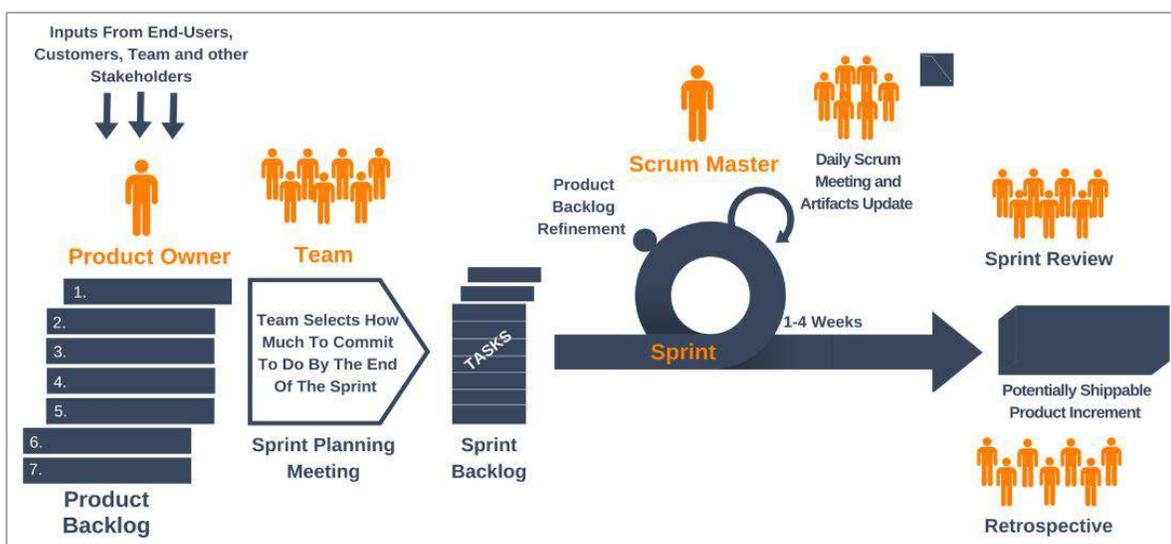


Figura 25

- **Scrum Muster:** Líder y Co-Líder WG Smart Grid Seguro Cigre Chile.
- **Product Owner:** Líderes de cada Célula.
- **Team:** Especialistas y Observadores.

Fuente: *Agile Methodology: Revolutionizing Project Management*,
<https://medium.com/@rromans23/agile-methodology-revolutionizing-project-management-91636775191d>

Dentro de la metodología se consideró la realización de un Ciclo de Charlas en el Sprint 3 (Agosto - Diciembre del 2022) con el apoyo de la Directiva de Cigre Chile, que permitió tener la invitación de especialistas internacionales, ya sea del sector eléctrico, gubernamental u otros, que entregaran una visión más amplia del tema, y haciendo una invitación extensiva a todo el sector eléctrico por redes sociales.

Ciclo de Charlas – Smart Grid Seguro
Organizado por el Grupo de Trabajo de Cigré Chile – WG Smart Grid Seguro

cigre
For power system expertise

Speakers Internacionales

<p>1° Ciclo: WHAT – 4 Agosto 2022</p> <p>¿Qué es una Smart Grid Segura y sus Principales Ventajas para Chile?</p>	<p>4° Ciclo: WHERE – 27 Octubre 2022</p> <p>¿Dónde se deben focalizar los esfuerzos normativos para planificar una Smart Grid Segura?</p>
<p>2° Ciclo: WHY – 25 Agosto 2022</p> <p>¿Porqué debemos apostar por una Smart Grid en Chile?</p>	<p>5° Ciclo: WHEN – 24 Noviembre 2022</p> <p>¿Cuándo podremos saber que vamos en el camino correcto a implementar una Smart Grid Segura?</p>
<p>3° Ciclo: HOW – 29 Septiembre 2022</p> <p>¿Cómo debemos implementar una Smart Grid en miras a su Interoperabilidad?</p>	<p>6° Ciclo: WHO – 15 Diciembre 2022</p> <p>¿Quiénes podrán beneficiarse de una Smart Grid Segura?</p>

Smart Grid Futura

WHAT? WHERE?
WHO? WHEN?
HOW? WHY?

En la necesidad de hacer difusión y concienciación acerca de las ventajas y beneficios de una **Smart Grid Segura en Chile**, y presentar una mirada holística y estratégica para una eficiente planificación e implementación de la misma, que articule de manera transversal toda la cadena de valor del mercado eléctrico (generación, transmisión, distribución, futura comercialización, consumidores y futuros prosumidores), es que el grupo de trabajo WG Smart Grid Seguro de Cigré Chile propone un Ciclo de Charlas con **Speakers Internacionales** en este tema, que nos permita reflexionar en sus diferentes ámbitos de análisis e intentar responder 6 preguntas claves que nos hacemos con respecto al tema y que se desarrollarán en cada ciclo propuesto, que son el: **Qué, Porqué, Cómo, Dónde, Cuándo y Quién.**

Figura 26

A continuación los links de cada uno de los ciclos de charlas:

Ciclo 1: What - ¿Qué es una Smart Grid Segura y sus Principales Ventajas para Chile?

<https://www.youtube.com/watch?v=CPxYWPkDrKA>

Ciclo 2: Why - ¿Porqué debemos apostar por una Smart Grid en Chile?

<https://www.youtube.com/watch?v=x6YkBhhUZFQ>

Ciclo 3: How - ¿Cómo debemos implementar una Smart Grid con miras a su interoperabilidad?

<https://www.youtube.com/watch?v=SUqb46NVPnQ>

Ciclo 4: Where - ¿Dónde se deben enfocar los esfuerzos normativos para planificar una Smart Grid Segura?

<https://www.youtube.com/watch?v=Gg10h-quUoc>

Ciclo 5: When - ¿Cuándo podremos saber que vamos en el camino correcto a implementar una Smart Grid Segura?

<https://www.youtube.com/watch?v=Gg10h-quUoc>

Ciclo 6: Who - ¿Quiénes podrán beneficiarse de una Smart Grid Segura?

<https://www.youtube.com/watch?v=Z0Z6xZfLuFc>

Se presenta el listado conformado por el Grupo de Trabajo de Smart Grid Seguro en Cigre Chile, del cual se entrega la nómina del total de participantes de las sesiones periódicas, ya sea como Especialistas u Observadores, y se da el agradecimiento a cada uno de ellos por su importante contribución con sus ideas, observaciones, comentarios, etc. para este trabajo:

Eduardo Morales Cabello (Especialista - Líder WG Smart Grid Seguro), Consultor Independiente

Jerson Reyes Sánchez (CNE, Especialista - Co-Líder WG Smart Grid Seguro)

LÍDERES DE CÉLULA

Pía Caro (Especialista - Líder Célula Legal), Abogada

Patricio Caro (Especialista - Líder Célula Normativa Técnica), Consultor Independiente

Constanza Levicán Torres (Especialista - Líder Célula Tecnología), CEO Suncast

Fernando Muñoz A. (Especialista - Líder Célula Ciberseguridad), Oficial de Seguridad, Saesa

José Eduardo Muñoz (Especialista - Líder Célula Social y Medio Ambiental), Grupo ATO

# Team WG	1	2	3	4	5	6	7	8
44 Total Personas	Célula Legal	Célula Normativa Técnica	Célula Tecnológica	Célula Ciberseguridad	Célula Social y Ambiental	Célula Modelo Económico	Célula Gobernanza y Modelo de Diseño	Célula Estrategia y Política
Líderes de Célula	Pía Caro Oyarzún	Patricio Caro	Constanza Levican (Suncast)	Fernando Muñoz (Saesa)	José Muñoz (Grupo ATO)	Eduardo Morales	Eduardo Morales	Jerson Reyes (CNE)
Especialistas	Patricio Caro (Consultor)	Carlos Prieto (CEN)	Carlos Prieto (CEN)	Alejandra Caro (EDF)	Alejandra Caro (EDF)	Carlos Prieto (CEN)	Jeyson Giraldo (Hitachi ABB)	Carlos Prieto (CEN)
	Hector Burgos (MCentinel)	Patricio Caro (Consultor)	Patricio Caro (Consultor)	Carlos Prieto (CEN)	Carlos Prieto (CEN)	Oscar Guarda (TEN)	Carlos Prieto (CEN)	Jeyson Giraldo (Hitachi ABB)
	Jeyson Giraldo (Hitachi ABB)	Oscar Guarda (TEN)	Oscar Guarda (TEN)	Oscar Guarda (TEN)	Jeyson Giraldo (Hitachi ABB)	Jeyson Giraldo (Hitachi ABB)	Rodrigo Moyano (Renea)	Daniel Andrade (ABB)
	Juan Carlos Urbina (Thinkener)	Jeyson Giraldo (Hitachi ABB)	Jeyson Giraldo (Hitachi ABB)	Jeyson Giraldo (Hitachi ABB)	Pía Caro Oyarzún (Min. Energía)	Oscar Alamos (Min. Energía)	Giovanni Noceti (EDALTEC)	
	Edgardo Sepulveda (Ing. Elec&Const)	Marcelo Perez Leiva (UFSM)	Marcelo Perez Leiva (UFSM)	Marcelo Perez Leiva (UFSM)	Roxana Varela (SEC)			
	Rodrigo Moyano (Renea)	Juan Carlos Urbina (Thinkener)	Juan Carlos Urbina (Thinkener)	Rodrigo Moyano (Renea)	Daniel Andrade (ABB)			
		Edgardo Sepulveda (Ing. Elec&Const)	Oscar Alamos (Min. Energía)	Oscar Alamos (Min. Energía)				
		Rodrigo Moyano (Renea)	Gustavo Masman (Latin America Power)	Gustavo Masman (Latin America Power)				
		Gustavo Masman (Latin America Power)	Daniel Andrade (ABB)					

# Team WG	1	2	3	4	5	6	7	8
44 Total Personas	Célula Legal	Célula Normativa Técnica	Célula Tecnológica	Célula Ciberseguridad	Célula Social y Ambiental	Célula Modelo Económico	Célula Gobernanza y Modelo de Diseño	Célula Estrategia y Política
Observadores	Marie Claude Mayo (Hewstone& Mayo)	Marie Claude Mayo (Hewstone& Mayo)	Carlos Düring (CADUE)	Marie Claude Mayo (Hewstone& Mayo)	Carlos Düring (CADUE)	Nicolás Garcia (Biblioteca Congreso Nacional)	Nicolás Garcia (Biblioteca Congreso Nacional)	Nicolás Garcia (Biblioteca Congreso Nacional)
	Felipe Barrios (Ingenostrum)	Pedro Navarro (Grupo Saesa)	Pedro Navarro (Grupo Saesa)	Michael Heavey (Inciber)	Hans Rother (ENEL)	Hans Rother (ENEL)	Hans Rother (ENEL)	Hans Rother (ENEL)
	Hans Rother (ENEL)	Doris Herrera (Chilquinta)	Marie Claude Mayo (Hewstone& Mayo)	René Silva (Crell)	Valentina Alarcón (UBB)	Valentina Alarcón (UBB)	Valentina Alarcón (UBB)	Valentina Alarcón (UBB)
	Valentina Alarcón (UBB)	Hans Rother (ENEL)	Michael Heavey (Inciber)	Felipe Barrios (Ingenostrum)	Evaristo Vera (Grupo Saesa)	Evaristo Vera (Grupo Saesa)	Evaristo Vera (Grupo Saesa)	Evaristo Vera (Grupo Saesa)
	Evaristo Vera (Grupo Saesa)	Valentina Alarcón (UBB)	Hans Rother (ENEL)	Doris Herrera (Chilquinta)	Marcelo Perez Leiva (UFSM)	Claudio Aguirre (Haldeman Mining)	Claudio Aguirre (Haldeman Mining)	Claudio Aguirre (Haldeman Mining)
	Claudio Aguirre (Haldeman Mining)	Evaristo Vera (Grupo Saesa)	Valentina Alarcón (UBB)	Hans Rother (ENEL)	José Muñoz (Grupo ATO)	Krystyna Pechena Romanova (KAPE-R)	Krystyna Pechena Romanova (KAPE-R)	Marcelo Perez Leiva (UFSM)
	Ezequiel Castillo (Scotta)	Claudio Aguirre (Haldeman Mining)	Alvaro Ibarra (Hitachi ABB)	Valentina Alarcón (UBB)		Alvaro Saballa (Hitachi ABB)	Marcelo Perez Leiva (UFSM)	José Muñoz (Grupo ATO)
	Guido Hoff (Siemens)	Ezequiel Castillo (Scotta)	Evaristo Vera (Grupo Saesa)	Alvaro Ibarra (Hitachi ABB)		Marcelo Perez Leiva (UFSM)	José Muñoz (Grupo ATO)	
	Marcelo Perez Leiva (UFSM)	Guido Hoff (Siemens)	Claudio Aguirre (Haldeman Mining)	Evaristo Vera (Grupo Saesa)		José Muñoz (Grupo ATO)		

# Team WG	1	2	3	4	5	6	7	8
44 Total Personas	Célula Legal	Célula Normativa Técnica	Célula Tecnológica	Célula Ciberseguridad	Célula Social y Ambiental	Célula Modelo Económico	Célula Gobernanza y Modelo de Diseño	Célula Estrategia y Política
Observadores	José Muñoz (Grupo ATO)	Mohamed Abdelhamid (UFSM)	Ezequiel Castillo (Scotta)	Claudio Aguirre (Haldeman Mining)				
		Constanza Arévalo (ABB)	Alfredo De La Quintana (Conecta)	Ezequiel Castillo (Scotta)				
		José Muñoz (Grupo ATO)	Krystyna Pechena Romanova (KAPE-R)	Rodrigo Silva (Hitachi ABB)				
			Mohamed Abdelhamid (UFSM)	Guido Hoff (Siemens)				
			Giovanni Noceti (Grupo Saesa)	Alvaro Saballa (Hitachi ABB)				
			Constanza Arévalo (ABB)	Mohamed Abdelhamid (UFSM)				
			José Muñoz (Grupo ATO)	Giovanni Noceti (Grupo Saesa)				
			Danit Berezin (ABB)	Constanza Arévalo (ABB)				
				José Muñoz (Grupo ATO)				
				Lilianne Ramos (Crell)				



www.cigre.cl

