



ENERGIA INTELIGENTE

EXPERIENCIAS, COSTOS, BENEFICIOS, LECCIONES PARA CHILE

PROYECTO INNOVA CHILE – CORFO

**“INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y APLICACIÓN DE REDES INTELIGENTES DE
ENERGÍA (SMART GRID): PROYECTO SMARTCITY SANTIAGO**

CODIGO PROYECTO: 13IDL1-18278

INFORME PREPARADO POR

FRAUNHOFER CHILE RESEARCH / FRAUNHOFER FOKUS-INNOCITY

PARA

CORFO

ENERO 2014

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe resume los resultados del trabajo de acompañamiento e investigación que ha realizado Fraunhofer Chile respecto del Proyecto SmartCity Santiago desplegado por la principal distribuidora local de electricidad, Chilectra.

El piloto desarrollado por Enel y Chilectra en Santiago se inició al final del año 2011, constituyéndose en una demostración de proyecto de Smart grid, similar a los proyectos desarrollados por el grupo Enel Endesa en España e Italia.

El objetivo de la iniciativa es crear conciencia entre los stakeholders locales sobre los beneficios de tecnologías pioneras como la medición inteligente, automatización de las redes, iluminación urbana eficiente y movilidad eléctrica.

El presente informe analiza y describe lo que se entiende por Smart Grids – Redes Inteligentes, describe sus principales componentes, objetivos, (que varían de manera relevante según la realidad de mercado en la cual se haga el análisis), presenta una visión del estado del arte del concepto a nivel mundial, describiendo diversas iniciativas y casos.

Se puede entender por Smart Grid como: “una red eléctrica que puede integrar en forma inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a ella – generadores, consumidores y aquellos agentes que hacen ambas acciones – de forma tal de entregar suministro eléctrico sostenible, económico y seguro de manera eficiente.”

En general es posible indicar que las Smart Grids se encuentra en desarrollo a nivel de pilotos en varios países, no existiendo a la fecha un despliegue que pueda ser indicado como ‘definitivo’ o consolidado a nivel nacional. El tipo de participantes observados en los distintos proyectos es principalmente liderado por las empresas operadoras de redes y distribuidoras de energía. Le siguen universidades y centros de investigación, empresas manufactureras y de telecomunicaciones. Crecientemente se están involucrando empresas de tecnologías de la información y comunicación

Uno de los factores más limitantes observados para la expansión de estos despliegues es la persistente incertidumbre sobre los modelos de negocios y la distribución de costos y beneficios entre los distintos participantes de los proyectos.

En términos técnicos, los despliegues de los proyectos están permitiendo la consolidación y disseminación de nuevos sistemas de control y automatización para la observación y control de la red, tendiendo a buscar soluciones estandarizadas, lo que constituye uno de los mayores desafíos técnicos a la fecha.

Como conclusión relevante es posible establecer que las principales barreras que aparecen en los proyectos pilotos de Smart Grids no son técnicas, sino que se relacionan con asuntos de políticas públicas, sociales o regulatorias. Importante destacar que la falta de claridad respecto de poder contar con modelos de negocios concretos y sustentables, que conformen un entorno

de rentabilidad adecuado para los diversos actores involucrados, es también un factor que ha incidido en el desarrollo de Smart Grids. Si bien hay consenso en cuanto a que es un elemento tecnológico clave, que debe ser implementado en las redes eléctricas dadas las diversas condiciones de mercado, ambientales, de incorporación de energías renovables, etc., aun no se configuran modelos de negocio que combinen adecuadamente roles, participantes, costos, incentivos, fuentes de financiamiento, intereses del Estado y de los reguladores, entre los muchos actores involucrados.

Los factores observados que han sido determinantes en la instalación de proyectos de demostración en distintos países pueden ser enumerados a continuación:

- Establecimiento de compromisos internacionales a través de Protocolo de Kyoto o Acuerdo de Copenhague;
- Promulgación de legislación doméstica ad hoc que promueve, habilita, financia y obliga a eficiencia energética, Smart metering, net billing etc;
- Apoyo financiero del gobierno grandes montos para I+D y despliegues;
- Interés de la industria manufacturera existente por buscar nuevos mercados a través de I+D. En otras palabras se ve en las Smart grid una fuente de competitividad sustentabilidad y mercado para sus productores;
- Visión de largo plazo y trabajo conjunto de todos los stakeholders locales,
- Apoyo financiero de los consumidores;
- Dependencia de avances tecnológicos internacionales;
- Seguridad ambiental, impacto de inundaciones y sequías por cambio climático;
- Independencia de combustibles fósiles;
- Lograr fuerza de trabajo capacitada en estas tecnologías;
- Modelos comerciales para que productores pequeños de ERNC puedan vender su energía.

En todos los casos hay una participación activa de los gobiernos centrales y locales que se han involucrado a nivel legislativo y financiero, ya sea para cumplir compromisos internacionales o yendo más allá por afanes económicos y de sustentabilidad de largo plazo.

En Chile, el panorama en materia energética es complejo. A priori se visualiza que las Smart Grids pueden llegar a cumplir un rol relevante en tanto pueden facilitar la integración de energías renovables, la generación distribuida y la eficiencia energética. Los desafíos de largo plazo que Chile enfrenta y donde las redes inteligentes serían fundamentales son:

- Reducir dependencia de fuentes fósiles importadas. La creciente dependencia de fuentes de combustibles fósiles, importados, es un problema estratégico central para Chile.
- Reducir GEI – Huella de Carbono. En cuanto a huella de carbono, si bien en volumen total Chile es un contribuidor bastante menor en el contexto mundial, en términos de huella de carbono por unidad de producto exportado, (por ejemplo por tonelada de cobre producido o por litro de vino exportado), exhibe huellas de carbono elevadas a nivel mundial.
- Lograr una matriz energética segura, a precios razonables. La alta dependencia de fuentes externas, fundamentalmente basadas en combustibles fósiles, ha llevado a que el costo de la energía en Chile sea muy elevado, uno de los más elevados a nivel latinoamericano, e incluso en el contexto mundial.
- Aumentar la eficiencia energética, en industrias, y a nivel residencial. Junto con la des-carbonización de nuestra matriz energética, es clave impulsar crecientes niveles de eficiencia energética. Diversos estudios han determinado que hay una serie de sectores de consumo intensivo de energía que pueden impulsar importantes planes de ahorro, optimizando sistemas, maquinarias, procesos.
- Aprovechar la gran ventaja que existe en una vasta zona centro-norte del país, en cuanto a disponibilidad de uno de los índices de radiación solar más elevados del mundo, mediante la introducción a nivel masivo de sistemas de auto-generación y co-generación en base a energía solar.

Por otra parte, en el plazo más inmediato, Chilectra se está enfrentando con lo siguiente:

En el mercado local:

- Las redes de energía funcionan con las plantas de generación lejos de los lugares de consumo.
- Falta de inversiones en capacidad de generación afectará los precios de la energía a corto y mediano plazo para clientes regulados, pxmos dos años
- Esto llevaría a un déficit de 7.1 TWh pxmos años, el cual sería suministrado por centrales más caras y contaminantes
- Líneas de transmisión congestionadas: inversiones en generación mayores que inversiones en líneas de transmisión
- Ley de net metering en trámite, se prevé precio inyección a la red 40% menor que precio compra energía.

Los desafíos para la industria en el mundo:

- Automatización de redes
- Desregulación de los mercados->mayor competencia
- Políticas regulatorias hacia Eficiencia energética
- Participación creciente de consumidores – prosumer
- Independencia combustibles fósiles
- Introducción energías renovables

- Disminución de emisiones Co2 y Gases efecto invernadero

Y sus propios intereses corporativos:

- Aumentar consumo de electricidad y disminuir consumo en horas peak.
- Generar nuevos negocios
 - Introducir energías renovables para generar electricidad
 - Promover uso autos eléctricos
 - Promover alumbrado público eficiente.
- Lograr rebaja de costos operacionales
- Conocer mejor demanda usuario final
-

El innegable cambio que se viene para las empresas de los utilities en el mundo no deja exento a Chilectra. Es probable que en el plazo próximo la empresa sea enfrentada con un mercado no regulado en algunas partes de la cadena, con tarifas diferenciadas y donde deba competir con nuevos actores del mercado, como ya sucede en otros países del mundo.

No obstante, esta amenaza también abre la oportunidad para nuevos negocios e iniciativas que requieren de un trabajo anticipado y de aprovechar las ventajas innegables que entrega el hecho de atender a más de 1,7 millones de hogares en la región Metropolitana de Santiago.

Para avanzar en este sentido, Fraunhofer Chile expone algunas sugerencias en relación al trabajo que pudiera realizarse de manera conjunta con miras a establecer conceptos innovadores que pueden convertirse en nuevos negocios para CHILECTRA y a la vez en garantías sustantivas de un mejor servicio para sus clientes. Como lo indica Chilectra, su misión es; "Crear Valor, entregando Calidad de vida, a las personas, energía y soluciones innovadoras a sus clientes", y su Visión: "Ser la mejor empresa de servicios de Chile."¹

¹ www.chilectra.cl

CONTENIDOS

1. Actividad 1: ANTECEDENTES, SITUACION BASE Y ESTADO DEL ARTE	8
1.1. Antecedentes.....	8
1.1.1. Chilectra	8
1.1.2. Fundación Fraunhofer Chile Research (FCR)	9
1.1.3. Fokus Inno-City	10
1.1.4. Alianza Chilectra - Fraunhofer FOKUS InnoCity.....	11
1.2. Redes Inteligentes y Sus Componentes. Cambios de la estructura tecnológica y de mercado	12
1.2.1. Presentación Básica del Concepto	12
1.2.2. Red Inteligente – Definiciones Técnicas Básicas	18
1.2.3. Por Qué Redes Inteligentes.	20
1.2.4. ¿Cómo se beneficiarán los consumidores de la Smart Grid?.....	24
1.2.5. ¿Cuáles son las ventajas ambientales de Smart Grid?	24
1.2.6. Extensión de Rango de Aplicaciones a partir del Smart Meter.	25
1.3. Experiencias En El Mundo y Situación Actual	27
1.3.1. Unión Europea	32
1.3.2. ALEMANIA	34
1.3.3. ITALIA.....	37
1.3.4. ESPAÑA.....	38
1.3.5. DINAMARCA	39
1.3.6. ESTADOS UNIDOS.....	44
1.3.7. CANADA	48
1.3.8. COREA del SUR	50
1.3.9. CHINA.....	52
1.3.10. LATINOAMERICA	54
1.4. Proyectos Destacados.....	55
1.4.1. ENEL	55
1.4.2. PROYECTOS EN EUROPA	61
1.4.3. PROYECTOS EN COREA DEL SUR.....	65
1.5. Realidad energética en Chile. Contexto mercado eléctrico en Chile.	68
1.5.1. Legislación.....	72

1.5.2.	Desafíos	73
2.	Actividad 2: CARACTERISTICAS TECNICAS, DETALLES TECNOLOGICOS CONSIDERADOS	74
2.1.	Smart City Santiago	74
2.1.1.	Medidores Inteligentes.....	77
2.1.2.	Aspectos técnicos de los equipos utilizados.....	78
2.1.3.	Automatización de Redes	79
2.1.4.	Sistemas de Auto generación.....	83
2.1.5.	Vehículos Eléctricos	84
2.1.6.	Mobiliario Público – Sistemas de Iluminación Pública	87
2.2.	Otras experiencias de Smart Grid en Chile.....	89
3.	Actividad 3: EVALUACIÓN DE LA INSTALACIÓN DEL PILOTO	90
3.1.	Smart meters Huechuraba: principales hallazgos en investigación de percepción de Demanda.....	90
3.2.	Análisis Mediciones Consumos.....	91
3.3.	Beneficios Económicos de las redes inteligentes.....	95
4.	Actividad 4. REVISION DE MODELOS Y PROPUESTAS SEGÚN VISIÓN EXPERTO INTERNACIONAL	96
5.	Actividad 5: DEFINICIÓN Y ESPECIFICACIÓN PROYECTOS LÍNEA 2.....	100
5.1.	Impacto de Desarrollo y Avances TICs en Mercado de la Energía	100
5.2.	Las microrredes- Nuevas alternativas de reducir costos y aumentar participación del consumidor gracias a las TICs.....	103
5.2.1.	Plantas Virtuales De Energía: El Ejemplo del Puerto De Rotterdam.....	105
5.3.	Los desafíos de las empresas distribuidoras de energía	107
5.3.1.	El futuro de las distribuidoras de electricidad en Chile.....	108
5.3.2.	Mercado de la Gestión de Energía en el Hogar (Home Energy Management , HEM)	112
5.4.	Propuesta Proyecto Línea 2: Desarrollo De Microrredes – Uso de tecnologías de la información y comunicación para entregar Información al Usuario y Optimizar Uso De Energía a través de Cambios de Hábitos En Chile	114
5.4.1.	Objetivos y Actividades	115
6.	Actividad 6: BÚSQUEDA DE SOCIOS.....	117
7.	RESULTADOS.....	117
8.	CONCLUSIONES Y CIERRE	119

1. Actividad 1: ANTECEDENTES, SITUACION BASE Y ESTADO DEL ARTE

1.1. Antecedentes

1.1.1. Chilectra

Chilectra es parte de Grupo Enel, grupo multinacional basado en Italia, líder en los mercados de energía y gas en Europa y Latinoamérica, que opera 40 países en 4 continentes y distribuye energía y gas a aproximadamente 61 millones de clientes². En Latinoamérica, Enel, a través de Endesa y sus subsidiarias en 5 países, se ha conformado como el actor privado más importante del mercado con 16GW de capacidad instalada de energía proveniente de diferentes fuentes.

Por su parte, Chilectra es la empresa de distribución eléctrica con capacidad instalada más grande de Chile, encargada de llevar electricidad a 1.658.637 clientes de la Región Metropolitana, con ventas físicas de energía de 14.445 GWh anuales y con 734 trabajadores propios.

La zona de concesión de Chilectra comprende 33 comunas de la Región Metropolitana que abarca 2.118 km². Los clientes se agrupan en:

- industrias,
- grandes empresas,
- comercio,
- entidades fiscales; y
- residenciales.

Chilectra tiene dos filiales en zonas aledañas a Santiago: Luz Andes Ltda. Y Empresa Eléctrica Colina Ltda.

La subdivisión de clientes de Chilectra es la siguiente: domicilios particulares (1.487.756); comerciales (126.988); Industriales (11.511); y otros clientes (32.282).³

Las tarifas que aplica Chilectra son reguladas de acuerdo a la legislación doméstica, y particularmente se amparan a lo establecido en la Ley general de Servicios Eléctricos (decreto 311) y refleja factores como la potencia y la distribución de los consumos básicos, la infraestructura y el voltaje.

Chilectra ha establecido como su Misión:

² www.enel.com

³ Fuente: Informe de Sustentabilidad Chilectra 2012

“Crear Valor, entregando Calidad de vida, a las personas, energía y soluciones innovadoras a sus clientes”

Y su Visión: “Ser la mejor empresa de servicios de Chile.”⁴

Ilustración 1. Clientes y Servicios Chilectra 2012.



1.1.2. Fundación Fraunhofer Chile Research (FCR)

La Fundación Fraunhofer Chile Research (FCR) fue establecida el 4 de Octubre del 2010 para promover la cooperación Chileno-Alemana en Investigación Aplicada, a través de:

⁴ www.chilectra.cl

- a) El establecimiento y ejecución de Centros de Investigación y entidades similares, en colaboración con organizaciones chilenas y alemanas, y otras instituciones relacionadas con la investigación;
- b) La promoción del trabajo, partiendo de los descubrimientos científicos a la aplicación práctica, con el propósito de permitir el desarrollo industrial a través de la investigación aplicada;
- c) El impulso de transferencia de conocimiento, know-how y resultados de las investigaciones a las industrias locales;
- d) La promoción de entrenamiento, desarrollo de capital humano y el intercambio de científicos y personal técnico entre entidades de investigación chilenas y alemanas.

Su investigación se centra en atender las necesidades de las industrias locales y regionales y su objetivo es proporcionar soluciones de investigación a los problemas de nuestros clientes.

Mediante equipos multidisciplinarios, se trabaja en conjunto con los científicos locales e innovadores industriales para producir resultados en investigaciones, procesos o productos requeridos por los clientes. Actualmente Fundación Fraunhofer Chile cuenta con tres áreas de negocios, Center Systems of biotechnology, Fokus Innocity; y recientemente el Centro ISE de Energía solar, instala en Chile sus líneas de investigación.

1.1.3. Fokus Inno-City

Fraunhofer FOKUS, con sede en Berlín, Alemania, desarrolla soluciones para la infraestructura de comunicaciones segura, conveniente y eficiente del futuro: Con la oficina de Innovación en Chile, FOKUS tiene la intención de activar la tecnología de la información y la comunicación (TIC) para aplicaciones urbanas a nivel mundial mediante el intercambio y la mejora de sus experiencias y mejores prácticas con soluciones para América del Sur. La Oficina de Innovación en Santiago de Chile, FOKUS InnoCity, aborda importantes desafíos regionales de la sociedad, incluyendo el acceso transparente a la información, el uso económico y sostenible de los recursos, la movilidad inteligente, la interoperabilidad y una moderna administración del gobierno. Más allá de eso, FOKUS InnoCity es un socio confiable para las empresas y los gobiernos de la región por su rol de ente independiente, neutro orientado al conocimiento y la generación de investigación en los diferentes dominios. Como un producto-y tecnología-independientes, la plataforma de Fraunhofer FOKUS ha sido un socio confiable para empresas y administraciones gubernamentales por más de 20 años

Desde octubre de 2012, en Chile, Fraunhofer FOKUS colabora con alianzas en FOKUS InnoCity para establecer un concepto de ciudades más inteligentes, que puedan abordar los retos actuales y futuros en el campo de la convergencia de implementación de redes de banda ancha fija y móvil, en el gobierno, la salud, la seguridad pública, la movilidad y la energía. FOKUS InnoCity ofrece sus competencias en consultoría en el desarrollo de soluciones basadas en TIC

en las zonas urbanas, la integración de sistemas y conceptualización de aplicaciones técnicas y organizacionales.

1.1.4. Alianza Chilectra - Fraunhofer FOKUS InnoCity

Ante el enorme desafío que significan los objetivos de visualización y demostración que tiene CHILECTRA a los distintos stakeholders locales y la imperante necesidad de abordar las nuevas tecnologías desde espacios innovadores es que Chilectra y Fraunhofer han conformado una alianza de trabajo permanente para propender a la investigación y el desarrollo de conocimiento y otras actividades de carácter innovador en el mercado chileno.

La búsqueda de masa crítica, modelos de negocios adecuados, normativas legales, factores técnicos y económicos del mercado y una participación activa de la autoridad reguladora en este proyecto, son los principales "drivers" que impulsan la participación de FCR como centro de investigación aplicada independiente en el proyecto Smartcity Santiago de CHILECTRA.

Para realizar este trabajo, se ha recogido la información técnica relativa al despliegue de Smartcity Santiago en todas sus áreas, se realizó un estudio de la evolución de este tipo de tecnologías en distintas partes del mundo, entendiendo diferencias y semejanzas con la realidad local, se recogió información primaria para evaluar la percepción de los consumidores respecto de las tecnologías que han conocido a través de este piloto, y se analizaron y sugirieron distintas alternativas para que en Chile pueda avanzarse hacia el despliegue de las tecnologías de Smart grids, Smart meters, movilidad eléctrica, eco energía, y eficiencia energética.

La evaluación de impacto y el diseño de un modelo de mercado que pueda permitir una instalación rentable de las tecnologías de energía inteligente que ya proliferan en el mundo, es el inicio de un proceso de pruebas de concepto, pilotos y escalamientos para optimizar y conocer las mejores condiciones de futuros despliegues. Se trata de un trabajo de investigación y documentación de nuevas tecnologías y maneras innovadoras de desarrollar los mercados de energía del futuro.

Considerando esta característica, se estimó que el trabajo a realizar por Fundación Fraunhofer podría ser co-financiada con recursos del Estado de Chile, además de los propios recursos de CHILECTRA. Para estos fines, entonces, se postuló a la línea de financiamiento "Perfil I+D aplicada" proporcionado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Este instrumento es el primero de una serie de instrumentos de financiamiento que buscan la mayor competitividad a de la industria en Chile a través del apoyo financiero a la I+D+i. Por lo tanto, al ser el primer instrumento de una proceso de trabajo de largo plazo, uno de los objetivos de este trabajo es entregar la suficiente evidencia que motive e induzca a una segunda etapa donde puedan desarrollarse uno o más proyectos de I+D como forma de prueba de concepto o prototipo. Esta segunda etapa, denominada "proyecto I+D aplicada " también co-financiada por CORFO proporciona un monto de recursos superior pero requiere también un mayor compromiso monetario de la o las empresas que se apropiarán de los resultados de la investigación.

1.2. Redes Inteligentes y Sus Componentes. Cambios de la estructura tecnológica y de mercado

El mercado de la energía a nivel global está sufriendo cambios estructurales debido al nacimiento de nuevas tecnologías al mismo tiempo que las necesidades van cambiando en magnitud y forma. En general, se observan cambios hacia la automatización de redes, la medición inteligente, y la creciente participación de la demanda respecto de su administración de consumos. La topología de las redes está cambiando también en respuesta a la generación desde fuentes renovables la cual está siendo adoptada a nivel individual en lo que se ha llamado la generación distribuida. Aparejado con ello, aparecen crecientemente las necesidades de almacenamiento cuyo desarrollo tecnológico es más bien incipiente. Todo lo anterior, se transforma en lo que se ha denominado Smart grid o red inteligente.

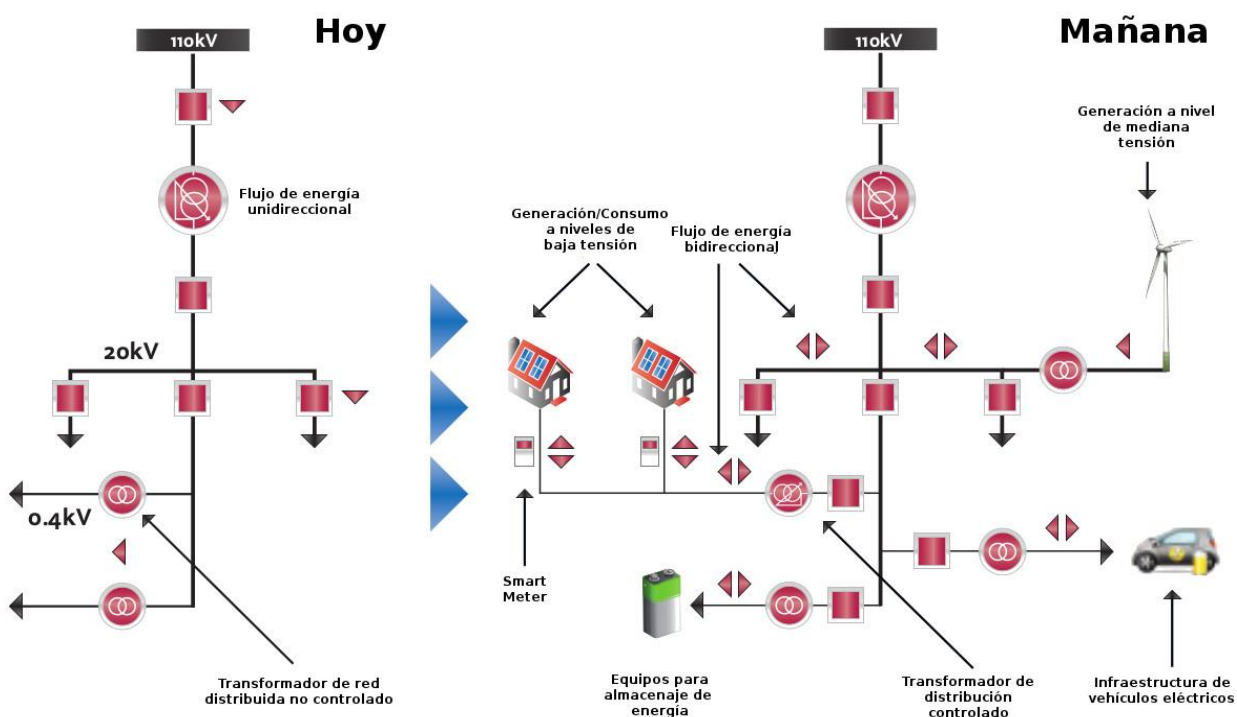
1.2.1. Presentación Básica del Concepto

La red inteligente es una red eléctrica que integra tanto el consumo como los patrones de inyección de todos los participantes conectados a ella, asegurando así eficiencia económica y un sistema de alimentación sustentable con bajas pérdidas y gran disponibilidad.

Fuentes renovables como las fotovoltaicas y las eólicas presentan características particulares, como lo son una capacidad de inyección que varía con la cantidad de radiación y viento existentes, en función la hora del día, de la estación del año, de factores climáticos, respectivamente. Debido a esto se pueden presentar puntas de inyección en determinados momentos los cuales pueden sobrecargar las redes por lo cual las empresas distribuidoras deben prepararse para este escenario. La integración de TICs y recolección de más información electrónica, basada en el uso de sensores y medidores inteligentes, es fundamental para lograr una red inteligente, que pueda administrar estas variables adecuadamente en la red.

Toda inversión que se realice en la instalación de nuevas fuentes renovables de energía debe ir de la mano con la correspondiente inversión en la red, de lo contrario futuras integraciones de fuentes renovables estarán restringidas por la actual capacidad de la red.

Ilustración 2



En la imagen de la izquierda se aprecia la red de distribución tradicional, que posee las siguientes características:

1. Sistema radial.
2. Protección única.
3. Automatización simple o inexistente.
4. Sistemas de comunicación simples o inexistentes.

En contraste podemos exponer las características de una red inteligente (dibujo de la derecha):

1. Sistema distribuido.
2. Protección diferencial de las líneas.
3. Automatización total.
4. Comunicación bidireccional.

Evolución de una Red Unidireccional a una Red Multidireccional

Las redes inteligentes fueron concebidas para integrar fuentes de generación descentralizadas y la coordinación necesaria entre la generación y la demanda. Generación y demanda son los extremos a conectar, la energía generada debe llegar a la demanda a través de las redes de transmisión. En este caso, bajo Smart Grid, la red pasa de ser un simple medio de transmisión, a un sistema activo que puede integrar unidades de generación que inyecten energía en tramos

intermedios, y también por el extremo de la demanda, pues los clientes pueden tener sistemas de generación propios. En las redes de transmisión es en donde se ve el cambio de flujos de energía, antes era de generación hacia demanda – aguas abajo-, ahora es en ambos sentidos, desde la demanda hacia arriba – aguas arriba- y también desde puntos intermedios de la red. Todo esto, más la aparición de sistemas como plantas virtuales de energía (VPP), micro-redes (micro-grids), load management, etc., hace necesario que la red de transmisión pase a tomar un rol activo, para lo cual se necesitan sensores, actuadores, transmisión de datos, en definitiva se integra sobre ella y pasa a ser parte de la red de transmisión, un conjunto de sistemas TI que la transforman en una red inteligente. Los medidores inteligentes, por ejemplo, pueden reportar variables de la red como frecuencia y voltaje, fundamentales para conocer la “salud” de la misma. Gracias a la información adquirida se pueden tomar decisiones en la misma subestación que alimenta una red particular y realizar los ajustes necesarios.

En estas nuevas redes inteligentes se propone el uso de un nuevo tipo de subestación. Esta subestación estaría equipada con un dispositivo electrónico inteligente encargado no solo de responder a comandos remotos, sino a también a la automatización, comunicaciones y funcionalidades extras de protección. Este dispositivo podría permitir la reposición del suministro sin la intervención de cuadrillas de trabajo, la aislación rápida de fallas, el acotamiento de los sectores afectados logrando minimizar la cantidad de clientes impactados, y la reducción de los tiempos de recuperación del servicio.

Como ejemplo de desarrollo y evolución de nuevos estándares y protocolos, para la implementación de este tipo de dispositivos de automatización de red se creó el estándar IEC 61850. Redes de comunicaciones anticuadas, como por ejemplo basadas en M-BUS o MODBUS, pueden ser soportadas por el estándar IEC 61850, sobre canales de comunicación alámbricos como inalámbricos.

El uso de transformadores TAP en conjunto con el dispositivo electrónico inteligente permitirían compensar cambios en la tensión. Además el uso de inversores en conjunto con fuentes, provenientes de paneles fotovoltaicos por ejemplo, o cargas activas permitirían mejorar el factor de potencia de la red.

Por otra parte, con toda la información disponible gracias a este tipo de redes se pueden crear centros de control donde se podrían optimizar diferentes servicios, como por ejemplo mantenciones preventivas, control de carga instantáneo, monitoreo de sistemas de almacenamiento, mensajes a los consumidores para que adecuen comportamientos en situaciones puntuales, entre otras acciones.

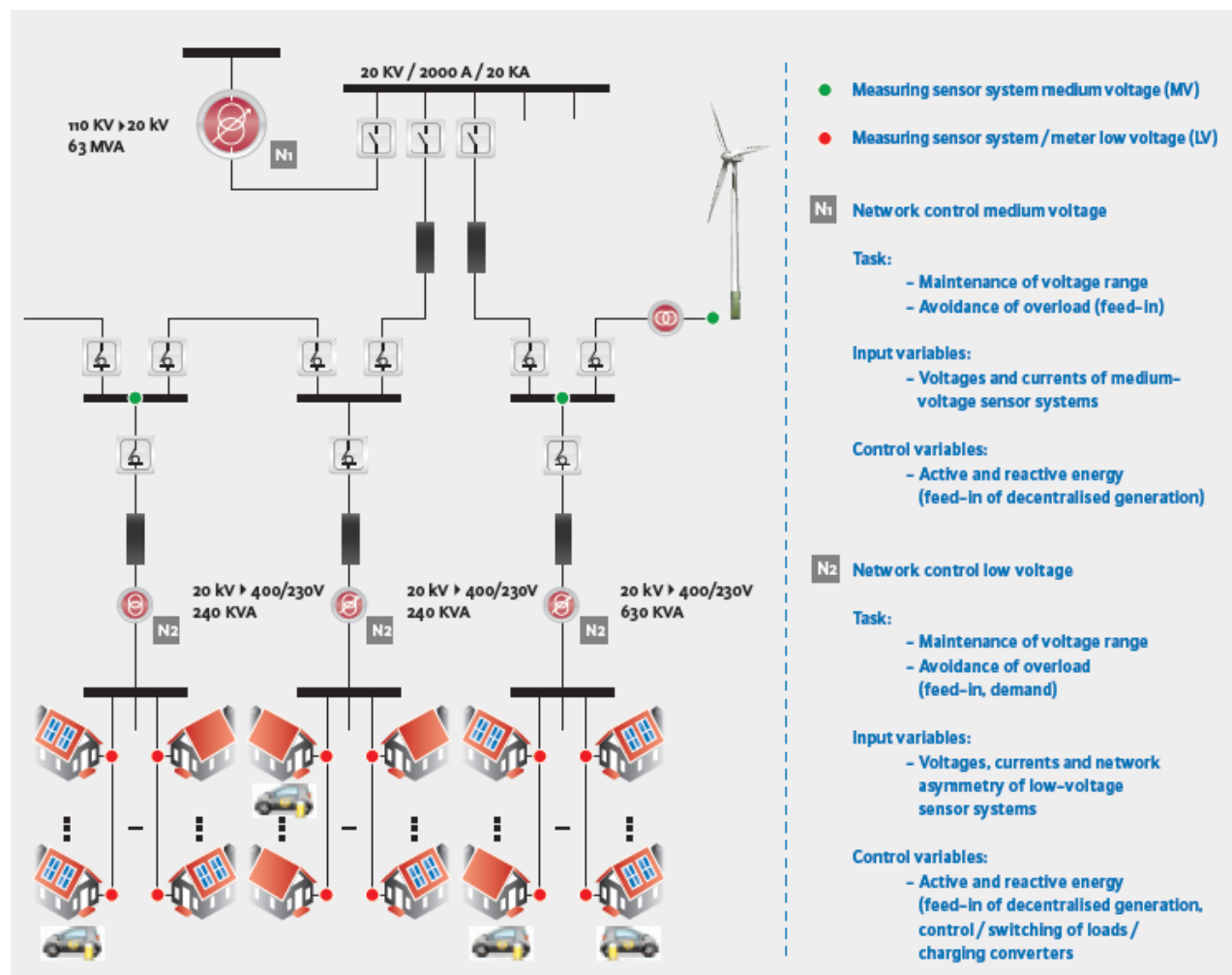
La inyección de energía total en la red puede ser regulada por el operador según criterios técnicos para buscar óptimos económicos, equilibrando entre capacidad de transmisión disponible, distintos tipos de energía disponible en sistemas de autogeneración distribuidos (fotovoltaica, eólica, sistemas de almacenamiento, etc), y compras a grandes generadores. Es posible racionalizar el dimensionamiento de la red de distribución para las horas punta, realizando ‘Load management’ o gestión de carga.

En el caso de tener una capacidad ociosa en la red, generada por ejemplo por excesos de generación de energía en las fuentes de generación distribuidas que se encuentren en operación en ella, se plantean diversas posibilidades de almacenar dicha energía. Como desarrollos futuros se prevé el uso de tecnologías para convertir la electricidad a gas (metano o hidrógeno) y así transformar un producto (energía eléctrica) en otro (gas) para ser inyectado a las tuberías de gas. Adicionalmente el excedente energético puede ser almacenado en forma de energía mecánica, siendo dirigido a recargar vehículos eléctricos. Y también el redireccionamiento de energía excedentaria en ciertas zonas de la red puede ser dirigido a otras zonas deficitarias, en forma instantánea. Todas estas tecnologías inteligentes permiten el aumento de capacidad de transmisión en las redes de distribución.

La red inteligente permite la estabilidad y balance de la demanda y oferta. Cuando la autogeneración se masifique habrá un desbalance de la red, por lo que las empresas distribuidoras deben estar preparadas y conscientes de estas tecnologías.

En la ilustración 3 se grafican algunas de las funcionalidades técnicas de las Smart Grids:

Ilustración 3



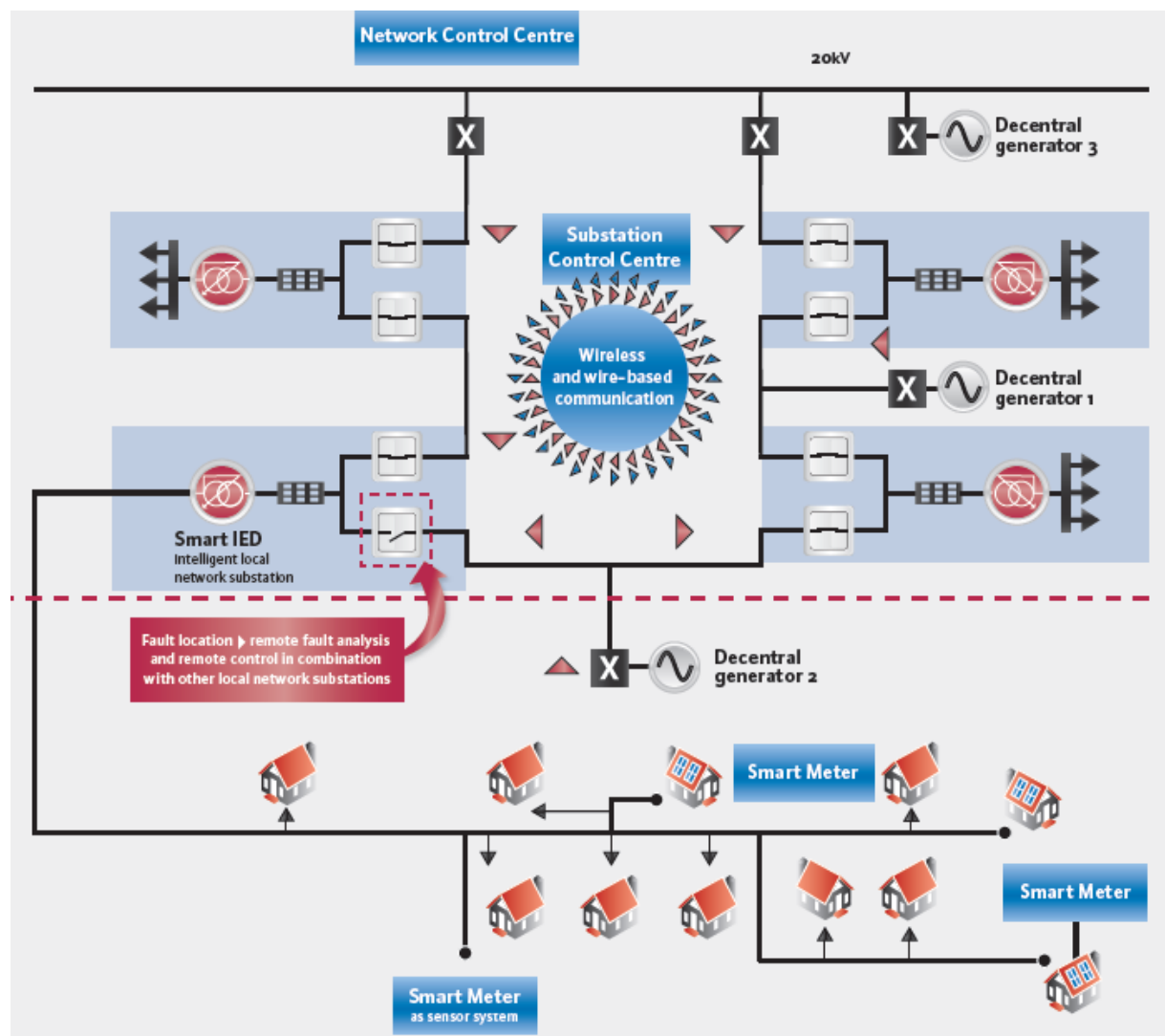
Sistemas de Sensores de Red – Control de Cargas / Generación Distribuida

Desde la perspectiva del cliente final o consumidor, mediante la integración de sistema de sensores de red, para medición, monitoreo y control, a nivel de Baja Tensión y Media Tensión en las redes eléctricas, junto con la integración de sistemas de tecnologías de la información y de la comunicación, las Smart Grids podrán desarrollar las siguientes funcionalidades:

- Optimización de perfiles de consumo
- Predicción de consumo
- Planes tarifarios variables
- Gestión desde la demanda
- Procesamiento de datos para clientes
- Provisión de servicios de eficiencia energética

Por otro lado, desde la perspectiva del operador de red, la instalación de sistemas de sensores para identificar el estado de la red es esencial para gestión y control. Ello involucra uso de sistemas TI apropiados para procesamiento de información.

Ilustración 4



Interacción NCC / Smart Substations. NCC: Network Control Center.

Desde el punto de vista de la operación y gestión de la red, la incorporación de dispositivos de automatización de redes permitirá desarrollar las siguientes funciones en las redes inteligentes:

- Integración de sistemas de generación distribuida
- Elevar confiabilidad & calidad de servicio
- Mejoramiento de procesos de O&M
- Rápido análisis de cortes y localización de fallas
- Monitoreo de infraestructura
- Gestión transparente de flujos de carga
- Despacho de cargas en la operación de redes de distribución
- Uso de tecnologías de comunicación basadas en sistemas de banda ancha

1.2.2. Red Inteligente – Definiciones Técnicas Básicas

El “European Technology Platform Smart Grid (ETPSG)” define Smart Grid como lo siguiente:

Una Smart Grid es una red eléctrica que puede integrar en forma inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a ella – generadores, consumidores y aquellos agentes que hacen ambas acciones – de forma tal de entregar suministro eléctrico sostenible, económico y seguro de manera eficiente.

Con base en la definición ETPSG, Smart Grids usa productos y servicios innovadores, en conjunto con monitoreo inteligente, control, comunicaciones y tecnologías de auto-recuperación, para:

- Facilitar y administrar la conexión y operación de todas las fuentes de energía;
- Dar a los consumidores más opciones de forma que puedan recibir ayuda para optimizar el uso de energía;
- Proveer a los consumidores con mayor información y posibilidades de elección;
- Reducir significativamente el impacto medioambiental de todo el sistema de suministro eléctrico;
- Entregar niveles superiores de confiabilidad y seguridad en el suministro eléctrico.

La implementación de Smart Grid crea “observabilidad” en la cadena completa de la energía, despliega información y tecnologías de comunicación para conectar dispositivos, además despliega información de mercado y comercial para involucrar a los usuarios, para evaluar los impactos ambientales, impacta en el marco regulatorio, exige estándares para interoperabilidad, administra requerimientos sociales y gubernamentales, y demanda estrategias de transformación para manejar el nuevo entorno.

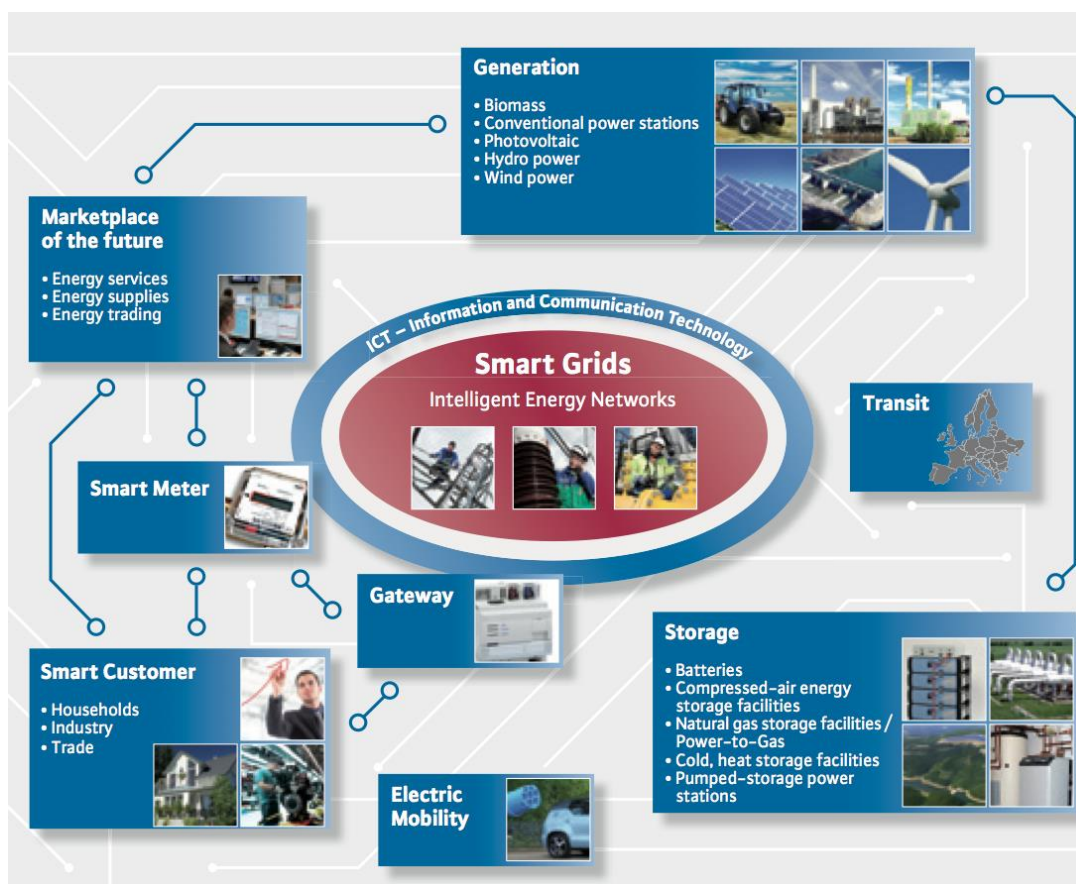
¿Cuáles son las características de una Smart Grid?

Una Smart Grid presenta diferencias fundamentales con las actuales redes en operación. La nueva red incluirá:

- Soportar recursos energéticos distribuidos administrando flujos bidireccionales de energía y potencia e información en tiempo real;
- Fuentes de generación intermitentes en base a energías renovables;
- Balance de oferta y demanda en contexto de redes distribuidas;
- Facilitar la participación de los consumidores mediante la habilitación de nuevas tecnologías, de modo tal que puedan monitorear y automáticamente controlar el uso de la energía;
- Proveer oportunidades a los consumidores para participar en el mercado y que puedan cumplir ante señales de acción ante la demanda (demand – response signals);
- Soportar una creciente penetración de vehículos eléctricos.

Los componentes de una Smart Grid se pueden agrupar en los siguientes bloques principales, que se muestran en la Ilustración 5:⁵

Ilustración 5



- Generación Distribuida / Autogeneración / Generación en BT / MT
- Sistemas de Almacenamiento de Energía.
- Smart Meters: medidores de consumo eléctrico inteligentes.
- Smart Customers / Energy Marketplace
- Electric Mobility (Vehículos Eléctricos)
- Gateways / Sistemas de Comunicaciones / Tecnologías de Comunicaciones e Informaciones / Smart IED (Dispositivos Electrónicos Inteligentes, tales como sensores, monitores, actuadores, entre otros)

⁵ Smart Grids in Germany. Fields of action for distribution system operators on the way to Smart Grids. www.zvei.org y www.bdew.de

1.2.3. Por Qué Redes Inteligentes.

La red inteligente es un importante habilitador para la seguridad energética y el crecimiento económico bajo en emisiones de CO₂, las cuales son los objetivos de política de casi todos los países que están instalando estos sistemas. Para estos países "seguridad energética" significa tener los suficientes recursos de energía para cumplir las necesidades actuales y futuras de los ciudadanos y la industria.

Considerando que los combustibles fósiles satisfacen la mayor parte de las necesidades energéticas del mundo pero son un recurso limitado y dado su creciente costo, más la inestabilidad de los países exportadores de éste, los gobiernos están intentando diversificar sus fuentes de energía y estimulando la independencia energética a través de las energías renovables en la matriz de su suministro energético.

Es sabido que estas nuevas fuentes de energía tiene la debilidad de ser de naturaleza intermitente y, al contrario de las actuales redes de energía que no están bien equipadas para manejar esta intermitencia, las redes inteligentes si lo están. De esta forma, entonces, las redes inteligentes permiten un uso más eficiente de la electricidad, limitando las pérdidas durante la distribución y alentando un comportamiento más eficiente entre los consumidores.⁶

La mayor parte de los países con redes inteligentes tienen objetivos de descarbonización, ya sea en foros internacionales o en su política interna. El protocolo de Kioto entró en vigencia el 2005 y legalmente obliga a los países signatarios a establecer metas de descarbonización. Los países desarrollados deben cortar sus emisiones de GHG al menos en 5% entre 2008 y 2012, en circunstancias que a los países en vías de desarrollo no se les requiere reducir sus emisiones. En 2007, la Unión Europea obligó a sus miembros a cumplir los objetivos climáticos y energéticos para el 2020: 20% de reducción en emisión de gases efecto invernadero (GHG), un 20% de aumento en eficiencia energética y 20% del consumo de energía proveniente de fuentes renovables.

A través de directivas adicionales, la UE ha impuesto obligaciones relativas a energía renovable, y ha establecido metas específicas a sus miembros, respecto de la implementación de Smart Meters y Smart Grids. Las redes inteligentes van más allá de estos objetivos, integrando las energías de fuentes renovables y la electro movilidad dentro de los sistemas de energía existente, y a la vez introduciendo nuevas eficiencias a través de la modernización de la red, adicionando e integrando tecnologías de la información.

Motivaciones sociales

⁶ Global Smart grid Federation report 2012.

- Conciencia ecológica. Eficiencia en el uso de los recursos naturales. Personas cada vez más interesadas en instalar sus propios sistemas de auto-generación. Reducción de costos de sistemas de autogeneración.

En forma creciente las personas son cada vez más conscientes acerca de aspectos relativos al cuidado de la naturaleza, al uso eficiente de los recursos naturales, y en general al impacto que el desarrollo de las actividades de la vida cotidiana tiene sobre el planeta en general. Si bien en este plano hay más conciencia en general en el mundo desarrollado, en los países en desarrollo como Chile, particularmente las nuevas generaciones consideran este aspecto como un punto relevante, y la sociedad como un todo así lo está comenzando a asumir. Gobiernos, empresas, instituciones, diversos actores sociales consideran la variable 'cuidado ambiental' en forma creciente como un elemento importante. En particular en generación y distribución de energía, las personas ya entienden que existe un impacto relevante en nuestro entorno, y la opinión pública en forma creciente desarrolla presiones para avanzar hacia sistemas energéticos más limpios. Smart Grids es una respuesta del sector energético a esta tendencia. Es una forma concreta de contar con energía en forma más eficiente, segura y limpia.

Como parte de este elemento impulsor de Smart Grids, es relevante destacar el creciente interés por parte de las personas en contar con sus propios sistemas de auto-generación. Fundamentalmente soportado en la importante reducción de precios que han experimentado los sistemas fotovoltaicos, el fenómeno de la autogeneración despierta un creciente interés. Los países desarrollados, fundamentalmente en Europa, han impulsado además la masificación de sistemas de autogeneración en base a tecnología fotovoltaica, mediante sistemas de subsidio, basados en el modelo feed-in tariff, a través de los cuales los excedentes energéticos de los sistemas domiciliarios son inyectados a la red, y pagados de vuelta al cliente a una tarifa con un premio.

- Saturación de las ciudades. Calidad de vida.

Hoy la mayor parte de las personas en el mundo vive en ciudades. La cantidad de mega-ciudades, de 5 millones de habitantes o más, crece cada año. La alta concentración de personas en las ciudades impone crecientes desafíos, los problemas a resolver son cada vez más complejos. Problemas de saturación, contaminación, suministro de servicios básicos, gestión de tráfico de vehículos y personas, gestión de materias de seguridad ciudadana, gestión de residuos y emisiones, etc. La lista de variables a controlar y administrar en mega-ciudades es muy extensa y compleja. No hay además soluciones generales, cada ciudad es un sistema complejo específico, las soluciones que funcionan en una ciudad, no necesariamente son directamente aplicables en otras. Se entrecruzan aspectos técnicos con elementos socio-culturales, distintas visiones urbanísticas, distintas formas de gobiernos ciudadanos.

Las Smart Grids son parte de una respuesta integral a la problemática que genera la saturación y el desarrollo de las grandes urbes. Es la respuesta de las redes eléctricas a los desafíos que impone las grandes ciudades. Es una manera de asegurar o lograr un mejor nivel de calidad de vida, a pesar de la alta concentración de personas y actividad. El concepto Smart Grids aquí se

enmarca en otro concepto más amplio, Smart Cities, que abarca (o intenta abarcar) todas las redes y sistemas que operan en una ciudad: servicios públicos (agua, luz, gas, etc), sistemas de seguridad y vigilancia, servicios municipales, gestión integral del tránsito, sistemas de respuesta a emergencias, (eventos naturales, accidentes, incendios, etc), eventos sociales masivos, etc.

- Demanda de información y provisión de servicios. El rol de la demanda⁷. Consumidores exigen mayor información.

La expansión de las fuentes de acceso a la información, en particular debido a la masificación del acceso a internet desde una multiplicidad de dispositivos, que han bajado significativamente su costo, ha generado que las personas en forma creciente demanden tener un rol más activo en todo el sistema de servicios e interacciones que ocurren en una ciudad. En particular en su calidad de clientes de empresas de utilidad pública, ya saben que cuentan con canales para expresar sus opiniones e impresiones respecto de los servicios que reciben, y además a través de estos canales saben que pueden contar con información de mayor detalle sobre sus consumos. Los consumidores saben que pueden pasar a tener un rol de 'clientes activos', y lejos de ver esto como un riesgo, diversas empresas eléctricas en el mundo ven que integrando la entrega de información a los clientes como parte de las funciones que una Smart grid puede entregar, pueden gestionar mejor sus recursos, entregar más y mejores servicios y en definitiva en el largo plazo incluso obtener retornos financieros positivos de las inversiones que sea necesario realizar. A la vez los reguladores y las autoridades en general, comienzan a entender que la entrega de mayores niveles de información a los clientes los hace más conscientes e involucrados en el logro de metas de eficiencia energética, sin sacrificar calidad de vida, y por lo tanto las metas de reducción de GEI se pueden cumplir con mayor facilidad.

Motivaciones de la oferta

- Seguridad en suministro. Calidad de servicio.

El aumento en el nivel de vida de las personas, en todas las dimensiones, les hace exigir mayores niveles de seguridad y calidad en el suministro de los servicios públicos. El mayor nivel de desarrollo económico les permite acceder a más bienes y servicios, y en consecuencia aumentan sus consumos de energía, lo que impone nuevos desafíos a las redes eléctricas. Esto en conjunto con el estímulo y creciente interés en instalar sistemas de autogeneración, actúa como un impulsor para que una de las dimensiones claves que Smart Grids deba abordar sea la incorporación de sistemas de gestión de red automatizados, monitoreo centralizado, incorporando en forma importante tecnologías IT a las redes eléctricas para gestionar los flujos de información que se producirán.

- Avances tecnológicos, mayor disponibilidad y menor costo de sistemas TICs aplicados a gestión de redes. Convergencia de redes.

⁷ Proyecto en Europa http://www.smartgrids.eu/documents/projects/ADDRESS_brochure.pdf

En complemento con los puntos previos, el rápido avance de las tecnologías TIC, sumado a la reducción de costos que ha experimentado y el aumento en el espectro de aplicaciones en base a estas tecnologías, ha llevado prácticamente al inicio de un proceso prácticamente de convergencia de redes. Esto es, la instalación de dispositivos de monitoreo y actuación remota, control automatizado, en las redes eléctricas, desde Smart meters en las dependencias de los clientes, hasta una serie de dispositivos de monitoreo y gestión remota, necesita complementarse con una red de transporte de datos, que puede ser dedicada o no (puede utilizar para resolver el transporte los servicios de las redes móviles o fijas de telecomunicaciones).

¿Cuáles son los Drivers de la Smart Grid?

Los drivers para desarrollar Smart Grids pueden ser agrupados en las siguientes tres categorías:

- Política de Gobierno;
- Comportamiento y requerimientos de los clientes; y
- Cambios en la industria y la tecnología.

Muchos de los drivers están interrelacionados y cruzan las fronteras de las categorías, y a veces se presentan conflictos entre ellos.

Los drivers relacionados a Políticas Gubernamentales incluyen:

- Objetivos de cambio climático – Metas de Energías Renovables, la aplicación de sistemas tarifarios del tipo feed-in tariffs en algunos países, y sistemas de intercambio de emisiones (bonos o cuotas transables de emisiones) son respuestas a preocupaciones sobre calentamiento global y su impacto en el medio ambiente. Adicionalmente se están desarrollando políticas de Eficiencia Energética, que también contribuirán a mejorar la seguridad energética.
- Objetivos de competencia económica – Los Gobiernos introducirán políticas para aumentar la competitividad y productividad de la industria. Dada la enorme inversión que se observa en algunos países en la 'carrera verde', (en la cual Smart Grids juega un importante rol habilitador e integrador), los países necesitarán invertir y tomar ventajas en cualquier oportunidad que tengan en estas materias, para asegurar que oportunidades de empleo estén enfocadas hacia estas nuevas industrias. Las políticas necesitarán estimular las actividades de I&D, el desarrollo de habilidades, y trabajar en materias de seguridad energética, así como en medición y monitoreo de las emisiones de carbono y su impacto.
- Objetivos de protección de clientes - Customer protection objectives – Los Gobiernos y Reguladores están comisionados para asegurar que los clientes reciban un suministro energético a precios razonables y seguro. También hay un requerimiento de equilibrar las necesidades de crecimiento de demanda energética en el país con el impacto en los consumidores y en partes vulnerables de la comunidad.

El Driver Comportamiento y Requerimientos del Cliente incluye:

- Demanda creciente – El aumento de los dispositivos eléctricos en los hogares, con las crecientes necesidades de energía que ello tiene, está empujando peaks de demanda en las redes. Atender estos peaks de demanda requiere significativas inversiones por parte de las compañías de energía en generación energética y eficiencia energética.
- Creciente requerimiento por nuevas funcionalidades – Nuevos desarrollos tecnológicos, preocupación por el cambio climático y el políticas de estímulo por parte de los gobiernos, están impulsando a los consumidores a adoptar productos tales como sistemas solares de generación fotovoltaica a pequeña escala. Estas tecnologías requieren funcionalidades de red más sofisticadas, incluyendo mayores niveles de seguridad para soportar su operación.

Drivers de Cambios en la Industria y la Tecnología incluyen:

- Las tecnologías existentes se hacen cada vez más accesibles para
 - monitoreo y control,
 - administración de consumo de energía
 - almacenamiento de energía (incluido vehículos eléctricos)
- Infraestructura antigua que requiere reemplazo – La red está compuesta por activos de alto valor que ya han tenido largos ciclos de vida útil, que necesitan ser reemplazados para asegurar confiabilidad y servicio consistente a los clientes. Este es el momento para enfrentar y considerar que el tipo de inversiones a realizar asegure que la red va a quedar viable y segura en el largo plazo, y que tendrá el correcto mix de nuevas tecnologías para mantener su performance.

1.2.4. ¿Cómo se beneficiarán los consumidores de la Smart Grid?

Los consumidores podrán acceder a mayores opciones y oportunidades para que puedan tomar decisiones de manera informada sobre su uso de energía;

- Podrán tener oportunidades para reducir sus cuentas de energía cambiando sus comportamientos; usando menos energía; usando energía en horarios de menor costo (off-peak), instalando electrodomésticos de consumo eficiente, así como eligiendo fuentes de energía de menor impacto en cuanto a emisiones de carbono.
- Acceder a un rango más amplio de productos basados en una variedad de factores, tales como fuentes de energía 'verdes' (energía eólica, energía solar, biomasa, etc), tarifas flexibles que pueden incentivar el aplanamiento de la demanda en las horas "peak", o controladores automáticos para minimizar las cuentas de energía.
- Suministrando funcionalidades a sus clientes para permitirles que ellos puedan vender energía a la red.
- Auto suministrarse energía más barata y limpia, pero también inyectar energía a la red para recibir ingresos por ello.

1.2.5. ¿Cuáles son las ventajas ambientales de Smart Grid?

Mediante Smart Grid es posible obtener beneficios ambientales para la sociedad:

Conservación de Energía

- Reducción en el consumo energético debido a la mayor información disponible para los consumidores – En 2006, un proyecto piloto en Ontario, Canadá, logró ahorros de un 6.5% con la introducción de monitores residenciales de energía, en tiempo real.
- El Laboratorio Nacional del Pacífico Noroeste, en un estudio realizado en 2010 para el Departamento de Energía de los Estados Unidos, encontró que Smart Grids tiene un potencial de generar reducciones directas de consumo y de emisiones en el mercado energético norteamericano en un 12% al 2030, con reducciones indirectas adicionales de 6%.
- Reducción de pérdidas de transmisión – a través de la mejor administración del suministro eléctrico mediante nuevas tecnologías, llevando la generación de energía más cerca del usuario, reduciendo por lo tanto las pérdidas provocadas por el transporte de energía desde largas distancias.
- Mejoramiento en la regulación de voltaje – operando las redes en el umbral bajo de los rangos de tolerancia de voltaje, las magnitudes de las pérdidas de distribución y transmisión pueden ser reducidas.

Reducción de CO2

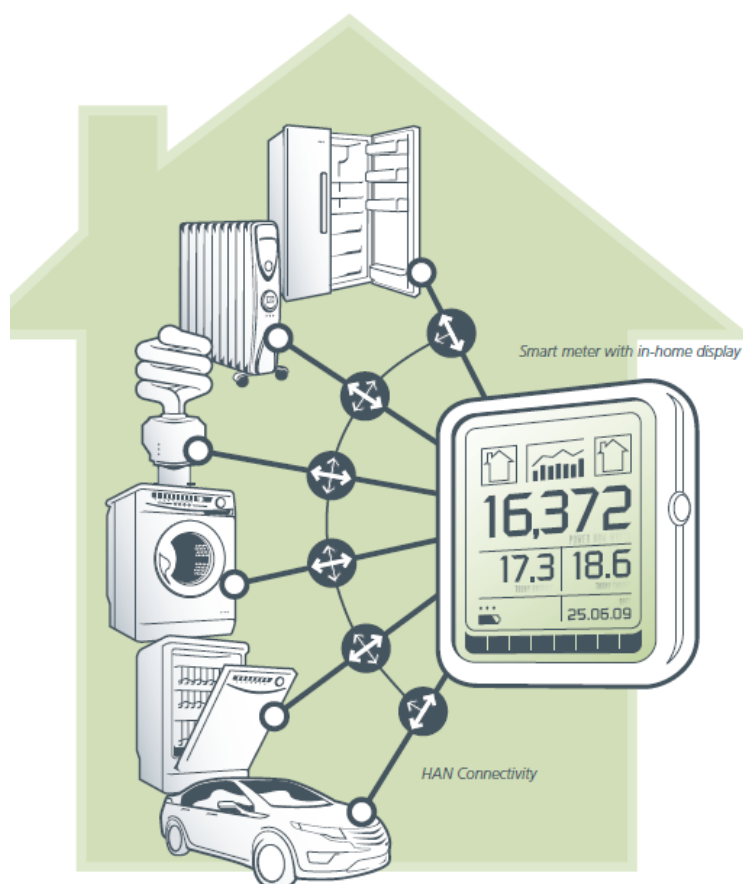
- Consumidores tomando decisiones de manera informada – ofreciendo opciones, tales como planes de energías renovables, junto con la información de la generación de CO2 asociada a dichas fuentes permitirá a los consumidores optar por las fuentes que tengan menores huellas de carbono.
- Mejor integración de energías renovables – la integración de las energías renovables es facilitada por la Smart Grid. En el caso de fuentes dependientes de factores climáticos, (eólica y solar), esta integración puede ser optimizada aún más usando modelos climáticos predictivos. El “Funcionamiento de Reserva”, en el cual plantas de generación de mayor impacto en huella de carbono mantienen sus generadores activos de manera de integrarse rápidamente ante aumentos de consumo, puede ser reducido optimizando su operación en base a inyección de energía renovable operando bajo modelos climáticos predictivos.
- Uso de Vehículos Híbridos o 100% eléctricos (EV) – substituyendo uso de combustibles fósiles por fuentes renovables presenta la oportunidad de reducir las emisiones de CO2. Alternativamente, vehículos enchufados en recarga nocturna, cuando la mayor parte de la energía proviene de “Funcionamiento de Reserva”, que habría sido generada de todas maneras y desperdiciada, puede de igual forma reducir la generación de CO2.
- Mejorar la operación de Smart Grids a través de la tecnología Vehículo a Red (Vehicle to Grid – V2G), que facilita el uso de baterías de los EVs para nivelación de peaks y administración de generación de energías renovables intermitentes, puede proveer futuros beneficios.

1.2.6. Extensión de Rango de Aplicaciones a partir del Smart Meter.

Como parte de los beneficios que se pueden generar para los usuarios al implementar Smart Grids, surgen una serie de aplicaciones y extensiones de servicio. Se resumen a continuación algunas de estas extensiones:

- Acceso de usuarios a más información podría hacerles modificar su comportamiento energético, haciéndolo más eficiente, tomando decisiones de consumo y/o de adquisición de equipos en base a estas variables;
- Smart Meters, además de aspectos de telemedición y comunicación bidireccional entre empresa y usuario, permiten dar información en tiempo real a los usuarios:
 - Display en el hogar
 - Portal de internet
 - Mensajes de texto / aplicaciones móviles simples
 - Acceso por smartphones / tablets
- Un nivel más sofisticado de gestión se puede implementar, basado en sistemas de acción automatizada en la demanda de energía:
 - En caso de tarifas variables según horas del día, un Smart meter conectado con dispositivos en el hogar, puede actuar sobre ellos, desplazando consumos a horarios de menos costo, por ejemplo.

Ilustración 6



1.3. Experiencias En El Mundo y Situación Actual

A nivel mundial hay una serie de iniciativas de pilotos y pruebas de Smart grids, a diferentes escalas y niveles, y atendiendo las particulares condiciones, características y necesidades de cada país. Se pronostica para los próximos años el desarrollo de cuantiosas inversiones en Smart grids, tanto por parte de empresas operadoras, como por parte de fondos estatales destinados a este fin, en gran medida para generar investigación y desarrollo, probar conceptos y sistemas, identificar beneficios para usuarios y operadores de red, entre otros aspectos.

El siguiente cuadro resume esta situación al año 2011⁸

Tabla 1

Región/País	Pronósticos de Inversión en Smart Grids (Euros /US\$)	Fondos para desarrollo de Smart Grids (Euros/US\$)	Cantidad de Smart Meter desplegados o planeados
Unión Europea	€ 56 billones en 2020 * Inversiones estimadas en Smart Grids	€184 millones (Fondos Europeos FP6 y FP7) Cerca de €200 millones del Fondo De Recuperación Europeo ERDF, EERA. Fondo nacional: n/a	45 millones ya instalados (Catálogo JRC, 2011) 240 millones para el 2020.
EEUU	US\$338 (€238) hasta US\$ 476 (€334) billones al 2030 (inversiones estimadas para la implementación de una smart grid totalmente funcional)	US\$7 (€4.9) billones en 2009	8 millones en 2011 60 millones para 2020
China	US\$101 (€71) billones (desarrollo de tecnologías Smart Grid)	US\$7.3 billones en 2009 (€ 5.1)	360 millones para 2030
Corea del Sur	US\$24 (€16.8) billones para 2030 (estimado en inversiones en Smart Grids)	US\$824 (€580) millones in 2009	500,000 en 2010, 750,000 en 2011 y 24 millones para 2020
Australia	n.d.	US\$360 (€253) millones en 2009	2.4 millones para 2013 en el Estado de Victoria
India	n.d.	n.d.	130 millones para 2020
Brasil	n.d.	US\$ 204 (€143.6) Millones en 2009	63 millones para 2020
Japon	n.d.	US\$849 (€143.6) Millones en 2009	n.d.

Fuente: Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments. JCR REFERENCE REPORT. 2011

Notas adicionales al cuadro:

- Otras estimaciones <http://setis.ec.europa.eu/newsroom-items-folder/electricity-grids>, June 2011), que se refieren a la actualización de las redes de transmisión y distribución (no solo de las Smart Grids, predicen

⁸ Smart Grid projects in Europe – JCR Reference Report:

una inversión requerida de € 500 billones al 2030, donde la distribución tiene el 75% y la transmisión el 25%.

De acuerdo al último informe de GTM Research, *Global Smart Grid Technologies and Growth Markets, 2013-2020*, se espera que para el 2020 el mercado global de las redes inteligentes sobrepase los US\$ 400 billones, con un crecimiento promedio anual sobre el 8%. En este contexto, se estima que China será el principal mercado de redes inteligentes en el mundo contando con 24% del mercado global.⁹

De la revisión que se hace de las actuales experiencias y despliegues de redes inteligentes y los distintos desarrollos que trae aparejado, se tienen algunas conclusiones.

En el periodo 2008 a 2012, se ha registrado un crecimiento explosivo de iniciativas y proyectos demostrativos de Smart grid en Europa, pudiéndose identificar 281 proyectos en 30 países diferentes en el continente europeo, requiriendo inversiones entre los €200 y €500 al año.

Dinamarca se posiciona como el país más activo en actividades de I+D e inversiones en redes inteligentes dentro de Europa en términos per cápita y por KWh consumido.

En términos del tipo de participantes observados en los distintos proyectos, es posible indicar que éstos son principalmente liderados por las empresas operadores de redes y distribuidoras de energía. Le siguen universidades y centros de investigación, empresas manufactureras y de telecomunicaciones. Crecientemente se están involucrando empresas de tecnologías de la información y comunicación, las cuales no lideran pero si están construyendo alianzas para ofrecer servicios innovadores que pudieran cambiar los habituales patrones de negocios. Es posible observar también la participación limitada de agregadores/retailers y proveedores de servicios, quienes se encuentran con algunas barreras tales como estandarización e incertidumbre regulatoria.

Uno de los factores más limitantes observados para la expansión de estos despliegues es la persistente incertidumbre sobre los modelos de negocios y la distribución de costos y beneficios entre los distintos participantes de los proyectos.

En términos técnicos, los despliegues de los proyectos están permitiendo la consolidación y diseminación de nuevos sistemas de control y automatización para la observación y control de la red, están aumentando la capacidad de alojamiento para los Recursos de Energía Distribuidos (DER). Por otra parte, se observa que la participación de los usuarios se ve limitada debido a la falta de soluciones estandarizada de comunicación y control que indica que se necesita una configuración ad hoc de bajo costo.

⁹ <http://www.greentechmedia.com/articles/read/smart-grid-market-to-surpass-400-billion-worldwide-by-2020>.

Se requieren más pruebas para probar la escalabilidad de las plataformas desarrolladas, especialmente cuando se consideren los requerimientos de la red en tiempo real y las señales del mercado.

Recientemente, se han lanzado algunas demostraciones de mayor escala para probar la coordinación de plantas virtuales de energía (PVE) con restricciones de redes y señales de precios. En estas pruebas, el principal foco está en la escalabilidad, especialmente para escenarios de miles de agentes que requieran ser coordinados. Actualmente, las pruebas involucran un número limitado de usuarios ya que la resistencia a participación aún es alta

En relación con las pruebas que incluyen vehículos eléctricos, se observa que el foco de esos proyectos está en asegurar que las infraestructuras de comunicación y carga trabajan bien antes de aventurarse en aplicaciones más sofisticadas de servicios para vehículos conectados a la red (V2G).

En los últimos años el principal énfasis de análisis es el almacenamiento de energía. El uso del almacenaje como fuente adicional de flexibilidad de la red es uno de los temas clave de los principales proyectos que se iniciaron en 2012.

Por último, y según lo indica toda la literatura relacionada, el asunto del compromiso y aceptación que tienen los consumidores de estos nuevos sistemas de red, podrían ser una barrera importante para su masificación. De esta forma, en Europa y en estados Unidos se está poniendo énfasis en esta materia. En general se observa que la resistencia a participar de estos proyectos aún es alta y que su participación en pruebas piloto es generalmente voluntaria dentro de un perfil de usuario final que no representa a la mayoría. En Europa, tanto Dinamarca como Alemania son los países líderes con proyectos focalizados en el compromiso del consumidor.

Como conclusión relevante es posible establecer que las principales barreras que aparecen en los proyectos pilotos de Smart grids no son técnicas, sino que se relacionan con asuntos de políticas públicas, sociales o regulatorias.¹⁰

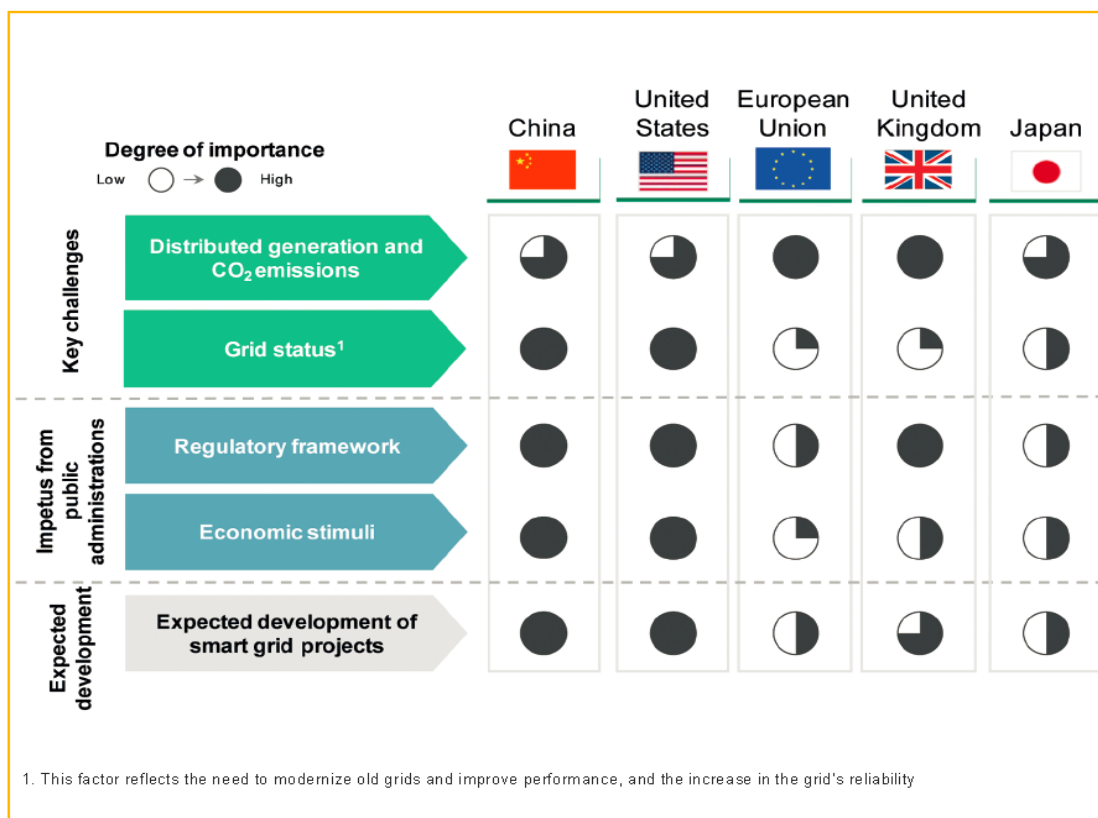
Para entender mejor cuáles han sido los factores que de una u otra forma han afectado o podrían afectar el progreso del despliegue masivo de las redes inteligentes de energía a nivel global, la Ilustración 8, elaborada por el Boston Consulting Group grafica la situación de China, Estados Unidos, la UE, El Reino Unido y Japón.

La figura muestra, por ejemplo, la generación distribuida y las emisiones de CO₂ son un factor de máxima relevancia en la UE y el Reino Unido, en circunstancias que el estado de las redes es un tema relevante en Estados Unidos y China. En este último caso, se requiere la

¹⁰ "Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments". Vincenzo Giordano, Alexis Meletiou, Catalin Felix Covrig, Anna Mengolini, Mircea Ardelean, Gianluca Fulli (DG JRC). Manuel Sánchez Jiménez, Constantina Filiou (DG ENER). 2013.

modernización de las redes, el mejoramiento de su desempeño y el incremento de la seguridad de la red.

Ilustración 7 Benchmarking de la evolución de las smart grids a nivel global¹



Source: The Boston Consulting Group

Según los distintos *stakeholders* del mercado de las redes inteligentes, los impulsores de los mercados energéticos en los próximos 5 años, desde el punto de vista técnico serán

- El almacenamiento de energía,
- la generación distribuida; y
- las microrredes.

Se cree que el desarrollo de dichas tecnologías darán un impulso a la adopción de redes inteligentes y promoverán nuevos mercados para la industria del software y los sistemas que puedan integrar estas tecnologías en los futuros sistemas de energía. Específicamente, el reporte de Zpryme's Smart Grid Insights y IEEE Smart Grid encuestó a un número determinado de líderes de la industria, donde 69% de los ejecutivos de redes inteligentes creían que la tecnología de almacenaje de energía y generación distribuida era muy importante para

aumentar el desarrollo de las redes inteligentes. La mitad de ellos dijo que la tecnología de micro redes era muy importante.

El mismo estudio indica que aún es necesario el financiamiento desde fuentes privadas y públicas para desarrollar micro redes y generación distribuida, como asimismo almacenamiento a nivel de red. El financiamiento para I+D en proyectos pilotos para el desarrollo de estas soluciones tecnológicas permitiría que las empresas de energía y los usuarios finales validen modelos de negocios viables para estas soluciones. De igual forma estos proyectos piloto permiten generar un set de las mejores prácticas existentes para la instalación, aplicación y optimización de cada una de estas tecnologías.

Asimismo se indica que geográficamente, Europa lidera a nivel mundial la adopción y utilización de generación distribuida y micro redes, mientras que Norteamérica es importante en tecnologías de almacenamiento.

Los sistemas de manejo de energía, sistemas de manejo de distribución y tecnologías de comunicación son considerados como tecnologías habilitadoras para la generación distribuida, micro redes y almacenamiento de energía. Los sistemas de energía distribuidas del futuro deben permitir interactuar y conectar a través de redes eléctricas centralizadas y descentralizadas. Deben ser capaces de entregar servicios avanzados de redes como net metering, agregación de carga, monitoreo de energía en tiempo real. Finalmente, las aplicaciones entregadas en la nube dominarán probablemente el mercado.¹¹

Un resumen de las Diversas Experiencias a Nivel Mundial en Smart Grids / "Smart Energy" son:

- Smart Grids se refiere básicamente a redes eléctricas más eficientes, modernizadas.
- En general, Smart Grids forma parte de manera relevante de una estrategia gubernamental, para lograr: seguridad energética, y desarrollo económico minimizando GEI.
- Estrategia gubernamental en paralelo con necesidad de distribuidoras de modernizar sus redes y sistemas.
- Smart Grids es posible de implementar, tecnología y capacidades existen.
- Los proyectos de Smart Grids son complejos, una estrategia en etapas minimiza riesgos.
- Uno de los mayores desafíos es lograr apoyo y convencimiento de los usuarios. Es necesario involucrar a los usuarios y saber dar a entender claramente los beneficios.
- Rol del gobierno es clave al momento de educar al consumidor en cuanto al valor de Smart Grids.
- El Gobierno puede ser un mediador efectivo entre consumidores y empresas.

¹¹ Power Systems Of The Future: The Case For Energy Storage, Distributed Generation, And Microgrids Sponsored By Ieee Smart Grid, With Analysis By Zpryme Nov 2012. IEEE.

Tabla 2: Ejemplos de Drivers Observados a Nivel Mundial – Smart Grids

PAIS	DRIVER CLAVE
CANADA	Infraestructura de red antigua
USA	Nuevas reservas de GN
UK	Mayor cantidad de GN importado
IRLANDA	Integración de energía eólica
JAPÓN	Cierre plantas nucleares
KOREA	Impulsar eficiencia energética
ALEMANIA	Introducción ERNC

1.3.1. Unión Europea

Política Energética: La política energética de la UE tiene sus bases constitucionales, principalmente, en el Tratado de Maastricht /1999 y el Tratado de Lisboa (2009). Este último consignó los objetivos comunes de los Miembros en el ámbito energético: asegurar la seguridad en el suministro, la competitividad y la sustentabilidad, reflejando la determinación de establecer la política de energía al nivel de la UE. Este objetivo “paraguas” ha conducido a una serie de directivas, algunas de ellas muy ambiciosas, que van más allá en su ámbito de aplicación. En 2007, el Consejo de la UE adoptó el objetivo 20:20:20 de reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GHG) a 20%, incrementando la participación de energía renovable a 20%; y haciendo 20% de mejoras en eficiencia energética al 2020. Los objetivos de emisiones de GHG y RES¹² son vinculantes.

Específicamente, respecto del mercado eléctrico, la UE introdujo el Tercer Paquete Legislativo para una Mayor Liberalización de los Mercados de Electricidad y Gas (julio de 2009), el cual obliga a los estados a desregular aún más los mercados eléctricos, lo que facilitaría una mayor competencia entre los proveedores y daría más posibilidades a los consumidores. Esta y otras directivas de la UE forman la estructura en la cual la UE desarrolla sus propias leyes y políticas relativas a los mercados eléctricos.

Sector eléctrico. La mayoría de las redes eléctricas de Europa están interconectadas, lo que requiere esfuerzos entre varias jurisdicciones para armonizar la política y la regulación del sector eléctrico en el continente. Algunos mercados de electricidad mayoristas abarcan varios países, como el NordPool Spot Exchange que incluye a Noruega, Dinamarca, Finlandia, Suecia y Estonia. Cada estado miembro de la UE tiene su propia agencia reguladora para su respectivo sector eléctrico. El Consejo para los Reguladores Europeos de Energía y la Agencia de Cooperación de Reguladores de Energía (ACER) fueron creadas para facilitar y visualizar y

¹² Fuentes de energías renovables. En inglés, renewable energy sources

mejorar la cooperación regulatoria transfronteriza para la transmisión de gas y electricidad entre los estados Miembros. Aunque el ACER no tiene ninguna autoridad regulatoria a nivel supranacional o nacional, sí tiene atribuciones para intervenir en caso de que los reguladores locales no cooperaran de manera efectiva.

A nivel operacional, se estableció la red de Transmisión Europea para Electricidad para armonizar estándares de acceso a las redes y asegurar una planificación e inversión apropiadas en redes de modo de prevenir los Blackouts.

Históricamente, los mercados eléctricos de Europa han sido dominados por monopolios nacionales o integrados verticalmente. Después de una efectiva liberalización que empezó en los 90s, es más común encontrar mercados más competitivos en los segmentos de generación y venta al detalle, como también se puede ver separados de que la transmisión y la distribución. Todo lo anterior fue requerido a los Estados Miembros por el Tercer Paquete Legislativo

Infraestructura de Smart Meter / Smart Grid. La UE ha promulgado abundante legislación relacionada con las redes y los medidores¹³. Esta requiere se implementen sistemas de medición inteligente para 2020 en aquellos estados Miembros donde su evaluación económica sea positiva. Debido a las variadas características de sus respectivos sectores eléctricos, los miembros de la UE están abordando la instalación de medidores inteligentes y la recuperación de sus costos de manera individual.

En 2011, 10% de los hogares de la UE tenía alguna clase de medidor inteligente instalado. Se espera que este número alcance los 100 millones para 2016.

En enero de 2009, la Comisión Europea lanzó una Fuerza de Tareas sobre Smart grids para entregar dirección regulatoria y política y coordinar los primeros pasos hacia la implementación de redes inteligentes bajo las disposiciones del tercer paquete legislativo de 2009. En casi toda la UE los estados miembros han hecho cuantiosas inversiones para testear la integración de las tecnologías y aplicaciones de redes inteligentes en la infraestructura de energía. La UE ha invertido en la última década aproximadamente 300 millones en proyectos de Smart grid. En 2010, por recomendación de los operadores de las redes de distribución y transmisión, la Comisión Europea estableció la Iniciativa Europa de redes Eléctricas (EEGI), un programa de I+D de €2 billones a 9 años.

LA EDSO¹⁴ para Smart grids es una asociación de operadores de sistemas de distribución de los 17 estados miembros de la UE, que cubre 70% de los puntos de suministro de electricidad de la UE. La asociación está comprometida con la promoción de la modernización de la red eléctrica para alcanzar los objetivos de eficiencia energética, reducción de GHG y energía renovable de la UE.

¹³ Donde la más destacada es la Directiva Eléctrica 2009/752/EC.

¹⁴ European Distribution System Operators. Véase <http://www.edsoforsmartgrids.eu/>

1.3.2. ALEMANIA

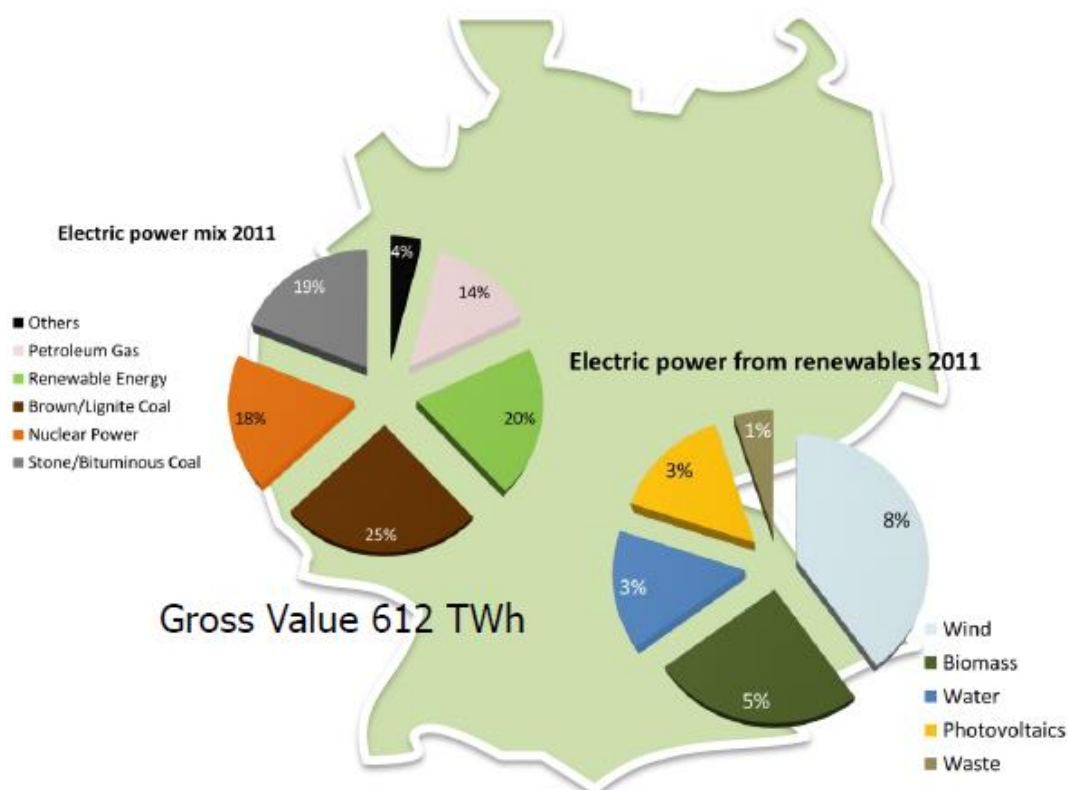
Alemania es uno de los países más avanzados en términos de penetración de sistemas de autogeneración. Actualmente está vigente en ese país el Plan de Energía 2010, que toma como punto de partida los siguientes hechos:

Situación Actual / Hechos en Alemania

- Un fuerte crecimiento de las energías renovables: 2009: 16,3 % , 2010: 16,8 %; 2011: 20 %; Q1 2012: 22 %
- Importante crecimiento de la energía eólica: 2010: 5.9 %; 2011: 8 %; Q1 2012: 10,5 %
- Reducción de la participación de la energía nuclear: 2010: 22.6 %; 2011: 18 %; Q1 2012: 18 %
- Lo anterior ha conducido a que el año 2011 el aporte energético de las energías renovables fuera mayor que la participación de la energía nuclear ("nuclear phaseout")
- A pesar de lo anterior, la mayor parte del abastecimiento de energía aún depende principalmente de combustibles fósiles: carbón, gas y petróleo

La situación de la matriz energética de Alemania se expone en la Ilustración 8.

Ilustración 8



(Sources: FDP parliamentary group, BDEW)

Fuente: The Federal Association of the Energy and Water Industry (BDEW)

Como ilustra el esquema anterior, el año 2011, el aporte de las energías renovables (20%) en la matriz energética de Alemania superaba al aporte de la energía nuclear (18%); y que a su vez, este 20% se descomponía en 8% de energía eólica, 5% biomasa, 3% energía hidráulica, 3% energía solar y 1% de energía a partir de residuos.

En cuanto a las metas de producción y capacidad instalada que se han impuesto en Alemania respecto de la penetración de energías renovables, la situación de indica en las ilustraciones 9 y 10. Al 2022 se espera alcanzar 360 TWh de energías convencionales (26% que el 2012) y 240 TWh de energías renovables (el doble que en 2012).

Ilustración 9

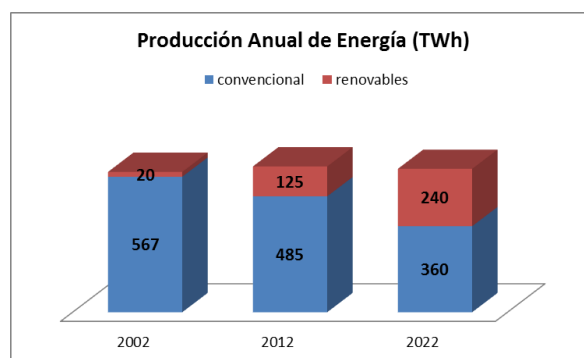
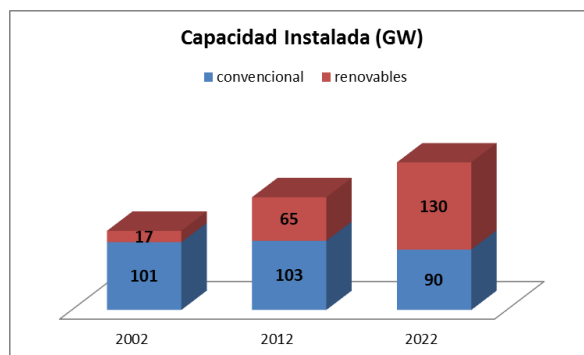


Ilustración 10



Fuente: The Federal Association of the Energy and Water Industry (BDEW)

Las metas a futuro que se ha planteado Alemania no son menores, este proceso está en pleno crecimiento. Esta coyuntura impone desafíos relevantes a las redes de distribución, que han pasado de redes de flujos unidireccionales, en plazos relativamente cortos, a redes de flujos multidireccionales, con todo lo que ello implica en control medición, monitoreo, información a usuarios y reguladores, supervisión de fallas y reparaciones, etc.

La elevada penetración de Energías Renovables en Alemania es parte de un proceso denominado "Energy Transition", que se basa fundamentalmente en la decisión de apagar gradualmente las centrales nucleares existentes en el país, hasta llegar a un valor 0 de aporte

energético proveniente de estas fuentes. El proceso de Energy Transition presenta los siguientes desafíos y condiciones nuevas:

Generación de Energía en forma Descentralizada

- El consumidor clásico pasa ahora a ser un "prosumer" (consumer + producer / consumidor y productor a la vez).
- Gran desarrollo de parques eólicos en zonas rurales y en el mar del norte, (parques off-shore).
- Incremento de fuentes de energías renovables
- Producción de energía en base a fuentes eólicas y solares, depende en gran medida de condiciones meteorológicas

Desafíos

- Integración de productores de energía descentralizados y fluctuantes en las redes de transmisión y distribución.
- Balance de demanda y oferta de energía intentando lograr los mayores niveles posibles de disponibilidad, seguridad y comodidad para los usuarios.
- Impulsar uso eficiente de la energía, idealmente CO2 neutro, a niveles urbanos.
- Se generan excedentes en ciertas zonas / a ciertas horas.
- Generadores, redes, proveedores y consumidores son llamados a actuar de manera flexible, en base a intereses comunes.

Lo anterior requiere la integración de nuevas tecnologías de información y comunicación en la Red Eléctrica (Concepto IT 4 Energy).

En esta sección se intentará resumir los principales aspectos técnicos para presentar el funcionamiento y características de las Smart Grids, en comparación con las características actuales de las redes de distribución, de manera de contar con una base técnica para entender el proceso de evolución desde las actuales redes hacia este nuevo concepto. Como se verá más adelante, hay una serie de condiciones e impulsores de este proceso de evolución hacia Smart Grids, y la realidad técnica, económica, social y política de cada país hace que no existan soluciones únicas, sino más bien cada país, de acuerdo a sus particulares condiciones, requerirá soluciones y procesos específicos.

Las nuevas funcionalidades que las Smart Grids deben desarrollar, y los dispositivos y sistemas que deben integrar, imponen el desarrollo de nuevos protocolos y elementos tecnológicos requeridos: sistemas de control y monitoreo, protocolos de comunicación, sistemas de hardware y software.

Hay implicancias de costos y actores adicionales. Los nuevos dispositivos, sistemas y funciones que las Smart Grid implican, imponen la necesidad de desarrollar nuevas inversiones, y además nuevos actores pueden participar en el mercado eléctrico, o bien actores ya existentes deben modificar y/o adaptar su participación. A modo de ejemplo, la necesidad de integrar funcionalidades TI en la redes de distribución, hace necesario que actores de este mercado

puedan integrarse a él. Empresas de telecomunicaciones, operadores de redes de datos, empresas de informática y procesamiento de información, proveedores de dispositivos electrónicos – digitales, etc., son actores que pueden ver oportunidades de mercado en el contexto de las redes inteligentes.

Los mapas técnicos de las nuevas redes cambian. La condición de pasar de redes unidireccionales, en cuanto a flujos de energía, a redes multidireccionales, cambia las topologías de red, sus metodologías de diseño, monitoreo, operación y control.

Una parte relevante de la Smart Grid está constituida por lo que se denomina "Advanced metering infrastructure (AMI)¹⁵". Las Smart Grids necesitan sistemas de medición y monitoreo más complejos y sofisticados, pues una de sus condiciones más relevantes es precisamente la necesidad que surge de la exigencia de mayores niveles y detalle de información de consumo por parte de los consumidores finales.

1.3.3. ITALIA

Visión general.

La política de redes inteligentes de Italia está fuertemente alineada con la política de Smart Grid (UE) de la Unión Europea, específicamente con la Directiva Europea Overview 2009/28/CE. A estas alturas Italia mira la política Europea de Smart grid como un medio para mejorar el crecimiento económico a través de la política energética competitiva y sustentable. Italia, como muchos otros estados miembros de la UE apoya el intercambio de iniciativas y tecnologías relevantes para la producción de energía proveniente de recursos renovables. Actualmente Italia ha implementado las directivas de la UE a través de un set de proyectos de energía que enfatizan el uso de producción descentralizada de energía proveniente de recursos renovables, el uso de líneas cortas de transmisión y el uso de tecnologías que reducen las pérdidas de energía.

Italia como un firme partidario de la política 20-20-20, espera alcanzar un 17% de su energía eléctrica de fuentes renovables en el 2020 lo que es 3 veces más que lo que tenía el 2005.

¹⁵ Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) es una arquitectura para la comunicación automática en dos sentidos entre el medidor inteligente con una dirección IP y la empresa distribuidora. El objetivo de una AMI es entregar a las empresas distribuidoras de servicios básicos datos en tiempo real sobre los consumos de energía y permitir a los consumidores estar informados del uso de energía basado en el precio al momento del uso.

Políticas e iniciativas de Energía del gobierno.

A la luz de los esfuerzos mundiales en Smart grids, el gobierno italiano ha empezado a empujar un sistema de energía eléctrica nacional más robusto. Como parte de esto, el gobierno italiano ha consolidado recientemente su política de energías renovables e iniciativas de planes de desarrollo de Smart grids hacia un importante documento llamado "Plan de Acción Nacional para la energía renovable de Italia", emitido en Abril de 2010. El plan establece que el gobierno Italiano, junto con Corea y Estados Unidos son los líderes en proyectos de Smart grids a nivel internacional. En particular, Italia cree que su plan puede llevar a la economía nacional a mayores niveles de crecimiento. Esto a su vez aumentaría el suministro de energía y promocionaría otros logros tecnológicos.

Colaboraciones industriales y gubernamentales.

En Italia, la autoridad de Energía y gas tiene como objetivo proveer directivas para apoyar el desarrollo de las redes inteligentes, promoviendo y alentando proyectos pilotos focalizados en distintas zonas del país. Estos proyectos incluyen tópicos como: manejo inteligente de la red eléctrica y la integración de vehículos eléctricos.

La primera acción que hizo Italia en esta dirección fue en 2007 cuando ENEL spa, la mayor empresa de electricidad de Italia, decidió instalar una red nacional de medidores electrónicos de energía. Al fin de 2009, casi 32 millones de medidores inteligentes habían sido instalados reemplazando la mayoría de los medidores existentes. Los primeros objetivos del proyecto, conocido como "telegestores", eran: permitir la lectura remota del consumo de energía residencial y habilitar en tiempo real, cambios contractuales como inicio o término de servicios.

1.3.4. ESPAÑA

Política energética en España

La política energética española está muy modelada por lo que han sido los objetivos de la UE para 2020 sobre mitigación de GHG, energías renovables y eficiencia energética. El país tendrá que reducir sus emisiones de los sectores fuera de Esquema de Intercambio de Emisiones de la UE en un 10% bajo sus niveles de 2005. También tendrá que aumentar la participación de fuentes renovables de energía en el consumo final bruto de energía desde 8,7% en 2005 a 20% en 2020. Además, España al igual que otros estados miembros de la UE, también tienen un objetivo vinculante para que el 2020 la energía renovable cubra el 10% de la demanda de energía para transporte. Finalmente, España tendrá que aumentar su eficiencia energética, para ayudar a reducir la demanda de energía en la UE, en 20% bajo el nivel BAU para el 2020.

La crisis española ha impactado en los consumos de energía y particularmente de energías renovables, por lo que la política energética de España se está esforzando por apoyar el desarrollo sostenible y asegurar el suministro de energía que permita el crecimiento económico y la competitividad, al mismo tiempo que reduce el impacto que tiene sobre el medio ambiente la producción, transformación y uso final de la energía.

En 2011 se implementó una estrategia para aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de Co2 en los sectores del transporte y la construcción, con la clara intención además de ayudar a la recuperación de este último sector. Adicionalmente, el gobierno español adoptó un paquete temporal de medidas para reducir el consumo de energía. El plan para aumentar los ahorros de energía de Marzo de 2011 introduce 20 medidas en los sectores de transporte y construcción para reducir el consumo final de energía en 3,5% y reducir el consumo de petróleo y diésel en 15% y 11% respectivamente ¹⁶

Estructura del sector

El sector eléctrico español ha sufrido una profunda transformación desde el año 1998. Hasta entonces, la actividad del sector estaba concentrada en empresas caracterizadas por una importante estructura vertical, y que ejercían monopolio en las distintas regiones españolas.

Como consecuencia de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, se estableció la separación entre las actividades reguladas (transporte y distribución) y las no reguladas (producción y comercialización), debiendo las empresas eléctricas separar contable y jurídicamente dichas actividades. Cabe señalar que aunque las actividades no reguladas se desarrollan en régimen de libre competencia, están sometidas a autorización administrativa.

Drivers del desarrollo de las Smart Grids en España

La revisión de la situación energética en España, la realidad de su mercado y sus metas en eficiencia energética, disminución de emisiones y uso de energías renovables, requiere que todos los stakeholders estén adecuadamente involucrados para asegurar que el efectivo despliegue de las Smart Grids sea exitoso y permita al país desarrollar y mejorar el sistema de energía y los sectores de la industria nacional y tecnología.

Para lo anterior, es vital implementar medidas que ayuden a todos los actores involucrados en la cadena de valor respecto de tres dimensiones: alinear políticas industriales y energéticas; alentar el desarrollo de incentivos y fortalecer el apoyo institucional.¹⁷

1.3.5. DINAMARCA

Política energética

Dinamarca es un líder entre los países de la OECD en términos de políticas sobre energía renovable, eficiencia energética y cambio climático. Desde 1990 Dinamarca ha desacoplado el consume energético del crecimiento económico, al mismo tiempo que ha reducido la emisión de gases efecto invernadero.

La estrategia energética 2050 de Dinamarca, es el resultado de un proceso largo y estable y es la continuación de varias políticas que comenzaron en los años 80 y de un acuerdo único que existe sobre energía. En 2007, el gobierno estableció en su plataforma política que Dinamarca

¹⁶ <http://www.climatepolicytracker.eu/spain>

¹⁷ Development of Smart Grids in Spain. Noviembre 2012. FutuRed - Spanish Technology Platform of SmartGrids y Boston Consulting Group.

debería ser una sociedad *low-carbon* con una política energética y climática visionaria. El gobierno elaboró una visión de largo plazo para que Dinamarca ya no tuviera que depender de combustibles fósiles. Se estableció una Comisión independiente de Política de Cambio Climático para investigar como podría ser alcanzada esta visión e identificar las políticas de largo plazo necesarias para alcanzar este objetivo.

La Comisión publicó sus resultados en 2010, haciendo 40 recomendaciones específicas para el gobierno sobre el proceso que había que seguir para convertir el actual sistema energético a uno independiente de combustibles fósiles.

De esta forma entonces, la estrategia energética 2050 se construye sobre el trabajo de la Comisión Climática y entrega los lineamientos para los instrumentos de política energética que deberán implementarse.

La estrategia identifica una serie de acciones de gobierno dentro de un marco de tres vías bien definidas o etapas del proceso.

Cada una de estas vías considera variaciones en la vida operacional, procesos de toma de decisiones, madurez tecnológica y precios en todo el sistema energético. Las tres etapas también consideran el tiempo que toma la implementación de acciones e iniciativas: aquellas que pueden ser alcanzadas el 2010, otras a alcanzar en el mediano plazo y finalmente conceptos de largo plazo. Las acciones en cada vía se clasifican bajo un número claramente definido de encabezados: eficiencia energética, calefacción y electricidad, producción, transporte, y la transición a un sistema de energía inteligente en Europa.

La primera fase de la estrategia está focalizada en una serie de iniciativas que comienzan, en el corto plazo, para reducir significativamente la dependencia del país de combustibles fósiles, concentrándose en el fortalecimiento y expansión de las políticas existentes en eficiencia energética y energía renovable y determinando acciones en sectores clave hasta 2020.

Estas acciones contribuyen con el objetivo de largo plazo de la independencia de combustibles fósiles y aseguran que Dinamarca cumplirá sus obligaciones de corto y mediano plazo.

Por supuesto estas actividades no están libres de costos, y requieren inversión que en el largo plazo resultará en menores costos por combustibles, pero en el corto plazo llevará a pagar más caro que las actuales alternativas disponibles de combustibles fósiles. En el sector del transporte, la estrategia reconoce que Dinamarca es dependiente de los avances tecnológicos internacionales y por lo tanto tiene que moderar sus ambiciones, al menos en el mediano plazo. La estrategia presenta a los consumidores de energía daneses un robusto set de medidas que permitirá llevar al país al final de la primera fase de esta transformación tan radical.

Las iniciativas de la nueva política energética hasta 2020 son financiadas tomando en cuenta la actual política financiera. Esto implica que la transición hacia la total independencia de los combustibles fósiles deberá ser financiada por los actuales consumidores de energía.

El gobierno propone que podrían utilizarse los siguientes mecanismos de financiamiento:

- Iniciativas de ahorros de energía serán financiados por los consumidores de energía. El impacto de aumentar las tarifas deberán ser compensados por mayores niveles de eficiencia energética y, por lo tanto, menores demandas por energía.
- La expansión de energía renovable será financiada por los ingresos del esquema PSO.¹⁸ Actualmente los cobros del PSO varían con los precios del mercado de la electricidad pero el gobierno cree que en el futuro, el PSO estará más estático en la medida que el costo de mayores volúmenes en la capacidad de renovables fuera compensado con el precio decreciente de la tecnología.
- Las pérdidas en los ingresos que recibe el Estado proveniente del consumo decreciente de combustibles fósiles hasta el 2010, serán recuperados por un impuesto a la seguridad de suministro.
- Iniciativas menores y menos costosas serán financiadas mediante la reasignación de los fondos existentes en el presupuesto de energía y clima, por ejemplo mediante la redistribución de los fondos remanentes del régimen vigente para el desmantelamiento de los hornos de petróleo¹⁹

Redes inteligentes/ medidores inteligentes

En el contexto, la Energinet.dk y la Asociación danesa de Energía han analizado cómo llegar a cumplir estos objetivos en los próximos 15 a 25 años, particularmente cómo la solución de redes inteligentes puede preparar el sistema energético para administrar estos desafíos.

Particularmente, el análisis tiene que ver con la parte de la Red Inteligente que habilita la interacción efectiva entre generación de energía eólica, bombas de calor en viviendas, vehículos eléctricos y vehículos híbridos enchufables.

El análisis supone que el año 2025, sector eléctrico Danés podrá manejar lo siguiente:

- una capacidad eólica expandida que cubra 50% aproximadamente del consumo de electricidad de Dinamarca.
- Un número de vehículos eléctricos e híbridos que alcanzará los 600.000; y
- 300.000 bombas de calor individuales

El análisis muestra que el sistema de energía administrará aumentos y cambios en el consumo de energía y una generación más fluctuante de manera más eficiente a través de la red inteligente, que crea una interacción dinámica entre el sistema de energía y los consumidores. La conclusión también aplica si hay menos vehículos eléctricos e híbridos que los indicados en los supuestos.

¹⁸ Esquema PSO (Obligación de Servicio Público). PSO se cobra en las cuentas de electricidad de los consumidores. PSO incluye los costos que Energinet.dk carga en bien de la comunidad para los propósitos especificados en el Electricity Act

¹⁹ International Energy Agency. Energy Policies of IEA Countries. Denmark 2011 Review.

Sin embargo, dado que la Red inteligente es una nueva y diferente manera de desarrollar el sistema energético, debe tomarse una decisión para asegurar que todos los actores empujen para el mismo, lado de modo de evitar que las grandes inversiones y gastos requeridos no sean subutilizados. Esto requiere la colaboración entre los distintos actores del sector como también un fuerte compromiso político por establecer las condiciones regulatorias fundamentales para establecer las condiciones de este desarrollo.

Inversiones en smart grid

El cálculo total muestra que un futuro sistema de energía usando redes Inteligentes puede ser establecido a un costo social neto (valor presente) de DKK 1.6 billones²⁰. Sin embargo, esto requiere una inversión social de cerca de DKK 9.8 billones –una inversión que puede llevar a beneficios derivados de alrededor DKK 8.2 billones, en la forma de menores costos de generación eléctrica, producción más efectiva de servicios auxiliares y crecientes ahorros en electricidad.

Por contraparte, una estrategia tradicional de inversión en reforzamiento podría ser de aproximadamente DKK 7.7 billones en valor presente neto, pero no traería los beneficios incrementales mencionados. De modo que el beneficio económico de elegir una estrategia de Smart Grid se estima en aproximadamente DKK 6.1 billones.

La red de distribución debería expandirse con la demanda de consumidores por vehículos eléctricos e híbridos y bombas de calor. Sin embargo, la necesidad de invertir en reforzamiento sería de DKK 1,6 billones menos si el nuevo consumo es optimizado de manera flexible e inteligente con la ayuda de las funciones de la red inteligente. En concreto, la red inteligente reduce la necesidad de reforzamiento de la red de distribución en montos que van desde los DKK 5,7 billones hasta a DKK 4,1 billones.

La conclusión del estudio es que la Red inteligente es la forma más efectiva para desarrollar el sistema de energía y prepararlo para los desafíos que se vienen.

Ventajas para los consumidores

El establecimiento de la Red Inteligente aumenta la digitalización de los residentes daneses. Mayor medición, control y comunicación electrónicos estaría presente en las casas, lo cual les permitiría mirar sus consumos y la posibilidad de alcanzar un consumo de electricidad inteligente y automáticamente controlado, ahorrando energía y dinero.

Un beneficio adicional para los consumidores será la posibilidad de comprar una mayor cantidad de servicios relacionados. Por ejemplo, es concebible que los consumidores reciban un SMS si su bomba de calor se rompe mientras están de vacaciones. Podrían apagar automáticamente electrodomésticos encendidos si están lejos o podrían controlar la temperatura de su calefactor vía teléfono inteligente o PC.

²⁰ 1 USD = 5.4293 DKK
1 DKK = 0.184186 USD www.gocurrency.com

Además la red inteligente permitirá a los dueños de vehículos eléctricos e híbridos tener su consumo de energía para transporte cubierto de manera individual e inteligente porque será posible cargar la batería del vehículo a precios variables dependiendo de la velocidad y el momento de la carga.

Se espera que se desarrolle un precio simple y transparente, que refleje de manera dinámica el costo de la cadena de valor en la cadena completo del sistema de energía, de modo que los clientes puedan ganar el beneficio completo de hacer su consumo más eficiente e inteligente. Además se deberán desarrollar sistemas y soluciones para que el consumidor pueda tener un uso flexible de la energía y así poder beneficiarse de ello.

Esto significa que las empresas de la red de distribución y generación deberán acometer nuevas tareas. Deberán seguir desarrollando el mercado para las compensaciones y servicios auxiliares. Además las empresas deberán crear una visión en tiempo real de la carga en la red de distribución que pueda formar parte del precio dinámico de la electricidad y por lo tanto motivar a los consumidores a usar la electricidad de forma que minimice los costos de reforzamiento de la red.

Condiciones políticas necesarias

La industria eléctrica danesa deberá jugar un rol activo para asegurar un desarrollo común y coordinado de un sistema de energía inteligente en Dinamarca. Sin embargo, requiere que las pre condiciones políticas también promuevan el comportamiento proactivo entre todos los actores.

La regulación financiera de las compañías de redes deberá asegurar que éstas tendrán incentivos suficientes para participar activamente en el desarrollo de la Red inteligente y que harán las inversiones de largo plazo necesarias para crear un sistema de energía inteligente, ya que bajo la actual regulación esas inversiones no resultan rentables para las empresas.

Además, se requieren crecientes esfuerzos de demostración, en parte para mayores desarrollos y en parte para asegurar la necesaria estandarización en ese campo. Consecuentemente, la sociedad deberá continuar garantizando el apoyo financiero para las actividades de demostración y desarrollo focalizadas, las cuales incentivan el avance de esas tecnologías y soluciones que formarán los bloques de construcción del sistema de energía del futuro. Estos esfuerzos resultan decisivos si Dinamarca quiere alcanzar una posición de liderazgo dentro de la cadena de valor de la Red Inteligente.²¹

²¹ Smart Grid in Denmark. Energinet.dk and the Danish Energy Association

1.3.6. ESTADOS UNIDOS

Política Energética de los EEUU.

Durante la década pasada, la política energética de los EEUU fue impulsada por diferentes preocupaciones incluyendo la seguridad energética, el impacto ambiental de la producción de energía y la capacidad para ser "energéticamente independiente" para revertir la tendencia de que la energía importada superaba la producción doméstica. Esto se vio agravado por el miedo a una "crisis energética" donde el consumo de energía de la nación superaba su producción, amenazando su crecimiento económico, su nivel de vida, y su seguridad energética. En 2010, la energía que se producía en los EE.UU. satisfacía cerca de tres cuartos de sus necesidades de energía. Desde mediados de los 50, EEUU ha sido un importador neto de energía y actualmente es el mayor importador del mundo de petróleo crudo.

Si bien Estados Unidos no es miembros del protocolo de Kyoto, sí tiene objetivos de reducción de carbono. Según el Acuerdo de Copenhague, los Estados Unidos acordó una meta no vinculante de alrededor de 17% bajo los niveles de 2005 para el 2020 de conformidad con la legislación climática y de energía anticipada de EEUU.

Como parte de su esfuerzo por enfrentar estas preocupaciones y reducir las emisiones de CO2 relacionadas con la energía, el gobierno ha invertido en expandir sus recursos de energía domésticos (incluyendo recursos renovables) y adoptado iniciativas para modernizar la infraestructura de energía y conservación.

En su informe del estado de la Unión de 2012, el Presidente Barack Obama, re enfatizó la preocupación del gobierno respecto de la seguridad energética y restableció el compromiso de su gobierno con la energía limpia y las redes inteligentes. En los últimos cinco años, los estadounidenses han visto incrementarse sus cuentas de electricidad, reflejando los altos costos en mantención y actualización de la añosa infraestructura y el reemplazo o retiro de las plantas de energía de carbón por nuevas instalaciones de gas natural y energía renovable. En particular ha habido un consistente empuje para la producción de energía renovable a través de mandatos legislativos a nivel estatal. Dos de los 50 estados de EEUU tienen un "portfolio renovables estándar" o RPS, el cual mandata una cierta capacidad de energía renovables en el sistema para un año determinado.

Sector Eléctrico

A nivel federal, el congreso determina las políticas de energía, la Agencia de Medio Ambiente determina la política ambiental y el departamento de Energía financia y ejecuta las políticas promulgadas por la ley federal. La transmisión y el comercio interestatal caen bajo la jurisdicción estatal y son reguladas por el gobierno federal a través de Comisión Federal regulatoria de energía (FERC). Tanto el gobierno federal, como el gobierno estatal, tienen jurisdicción sobre la venta de electricidad a los consumidores. La regulación económica del segmento de la distribución es una responsabilidad estatal y es implementada generalmente por las Comisiones de Servicios básicos.

Los operadores independientes del sistema (ISOs) y los operadores de transmisión regional (RTOs), regulados por el FERC, operan los sistemas interconectados Este, Oeste y Texas²². La FERC no tiene jurisdicción sobre los estados de Alaska y Hawaii debido a la naturaleza de aislamiento de sus redes. La Corporación Americana de Seguridad Eléctrica (NERC) está autorizada por la Ley de Energía Federal para asegurar la fiabilidad de la red eléctrica de transporte mediante el establecimiento y aplicación de normas de fiabilidad, el control de la sistema, proporcionando pronósticos y ofrecer la educación, la formación y programas de certificación (incluyendo las de los operadores de transporte, coordinadores de fiabilidad, las autoridades de equilibrio, y operadores del sistema). Algunos miembros del NERC han formado organizaciones regionales con objetivos similares (ISOs y RTO).

Históricamente, el sector eléctrico de los EEUU ha sido dominado por monopolios integrados verticalmente, establecidos por estatutos del estado y regulados a través de lo que se conoce como el "compacto regulatorio". En muchos estados, está ocurriendo la reestructuración del sector. Actualmente el mercado de electricidad mayorista es competitivo y hay acceso abierto a la transmisión. En la mayoría de los Estados las ventas detallistas están reguladas y se establecen Comisiones de Servicios Públicos. Las empresas de electricidad son de propiedad privada, cooperativas rurales eléctricas o gobiernos municipales. Los comercializadores de energía compran y venden electricidad, pero generalmente no poseen ni operan las instalaciones de generación, transmisión o distribución.

Estructuras de Redes y Medidores Inteligentes

En 2010, 663 empresas eléctricas tenían instaladas 20.334.525 medidores inteligentes, aproximadamente 90% de los cuales era para clientes residenciales.

En 2011, la penetración promedio nacional de medidores inteligentes era de 14%. En 7 estados esta tasa excede el 25%. Además de ser financiados en gran parte con recursos obtenidos a través de apoyos financieros federales, la mayor parte del costo de estos despliegues se recupera en las tarifas minoristas que pagan los consumidores.

²² 1) La Interconectada Este, que une los estados del este y centro; 2) la Interconectada Oeste que comprende los estados de las Montañas Rocallosas y del sur oeste en los EEUU y 3) La interconexión Electrica Reliability Council of Texas Interconnect que incluye la mayor parte del estado de Texas en EEUU.

La reacción del público a estos despliegues ha sido mixta; para los servicios públicos que articularon los beneficios de los medidores inteligentes, la reacción de los consumidores ha sido positiva ²³. En otras áreas se ha observado un retroceso de los consumidores, motivados por

La voz de la Experiencia: Análisis del compromiso de los clientes de Smart Grids

La Ley de Recuperación y Reinversión Americana (ARRA) de 2009 estimuló las inversiones en tecnología de redes inteligentes y los programas de servicios públicos de todo el país. El programa de Subsidios a la Inversión en Smart Grid y los proyectos de demostración de Smart Grid que se presentaron una oportunidad sin precedentes para aprender de la implementación de redes inteligentes.

Empezando en 2011 el Departamento de Energía, Oficina de despacho de electricidad y seguridad energética (DOE OE), en alianza con empresas de servicios eléctricos que recibieron el fondo ARRA acordaron una serie de talleres regionales (Smart Grid Peer-to-Peer Workshops). Los talleres fueron diseñados para que las empresas se comprometieron en diálogos en torno a los temas de redes inteligentes más atractivos de la región con un enfoque en la participación del cliente. Las reuniones ofrecen una plataforma para los implementadores de redes inteligentes, en todas las etapas de la implementación del proyecto, para compartir sus experiencias y aprender de otros servicios públicos.

En la red inteligente Talleres Peer-to-Peer, servicios públicos de diferentes tamaños y estructuras de funcionamiento, compartieron los enfoques y métodos que funcionan mejor para ellos y sus comunidades, así como las valiosas lecciones que han aprendido en el camino. Es evidente que no es la misma receta para todos y no hay receta específica para la participación del cliente.-

preocupaciones de salud²⁴ y de privacidad, y una respuesta negativa al incremento de los costos de la electricidad que ha acompañado a los medidores inteligentes.

Algunas demandas colectivas fueron lanzados contra Pacific Gas & Electric en California y en contra de Oncor en Texas por violación de la salud y la privacidad, así como la sobrefacturación. La demanda contra Oncor fue desestimada en agosto de 2010.

Como resultados de estos desarrollos, el perfil político de la sensibilidad del consumidor relacionado con los medidores inteligentes en EEUU, es muy alto. Para responder a ello, ha

²³ Oklahoma Gas & Electric, San Diego Gas & Electric, como también el CenterPoint Energy en Texas

²⁴ Algunos consumidores han reportado una serie de enfermedades que han surgido en las comunidades donde se han instalado medidores inteligentes. Más información en <http://emfsafetynetwork.org/smart-meters/smart-meter-health-complaints/> y en http://www.huffingtonpost.com/david-h-bailey/smart-meters-dumb-science_b_2768405.html.

habido una serie de iniciativas de parte del gobierno y la industria para resolver estas preocupaciones. De esta manera, las empresas de servicios formaron la Red Inteligente Colaborativa, con organismos públicos, empresas del sector privado, y organizaciones de opinión pública, para focalizarse en los mensajes de las redes inteligentes y en las herramientas educativas para los consumidores.

La red inteligente tiene una menor popularidad política que los medidores inteligentes. En 2003, el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) formó la Oficina de Transmisión y Distribución Eléctrica (lo que ahora es la Oficina de Distribución Eléctrica y Seguridad Energética) para liderar un esfuerzo nacional para modernizar y expandir la red eléctrica. En enero de 2004, la oficina produjo el roadmap de tecnologías para la distribución nacional de Energía, la cual articuló una ambiciosa visión de la red inteligente llamada "smart grid 2030"²⁵, la cual visualiza transferencias de energía intercontinental, flujos de información en tiempo real desde los consumidores, pérdidas económicas cercanas a cero por interrupciones en el servicios, mercados competitivos en todas las etapas del suministro del servicio. Etc.

Desde entonces el gobierno ha hecho esfuerzos considerables, incluyendo financiamiento, para estimular la actividad de redes inteligentes. El apoyo para las Smart grids fue codificado en la Ley de Seguridad e Independencia de Energía de 2007. El departamento de energía maneja un programa de demostración e I+D para tecnologías de Smart grid y entrega fondos a inversiones calificadas. Las comisiones estatales de servicios públicos y defensores de la industria están revisando los resultados del programa de inversiones financiados por la DOE para identificar las buenas prácticas y los costos y beneficios para los consumidores y empresas de servicios públicos, cuyos contenidos y resultados se pueden ver en http://www.smartgrid.gov/federal_initiatives.

Según la Ley de reinversión y Recuperación de América de 2009, el gobierno federal entregó aproximadamente US\$4,3 billones para inversiones en redes inteligentes, tales como un programa de manufactura para componentes de vehículos eléctricos e implementaciones en infraestructura de medición avanzada. Se anticipa que en la próxima década las actividades de redes inteligentes continuaran atrayendo la atención federal en las áreas de infraestructura crítica y Ciber-seguridad

En este sentido, el Instituto Nacional de tecnología y estándares (NIST) ha revisado los desarrollos de interoperabilidad y estándares de ciber seguridad a través de procesos colaborativos que incluyen a los *policy makers*, servicios e industria.

²⁵ <http://energy.gov/oe/downloads/grid-2030-national-vision-electricity-s-second-100-years>

Por otra parte, en colaboración con el resto de las instituciones, la GridWise Alliance es una organización de actores de la red eléctrica que facilita el diálogo a través del sector eléctrico y academia sobre asuntos relativos a los desarrollo de smart grids.²⁶

1.3.7. CANADA

Política Energética

Canadá tiene la tercera reserva de petróleo crudo probada en el mundo y el gobierno federal ve esto como un motor clave de la economía canadiense. El actual gobierno federal ha evitado e incluso eliminado los compromisos ambientales o relacionados con energía que sean vinculantes que le podrían obligar a abrazar energía verde o controles complementarios para las emisiones GHG. En diciembre de 2011 el gobierno de Canadá anunció que renunciaba al Protocolo de Kioto (antes, bajo el protocolo de Kioto, Canadá se había comprometido a reducir sus emisiones GHG en 6% bajo los niveles de 1999, pero no estaba haciendo seguimiento para cumplir ese compromiso). Canadá es parte del Acuerdo de Copenhague, bajo el cual comprometió una reducción de 17% de sus emisiones GHG bajo los niveles de 2005 para el 2020. Este objetivo es solamente eso, no una obligación legal. Mientras se ha abstenido de hacer cualquier compromiso que pudiera comprometer su crecimiento económico, el gobierno federal ha entregado fondos para estimular iniciativas verdes, tales como el Fondo de Energía Limpia y la iniciativa de innovación eco Energy.²⁷

Por el contrario, la mayoría de los gobiernos provinciales ha sido muy proactivos en atacar el cambio climático y adaptando energía verde, estableciendo sus propios objetivos de reducción de GHG y promulgando legislación de energía verde. Las provincias de Columbia Británica, Quebec y Manitoba han introducido impuestos al carbón. Las provincias de Alberta y Nova Scotia han promulgado legislación, limitando las emisiones de carbón, y han lanzado el primer sistema cap-and-trade regulando los gases efecto invernadero.

A pesar de las diferencias en sus compromisos, hay una ambición colectiva para que Canadá sea un líder global de energía. De esta forma, los gobiernos federales, provinciales y territoriales han acordado algunos principios básicos:

- a) la diversificación de la oferta de energía es importante;
- b) las mejoras en eficiencia energética y conservación son necesarias para la competitividad y la responsabilidad ambiental;
- c) la antigüedad de la infraestructura de energía es un desafío.

Ellos también acordaron que un objetivo clave debería ser el acelerado desarrollo de las tecnologías de energía limpia y una fuerza de trabajo capacitada en esas tecnologías.

²⁶ <http://smartgrid.ieee.org/resources/public-policy/united-states>

²⁷ Nótese que los compromisos bajo protocolo de Kyoto son vinculantes, en circunstancias que los de Copenhague no lo son. Dado que Canadá tiene importantes reservas de petróleo no quiere "amarrarse" a nivel federal con compromisos que puedan limitar situaciones futuras no previstas.

Respecto de las iniciativas de smart grid específicamente, el gobierno federal citó como drivers la sustentabilidad, la seguridad, la eficiencia y la capacidad energética.

Sector Eléctrico

La generación, transmisión y distribución caen primeramente bajo la jurisdicción territorial y provincial, de modo que las políticas que la afectan se hacen a ese nivel. Las exportaciones de electricidad y las líneas de poder interprovincial e internacional caen bajo jurisdicción federal. En Canadá los mercados eléctricos caen a lo largo de líneas regionales y provinciales y son apropiados, operados y regulados por una amplia variedad de agencias provinciales o compañías estatutarias.

La red canadiense es parte del sistema de transmisión norteamericano, el cual comprende las tres principales redes interconectadas, Texas, Este y Oeste. En Canadá sólo las provincias de Ontario y Alberta tienen administradores independientes de la red: el Ontario Independent Electricity System Operator y el Power Pool of Alberta, respectivamente.

El North American Electric Reliability Council (NERC) es una ONG ubicada en los EEUU que asegura la seguridad del sistema de energía norteamericano a través de estándares desarrollados y fiscalizados, sistemas de monitoreo, predicción y entrenamiento y programas de certificación. La NERC coordina la seguridad con las empresas de servicios básicos de Canadá según un Memorándum de Entendimiento suscrito con el Directorio Nacional de Energía de Canadá y las provincias de Ontario, Quebec y Nova Scotia.

Históricamente, el sector eléctrico fue monopolizado por empresas pertenecientes a las provincias verticalmente integradas. Durante la década pasada, las provincias de Alberta, Ontario, British Columbia y New Brunswick separaron la generación, transmisión y distribución en dos organizaciones paralelas, que aún son de propiedad de las entidades del gobierno. Estas reformas varían de provincia a provincia, siendo la reforma implementada en Alberta la más extensiva, llegando a tener un mercado mayorista completamente competitivo y un mercado de retail con precios de mercado. Ontario tiene acceso abierto a la transmisión, la venta mayorista y mercados de retail, pero está muy regulado en precios. Algunas provincias se han abierto a la competencia en generación de energía de parte de productores independientes, particularmente en la generación de energía renovable. Sólo Ontario tiene un programa de feed in tariff para energía renovable y BC Hydro tiene un programa Standing Offer Program para que fluya el proceso de venta para productores pequeños de energía renovable.

Infraestructura de Smart Meter / Smart Grid

Algunas provincias (Ontario, British Columbia, Saskatchewan, Quebec) han implementado o intentado implementar un despliegue de smart meters. De entre estas provincias, solo British Columbia tiene claramente articulada su intención de no cambiarse a un sistema de precio time-of-use.

Hay pilotos de smart grids en las provincias de Ontario y Quebec. En otras provincias las empresas de energía están evaluando proyectos de modernización de la red, incorporando y testeando tecnologías smart grid.

La reacción que ha tenido la población a estas iniciativas ha sido mixta. Algunos grupos han protestado por las instalaciones de medidores inteligentes basados en sus preocupaciones sobre privacidad y salud, lo que ha conducido al gobierno de British Columbia y a las empresas de la Provincia de Ontario a comprometer sus respectivos comisionados provinciales sobre privacidad para revisar el impacto de estos medidores.

Un factor relevante a considerar al introducir proyectos de Smart meters en Canadá es que actualmente, los consumidores canadienses se benefician de uno de los precios más bajos de electricidad del mundo desarrollado, particularmente en provincias donde la fuente energética es la hidráulica. De esta forma si la introducción de estos proyectos coincide con incrementos en precios de la electricidad, algunos creen que esa alza de precio es motivada por los medidores. Luego, tanto el precio de la electricidad como las iniciativas de smart meters y energía verde generalmente se pueden politizar fácilmente.

1.3.8. COREA del SUR

Política Energética

La frase utilizada por el gobierno coreano para resumir su política energética es: "Desarrollo Sustentable". En ella la seguridad nacional y el crecimiento económico son los principales "drivers". Corea importa casi 97% de total de energía consumida con una alta incidencia de petróleo desde Medio Oriente. El consumo de energía de Corea del Sur se ha duplicado en los últimos 12 años. En 2010 Corea fue el décimo primer consumidor de energía del mundo y el quinto importador de petróleo crudo. Como materia de seguridad energética, el gobierno coreano está intentando mejorar la autosuficiencia de energía del país desarrollando y adquiriendo fuentes de energía en países en vías de desarrollo, a menudo como intercambio por asistencia técnica. Corea también trata de diversificar el mix de oferta energética de la nación, reduciendo su dependencia en combustibles fósiles a favor del uso de energías alternativas, principalmente energía nuclear.

Para los surcoreanos, la seguridad ambiental también aparece como un objetivo de seguridad nacional. El gobierno es muy sensible al impacto adverso del cambio climático en el país. En los últimos años, Corea del sur ha experimentado repetidas inundaciones y sequías causadas por fenómenos meteorológicos extremos (que se espera que empeore), y estos sucesos han causado pérdidas humanas y económicas significativas. Aunque Corea no es miembro del Anexo I del Protocolo de Kyoto, Corea se comprometió a reducir sus emisiones en un 30% para 2020, el mayor nivel de reducción que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático recomendó a las naciones en vías de desarrollo.

El gobierno de Corea del Sur es claro en su ambición de que ese país pase a ser un líder mundial en tecnología energética en el mercado. Ha adoptado la tecnología verde como un pilar estratégico del crecimiento económico del país.

Corea ha promulgado una serie de leyes promoviendo el crecimiento bajo en carbón e iniciativas de energía verde incluyendo la Ley Básica sobre Crecimiento Bajo en Carbón y Crecimiento Verde (2010) que destina el 2% del producto interno bruto del país para estimular el negocio y los proyectos verdes y la reducción de gases GHG. Bajo el Renewable Portfolio Standard, efectivo desde 2012, 2% del total de la energía eléctrica provendrá de fuentes renovables. Actualmente Corea del Sur es un exportador de tecnología de reactores nucleares, tecnología eólica y de paneles fotovoltaicos.

Sector Eléctrico

El sector eléctrico de Corea del Sur está gobernado por 1) el Ministro de la Economía del Conocimiento, el cual es el responsable del desarrollo e implementación de la política energética. 2) la Comisión Coreana de Electricidad (KOREC), que es el regulador del sector y ejerce estrecho control sobre las tarifas y calidad de venta al detalle y los asuntos de seguridad, y 3) la Bolsa de Energía de Corea, que es el sistema que opera y coordina el mercado mayorista.

El Comité de Preservación de Medio ambiente toma decisiones ambientales clave las cuales también tienen impacto en el sector eléctrico. Históricamente, el sector eléctrico de Corea del Sur ha sido dominado por un monopolio verticalmente integrado controlado por el estado sobre la generación, transmisión, distribución y venta al detalle de electricidad. En 2001 el gobierno empezó a implementar reformas de mercado, intentando despojarse de su negocio de generación y distribución de electricidad y crear un mercado detallista competitivo, esfuerzos que encontraron resistencia y fueron abandonados.

Como resultado de los esfuerzos de reforma anteriores, existen algunos productores independientes de energía y proveedores del distrito. Sin embargo, el Korea Electric Power Corporation, de control estatal (KEPCO) aún posee y opera la mayoría de los generadores, y el país de activos de transmisión y distribución. La red de electricidad de Corea del Sur es un sistema cerrado, pero el gobierno ha expresado su esperanza en avanzar hacia un sistema de abastecimiento de interconexión regional en el norte de Asia del Este.

Las tarifas de ventas minorista aún están estrechamente controladas por el gobierno a través de la KOREC. Actualmente las tarifas de venta minorista solo cubren aproximadamente un 87% de los costos de producción. La KOREC ha restringido a KEPCO de pasar los aumentos del precio del carbón, el gas natural y el petróleo a los consumidores. Actualmente, las tarifas eléctricas son determinadas según la clase de consumidor (industrial, agrícola o residencial) la ubicación geográfica consumidor (rural o urbano) y el momento de uso (noche o día). En Corea del Sur, los usuarios industriales representan casi la mitad de todas las el consumo de energía.

Infraestructura Smart Grid y Smart Meter

Debido a que la tecnología verde innovadora (y exportable) es un pilar de la estrategia económica coreana, el gobierno de Corea del Sur es muy activo en iniciativas smart grid y smart meter, tanto a nivel doméstico como internacional. El gobierno planea instalar Smart meters en la mitad de las residencias coreanas para 2016 y reemplazar los medidores análogos que queden para el 2020. En 2011, la legislatura surcoreana aprobó la Ley de Promoción de Smart Grid (2010) entregando un marco para proyectos sostenibles de Smart grid y un plan para el desarrollo, despliegue y comercialización de las Smart grids. El gobierno coreano está colaborando activamente con el gobierno de EEUU en proyectos de desarrollo de redes inteligentes de energía, desarrollo de estándares, seguridad cibernética y confiabilidad, capacitación y otras iniciativas.

Corea fue designado como un país líder en redes inteligentes en el Foro de las Principales Economías sobre Energía y Cambio Climático, celebrada en el marco de la Cumbre del G-8 julio 2009. No se ha observado una reacción pública a las iniciativas del gobierno respecto de Smart grids o Smart meters. No tienen mucha relevancia entre la población general y las tarifas eléctricas no son un asunto politizado.

Lo que más llama la atención en el ejemplo de Corea es el alto nivel de coordinación y el apoyo obtenido por el gobierno, de parte de la industria, para lograr el objetivo de crecimiento económico basado en la innovación verde. La asociación de redes Inteligentes de Corea, juega un papel fundamental como mediadora entre del gobierno y el sector privado. La asociación contribuye al desarrollo de proyectos de redes inteligentes, lleva a cabo trabajos de normalización, y participa en importantes investigaciones y desarrollo. El Complejo de Demostración de Smart Grid de Corea del Sur, Jeju, refleja la escala masiva de la inversión realizada por el gobierno y la industria y el alto nivel de cooperación en el espacio de las redes inteligentes.

1.3.9. CHINA²⁸

China ha pasado a ser el mayor mercado de redes de transmisión y distribución de energía (T&D, *transmission and distribution*) y se espera que se transforme en el principal consumidor de tecnologías de Smart Grid. Los compromisos de los líderes políticos chinos de reducir la intensidad de carbón de su PIB de 45% a 40% para el 2020 respecto de 2005 y de aumentar el uso de energías renovables promete ser una transformación mayor en el sector energético de la nación. Los ambiciosos planes han atraído distintos proveedores de tecnologías y soluciones de integración desde distintas partes del mundo.

²⁸ Evolution of the Smart Grid in China. Davis Xu, Michael Wang, Claudia Wu, Kevin Chan. MacKinsey on Smart Grid. Summer 2010.

El mercado chino para las redes inteligentes será grande e influyente por dos razones principales:

- El compromiso por el desarrollo creciente de China llevará a una tremenda necesidad de redes inteligente; y
- China tiene un contexto estructural único que le permitiría encabezar el desarrollo de las redes inteligentes: el gobierno es el dueño de las redes de T&D lo que le otorga un rol central en el desarrollo de este sector y en la economía china y la capacidad del enorme mercado chino para reducir los costos de los equipamientos.²⁹

En la medida que China abraza la eficiencia energética y la energía limpia, el país necesitará las capacidades de las Smart Grids para transformar la oferta y la demanda de la industria de energía de la nación.

Por el lado de la oferta, una construcción masiva de fuentes de energía renovable y sistemas de administración que manejan la intermitencia de estos recursos. En 2009, menos de un tercio de las plantas de energía eólica estaban conectadas a la red, debido a limitaciones en la red de transmisión y la dificultad para despachar la energía intermitente. En 2020 China predice tener más de 100GW de capacidad eólica instalada. La energía solar presenta similares desafíos aunque China está teniendo como objetivo una capacidad instalada de solo 20 GW para 2020.

Se espera que China tenga un aumento en capacidad instalada de calor y energía combinado (*Combined heat and power, CHP*), mientras que los paneles fotovoltaicos integrados en las construcciones (*Building-integrated photovoltaic, BIVP*) y techos solares PV también están recibiendo gran atención. En particular los CHP podrían crecer de menos de 100GW en 2009 a 400 GW en 2020.

Por el lado de la demanda, la continua urbanización de la población china y el potencial por energía distribuida crean conjuntamente grandes oportunidades para la red inteligente. McKinsey estima que la población urbana de China crecerá de 640 millones en 2010 a 840 millones en 2020, lo que traerá por supuesto aumentos en los perfiles de carga.

La urbanización también está acelerando la introducción de los vehículos eléctricos que China está promoviendo fuertemente. Las proyecciones indican que 5 millones de vehículos eléctricos podrían andar circulando por las carreteras chinas en 2020, los que se sumarian a la carga de la red eléctrica, requiriendo un cuidadoso manejo.

De esta forma, el valor presente neto de muchas de las oportunidades en Smart grid es positivo. La experiencia sugiere que un piloto focalizado en medidores inteligentes y redes residenciales en un área de una ciudad China determinada podría pagarse en 6 o 7 años

²⁹ La empresa China Southern Power Grid Company Limited es una de las dos empresas de propiedad del Estado chino establecida en 2002 de acuerdo al precepto para reformar el sistema de energía promulgado por el Consejo de Estado de la República Popular China. La otra empresa es la State Grid Corporation of China.

creando significativos beneficios ambientales a través de ahorros de energía y reducción de emisiones.

Para hacer efectivo todo el potencial de la Smart grid en China, el gobierno debe jugar un rol central y visionario que podría significar 4 acciones básicas:

- Creación de una visión para un sistema de Smart energy
- Implementación de pilotos con políticas de apoyo
- Apoyo al desarrollo de un "cluster" industrial
- Presión por soluciones holísticas a nivel de ciudad, integrando servicios de energía.

El desarrollo de las redes inteligentes ofrece una oportunidad notable para transformar el desempeño de China y desarrollar nuevos negocios. Podrían disminuir sus gastos de capital asociados con el despliegue de Smart grid a través de economías de escala, siendo China la mayor infraestructura de redes en el mundo.

La Smart grid también permitiría a las empresas manejar la intermitencia de la energía renovable de manera más efectiva, de igual modo que facilitaría el cambio de carga en horas punta, reduciendo la necesidad por capacidad adicional de generación en un 25%.

Finalmente la red inteligente permitiría a las empresas chinas sentar una plataforma para la globalización, del mismo modo que lo hizo Korea Electric Power Company (KEPCO) quien usó sus experiencias en redes inteligentes para generar nuevas alianzas alrededor del mundo.

Para implementar esta oportunidad las empresas chinas deberían enfrentar 3 desafíos principales: 1) estándares; 2) sistemas y 3) capacidades.

A pesar de las ventajas de China en esta materia, nada garantiza que este país alcance el impacto global mencionado. Mucho dependerá del grado en que los distintos actores clave saquen provecho de este momento; el gobierno, las dos gigantes empresas de redes chinas de propiedad del Estado, como también los productores globales y locales de equipamiento.

1.3.10. LATINOAMERICA

En Latinoamérica, Brasil está llevando la carga del liderazgo para el despliegue de Smart Grids donde hay factores clave que apoyan estos esfuerzos, tales como:

- la necesidad por mejorar la seguridad y disminuir las significativas pérdidas en algunas áreas,
- el crecimiento económico que favorece el acceso al capital y la expansión del sistema,
- un considerable interés en aprender de otros países que han lanzado sus propias iniciativas y
- algunas localidades con apoyos del gobierno para programas de I+D para promover demostraciones y pilotos.

Específicamente, Brasil está haciendo inversiones cuantiosas para prepararse a recibir la Copa Mundial FIFA 2014 y los Juegos Olímpicos en 2016, los cuales han impulsado mayores inversiones en tecnología limpia y Smart grid.

Las barreras que tiene el progreso de las smart grids en Latinoamérica incluyen el bajo consumo de energía per cápita que podría reducir el interés y los beneficios para el consumidor, relativamente pocos pilotos o demostraciones, la incertidumbre en la recuperación de los costos de la reglamentación de las tarifas existentes, y una red de distribución de topología exclusiva que requiere una arquitectura de automatización diferente de la mayoría de otros países.

Adicionalmente, en Brasil aún se están haciendo inversiones en expansión de las redes para áreas rurales, ya que parte de la población aún no tiene acceso a energía.³⁰

1.4. Proyectos Destacados

1.4.1. ENEL

Bajo la premisa de que el modelo tradicional de redes de electricidad está cambiando y conscientes del rol que Enel debe jugar en este cambio para mantener el liderazgo en la innovación del sector a nivel mundial, es que el grupo se ha embarcado en varios proyectos de "ciudades inteligentes" en Europa y Latinoamérica.

El concepto es que ahora no sólo hay líneas y transformadores sino que tecnologías de la información, la comunicación y la electrónica asociadas a las redes. La red ya no es un canal de distribución de electricidad, sino que una red "inteligente" que permite intercambio de flujos de energía e información bidireccional que permite el cumplimiento de cuatro requerimientos esenciales:

- La integración de todos los recursos naturales, desde la perspectiva de la generación de energía.
- El mejoramiento de la calidad de suministro;
- El incremento de la eficiencia, y la promoción simultánea de la sustentabilidad del sistema eléctrico y reducción de las emisiones de gases efecto invernadero; y
- La satisfacción de las necesidades de los consumidores, quienes ahora pueden producir energía en casa y, por ejemplo, cargar sus vehículos eléctricos cuando lo necesiten.

Enel empezó a desarrollar el concepto de energía inteligente hace 10 años en Italia, cuando comenzó a entregar a los consumidores italianos información en tiempo real sobre su consumo energético gracias a los medidores electrónicos. Desde esa época, Enel ha continuado mejorando e innovando en tecnologías de monitoreo y control de

³⁰ Smart Grid developments around the globe: end of 2011 status. KEMA

redes, con varios proyectos dedicados a Smart Grids, en línea con ambiciosos planes de protección ambiental y satisfacción de las necesidades de los consumidores.

Las SmartCities incluyen protección ambiental, eficiencia energética y sustentabilidad económica en un nuevo paradigma urbano que busca mejorar la calidad de vida y crear nuevos servicios a las personas. En una ciudad inteligente, la infraestructura, los servicios y la tecnología se reúnen para diseñar una ciudad que satisfaga las necesidades de los habitantes, de manera que se optimice el uso de los recursos naturales.

Las ciudades inteligentes están basadas en la tecnología de “redes inteligentes”, que habilitan una serie de medidas de eficiencia energética. Los sistemas de transporte son sostenibles, la iluminación de las calles es eficiente, los edificios son equipados con sensores y dispositivos que buscan reducir el consumo energético y las redes de energía son administradas de forma eficiente.

La red eléctrica permite una mayor integración de la energía producida por plantas de generación renovable, mientras que los servicios tales como la demanda activa (desde la distribución) y la movilidad eléctrica ofrecen más bienestar a los consumidores.

Las primeras ciudades que tomaron parte en proyectos piloto en Italia fueron Génova y Bari, donde Enel desarrollo planes para ayudarles a alcanzar sus objetivos de sustentabilidad energética. Enel también firmo acuerdos con Boloña, Pisa y la Fundación Turín SmartCity para apoyar el desarrollo de proyectos smartcities.

Enel también es parte de los proyectos de SmartCity desarrollados en Málaga y Barcelona en España. En Latinoamérica, se están desarrollando los proyectos de Buzios y Santiago.

Italia.

Génova y Bari son las primeras locaciones piloto en Italia donde se han implementado proyectos de Smart Cities. Génova con 611.000 habitantes, y 378000 clientes de energía y esperan bajar las emisiones de CO₂ de 2,3 millones de tons. en un 24%. Bari, con una población de 320000 habitantes, y 180000 clientes esperan bajar en 30% las emisiones de CO₂ de su línea base de 1,1, millones de tons.

Enel ha diseñado un plan para ofrecer apoyo a los gobiernos locales en sus Planes de Acción para Energía Sustentable (SEAP), donde los elementos más relevantes son redes inteligentes, movilidad eléctrica e involucramiento activo de los consumidores en el sistema eléctrico. Esto contribuirá en 30% del total de objetivos de emisiones en las dos ciudades en visión de sus compromisos para 2020.

Ambas iniciativas beneficiaran la instalación de la infraestructura de recarga eléctrica como parte del piloto, los cuales podrán ser financiados por la Autoridad Italiana de Gas y Eléctrica (AEEG)

Los objetivos de ENEL en Bari y Génova son:

- El empoderamiento de la red eléctrica a través de medios tradicionales e "inteligentes", tales como la construcción de plantas equipadas con tecnologías inteligentes y sistemas avanzados de automatización y control para ir acomodando la siempre creciente cantidad de energía producida desde fuentes renovables en la red y mejorar la calidad del servicio al consumidor;
- Apoyar la movilidad eléctrica, el alumbrado público eficiente y los edificios inteligentes;
- Habilitar la demanda activa introduciendo sistemas de administración de energía y electrodomésticos eficientes como también información inteligente.

Smartcity Málaga

El proyecto de Smartcity Málaga de Endesa es la mayor iniciativa de ciudad ecoeficiente. Busca aumentar la eficiencia energética, reducir las emisiones de CO2 y promover el uso de energía renovable.

Un consorcio de 11 empresas encabezadas por Endesa está desarrollando tecnologías de última generación en la medición inteligente, comunicaciones y sistemas, automatización de la red, generación y almacenamiento e infraestructura de recarga inteligente para los vehículos eléctricos

Los objetivos son mejorar la administración de energía en la red, mejorar los equilibrios de demanda e involucrar a todos los agentes en el sistema de electricidad desde la generación al consumo.

Se han instalado más de 17000 medidores inteligentes y 50 de ellos tienen soluciones de eficiencia energética en casas. Más de 10 pequeñas y medianas empresas y edificios emblemáticos en el área tienen soluciones de eficiencia energética lo que les permite monitorear consumos y controlar algo de su carga.

Se instalaron sistemas de automatización en 20 transformadores y 72 sistemas avanzados de automatización están unidos vía PLC, lo cual conecta todos los puntos de la red eléctrica al Centro de Control de Redes donde los activos son monitoreados.

La zona tiene aproximadamente 11 MW de capacidad de generación renovable la cual incluye numerosas instalaciones fotovoltaicas diseminadas en muchas casas de la ciudad, una instalación de co generación, turbinas eólicas de eje vertical y sistemas de generación integrados en la iluminación de las calles.

Todos estos sistemas de generación, combinados con dos instalaciones de almacenamiento basado en baterías, son usados para administrar más eficientemente el consumo. Se han reemplazado cerca de 100 luminarias urbanas con luces eficientes (incluyendo LED e iluminación halógena) las que son administradas vía un sistema de control punto a punto.

También se instaló una pequeña red de puntos de carga para probar tecnologías V2G.

Se espera que la SmartCity ayude a la ciudad a cumplir con los lineamientos Europeos para el sector energía que promueven la eficiencia, el uso de energías renovables y redes avanzadas con capacidad de almacenamiento.

Los principales objetivos del proyecto son:

- Luminarias urbanas con microturbinas eólicas
- Lecturas de medidores automáticas
- Consultas de consumo on line
- Aumentar conciencia del consumidor
- Promoción de vehículos eléctricos, administración del consumo, baterías y cargas para asegurar un uso óptimo de la red eléctrica
- Comunicaciones vía PLC entre transformadores
- Eficiencia energética en edificios públicos y privados
- Administración eficiente de alumbrado públicos para reducir consumos de comunas, instalación de sensores de ruido, contaminación, cámaras de vigilancia, servicios de comunicación, sensores de presencia etc.
- Manejo de baterías y la instalación de capacidad de almacenamiento en generadores
- Maniobras automáticas para instalar medidores controlados a distancia en la MV y red de BT. El tiempo de desconexión durante las averías se reducirá al igual que el número de quejas de los clientes. Utilización de la red será optimizada.
- Se instalarán, administrarán y controlarán generadores productores de energía alternativas (fotovoltaica, micro viento, tri generación, el biogás, las pilas de hidrógeno, CHP)
- Será posible la elaboración de los patrones de consumo para ayudar a mejorar la planificación y el uso de energías alternativas.
- La Smart grid ayudara a manejar el exceso de producción de ciertos productores.

Smartcity Barcelona

Endesa está trabajando en un proyecto para actualizar su sistema de oferta de energía en Barcelona donde se está desplegando tecnología de última generación en un proyecto que tiene una inversión equivalente a 100 millones de Euro.

El esquema, que está respaldado por el departamento de desarrollo económico y planificación urbana del Consejo de la Ciudad de Barcelona e involucra a varias empresa de tecnologías en energía, busca establecer un nuevo modelo de energía que se adapte mejor a las necesidades del futuro, buscando mayor eficiencia energética y desarrollo más sustentable de la ciudad.

Endesa instalará tecnologías que lleva usando la red de Enel en Italia por 10 años. Más de 1 millón de medidores inteligentes de última generación, dando a los consumidores la posibilidad de tener mayor conocimiento de su consumo y por lo tanto pudiendo optimizarlo, ayudando a la reducción de gases efecto invernadero y dióxido de carbono.

Ilustración 11 Centro de Control Smart City Barcelona



El Centro de Control de Smartcity Barcelona es un edificio innovador con energía solar, diseñado especialmente por el Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña y desarrollado por Visoren. El pabellón de 154 m² es transparente, iluminado y portable. Su consumo diario en promedio es de 20kwh y su producción estimada de 100kwh.

El pabellón, instalado al final del Muelle de la Marina por un periodo de un año, funcionará como Centro de Control provisional de Smartcity Barcelona, y también estará abierto al público como espacio de exhibición del proyecto, para dar a conocer las distintas iniciativas de Endesa en materia de telegestión, vehículo eléctrico, alumbrado eficiente, monitorización e incorporación a la red de energías renovables y microgrids, entre otras cosas.

Barcelona ha sido un importante partidario del uso de vehículo eléctrico, por lo que creó la primera estación de recarga rápida en la "isla de energía de Endesa", en un estación de bencina en el Distrito de Innovación 22@.

También se han instalado luminarias urbanas que combinan eficiencia energética y seguridad con iluminación LED de última generación desarrollada por el Grupo ENEL.

Como parte del proyecto, Endesa también está aplicando conceptos de sustentabilidad y eficiencia energética en los edificios construyendo sus propias redes, integrando energía renovable y almacenamiento (microredes)

En la primera etapa las mejoras beneficiarán 50.000 clientes en Barcelona como también a toda la ciudad indirectamente. De este total, 43.000 familias, 600 clientes industriales y 6.400 clientes de servicios.

La red comprende 7 subestaciones, 85 líneas de voltaje medio, 568 centros de distribución y capacidad contratada de 527,000 kW.

A diferencia de la gran mayoría de despliegues de Smart grids en el mundo, la primera fase de este proyecto se considera como parte de un proyecto de largo plazo de mejoras y actualizaciones de la red, en un intento por crear una ciudad de futuro que tome los desafíos de eficiencia energética y sustentabilidad.

Buzios

La inversión realizada por Enel en Buzios representa un Nuevo modelo de manejo de energía que pasa a ser un punto de referencia en Latinoamérica. El proyecto tiene Smart meters, automatización de redes para integración de energía renovable, movilidad eléctrica e iluminación eficiente de calles.

El proyecto ha sido financiado por la agencia nacional de electricidad ANEEL y sus subsidios asignados por la autoridad nacional para investigación y desarrollo de la red de energía de Brasil.

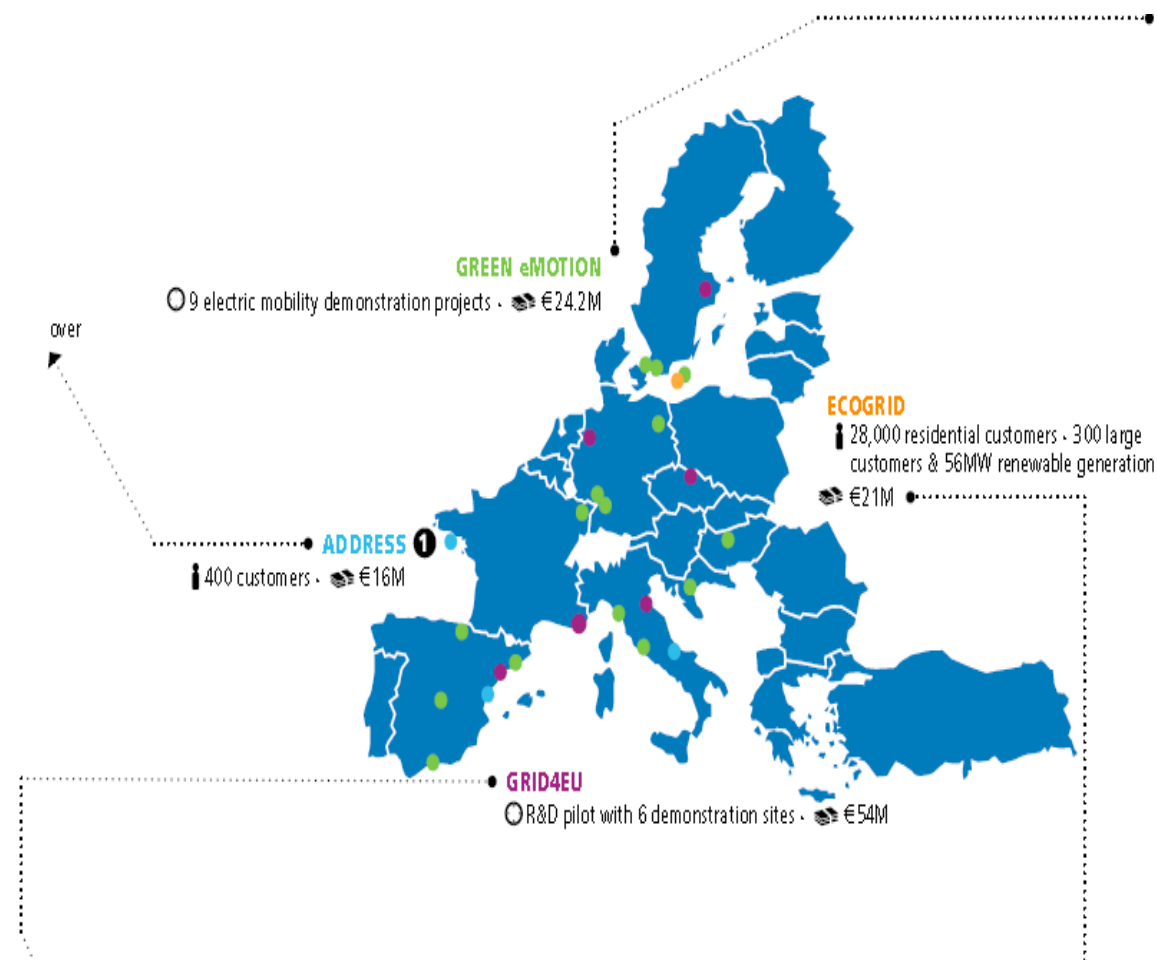
Dirigido por Ampla, un operador de sistemas de distribución perteneciente al grupo ENEL, el proyecto ha sido implementado en estrecha colaboración con empresas del grupo Enel, la universidad más importante de Rio de Janeiro y 4 centros de investigación.

También existen acuerdos de financiamiento con otros negocios que lideran el sector de la tecnología.

El desarrollo sustentable y la participación de la gente que se beneficia con la tecnología está en el corazón del proyecto *Cidade Inteligente Búzios*. El consejo local está involucrado educando a los niños en las escuelas sobre consumo responsable de energía, mientras a los consumidores que reciclan su basura se le entregan bonos y descuentos en sus cuentas de electricidad.

1.4.2. PROYECTOS EN EUROPA

Ilustración 12



Proyecto ADDRESS

Es uno de los proyectos de investigación más grandes de Europa en el cual Italia tiene un rol de liderazgo. El proyecto es liderado por ENEL spa y co-patrocinado por la CE. Su foco principal es desarrollar nuevas soluciones técnicas y comerciales para permitir que los consumidores pequeños y medianos se sumen al mercado energético, ofreciendo servicios de modulación de consumo y producción de energía eléctrica. ADDRESS está formado por 25 socios y 11 países en la UE: Universidades, centros de investigación, empresas privadas en el campo de la producción, la transmisión y la distribución de energía eléctrica como también de la producción de equipamientos eléctricos.

La visión ADDRESS introduce un nuevo actor a los sistemas de administración de sistemas de energía, el "AGREGADOR". El rol del AGREGADOR es recoger todos los requerimientos del

mercado y tratar de satisfacerlos manejando el monto de energía producida y consumida por sus clientes.

Un “agregador” es un intermediario que actúa en representación de un grupo o grupos de consumidores. Típicamente un “agregador” llegara a acuerdos con miembros de grupos como dueños de casas, asociaciones, grupos de afinidad y buscara ofertas de tarifas para estos consumidores agrupados. Los consumidores individuales usualmente no le pagan al agregador sus servicios, y no están obligados contractualmente a aceptar las tarifas del oferente que encuentra el agregador. La posible ventaja es que el agregador puede ofrecer un mayor pool de consumidores al oferente y puede obtener ofertas diferentes como resultado de ello.³¹

Para lograr esto se debe instalar en la casa de cada cliente un dispositivo llamado “energy Box” el cual servirá los requerimientos del *Agregador* y consecuentemente controlará todos los electrodomésticos presentes en la casa que consuman energía como las lavadoras de platos, lavadoras de ropa, o los que produzcan energía, como los paneles fotovoltaicos, sistemas de energía eólica, etc. De esta forma el *Agregador* y los clientes compartirán de manera rentable la red o Marketplace. Además, la participación activa de los clientes en mecanismos de regulación eléctrica y de oferta de generación distribuida permitirá que el sistema completo sea sustentable, eficiente y confiable.

En 2011, se implementaron los primeros laboratorios. Luego se hicieron pruebas en terreno en Italia, España y algunos lugares de Francia.

GRID4EU

Agendada para ser terminada en 2016, el proyecto GRID4EU busca mostrar el “estado del arte” de los desarrollos de red inteligente en Europa. En 6 locaciones de demostración, el proyecto integrará generación distribuida creciente, entregando demanda activa al interior de las redes y mejorando la distribución en ellas. El proyecto espera 1) contribuir a la integración de generación distribuida en redes de media y baja voltaje, alcanzando mayor confiabilidad, menor tiempo de recuperación, y evitando sobrecargas desconocidas. 2) evaluar perdidas (técnicas y no técnicas) comparando los totales de la subestación con los totales acumulados del consumidor, hora a hora, 3) mejorar la distribución de información para los consumidores y estudiar el comportamiento del consumidor enfrentando las restricciones del sistema (particularmente durante las puntas de las horas del fotovoltaico) ; 4) reforzar controles de la red de alto voltaje a través del monitoreo y detección efectiva de fallas y restauración automática; y 5) demostrar que las actuales redes con Smart meter y unidades combinadas de calor y energía, pueden ser actualizadas para permitir el aislamiento automático.

Organizaciones participantes: ERDF; ENEL; Vattenfall ELdistribution; CEz Distribuce; Rwe; Iberdrola; EDF; Iberdrola Generación; y Cez

³¹ <http://www.opc.state.md.us/LinkClick.aspx?fileticket=70JejiFyw84%3D&tabid=71>

Escala: Piloto de I+D con 6 locaciones de demostración.

Tipo: Tecnologías Múltiples

Costo: €54 Millones.

Proveedores: ABB; Ormazabal; Alstom Grid ; Selta; Cisco; Siemens; Current; TEIvent; Emeter; Ziv; Itron; universidades/institutos de investigación Armines; Landis&Cyr.

GREEN eMOTION

El proyecto GREEN eMOTION conectará las actuales iniciativas de movilidad eléctrica nacionales y regionales aprovechando y comparando los resultados de diferentes enfoques de tecnologías para encontrar la mejor solución usada en Europa. El proyecto intenta crear un mercado virtual el cual permita transacciones en esa área con funcionalidades de facturación.

Todas las 9 demostraciones a través de Europa tienen diferentes enfoques e incluyen vehículos híbridos, estaciones de carga DC, optimización de carga bidireccional, V2G (vehicle to Grid), B2G (battery to grid), Sistemas de facturación de KWH, seguimiento transfronterizo, intercambio de baterías, servicios oficiales a los ciudadanos de movilidad eléctrica, motos eléctricas, EVS27³², y pruebas de distintos modelos de negocios. El proyecto también busca demostrar la integración del electro movilidad en las redes eléctricas y contribuir al mejoramiento y desarrollo de estándares nuevos y existentes para interfaces de electro movilidad. Como parte del proyecto, el equipo evaluará diferentes soluciones de carga de EV y el impacto de varios EV sobre la red. Se espera que se desarrollen nuevos modelos de negocios basados en el comportamiento del consumidor desde este enfoque a nivel de sistemas. El proyecto está agendado para ser completado en el 2015.

Tabla 3

Organizaciones participantes			Proveedores			
- Danish Energy Association	PPCC y las municipalidades de Barcelona	Cork	Alstom	BMW	Cidaut	RSE
- EDF	Berlin	Dublin	Btter place	Daimler	CTL	TDC
- Endesa	Bomholm	Malaga	Bosch	Micro Vett	DTU	Tecnalia
- Enel	Copenhage	MAlmo	IBM	Nissan	ECN	DTI
- ESB		Roma	SAP	Reanult	Imperial	FKA
- RWE			Siemens	Cartif	IREC	TUV Nord

³² Versión 27 del foro creado por el World Electric Vehicle Association (WEVA) en 1964. El foro EVS reconocido por la industria de transporte eléctrico en el mundo entero.

Escala: o proyectos de demostración de movilidad eléctrica en Europa

Tipo: Tecnologías múltiples

Costo: €4,2 millones

ECOGRID

El proyecto es una iniciativa de vía rápida para implementar redes inteligentes basadas en el mercado. Dos mil consumidores residenciales serán equipados con dispositivos para la respuesta de la demanda mediante gateways y controladores inteligentes. Estos dispositivos permitirán a los consumidores ajustar sus consumos en tiempo real de acuerdo a los precios de venta de la energía. El concepto de mercado en tiempo real será desarrollado para dar a los pequeños consumidores finales nuevas opciones y beneficios económicos potenciales que pudieran ofrecer los operadores de redes en adición a los servicios de balanceo y auxiliares. La primera área de beneficios económicos potenciales será implementada en el sistema de energía del norte de Europa, agendada para terminarse el 2014. Este proyecto es el primero en su clase con más de 50% de fuentes de energía renovable. Su objetivo es ofrecer a los operadores de la red mejores servicios de balanceo y entregar a los consumidores y productores mayores oportunidades para participar en el mercado de energía a través de operación en tiempo real, almacenamiento de energía y ahorros.

Tabla 4

Organizaciones participantes	
- DSOs Energinet dk	Austrian Institute of Technology
- EUA	Tallinn University of Technology
- EDP	SINTEF ER
- Center for Electric technology	RTEcnalia
-	ECN
-	OTU

Escala: 28.000 consumidores residenciales, 300 consumidores de mayor tamaño y 56 MW de generación renovable.

Tipo: Múltiples tecnologías

Costo: €21 Millones.

1.4.3. PROYECTOS EN COREA DEL SUR

Complejo de demostración de sistema de Smart Grid en JEJU

Con el financiamiento conjunto del gobierno, el sector privado, KEPCO está llevando a cabo un proyecto de demostración de Smart grid muy ambicioso en la isla de JEJU la cual incorpora generación distribuida de renovables (solar y eólica), un sistema de automatización distribuida, infraestructura de EV (electric vehicles), infraestructura avanzada de medidores, almacenamiento de energía y redes de monitoreo y telemetría. La primera fase del proyecto está completa. En esta fase el consorcio construyó estaciones de carga para vehículos eléctricos, instalaciones de paneles solares en los techos de las casas, así como sistemas de almacenamiento de energía en el hogar, displays en las casas, electrodomésticos inteligentes y/o medidores inteligentes. La isla JEJU presenta una oportunidad única para testear las tecnologías de Smart grid. El gobierno y el sector privado han financiado este proyecto con el gobierno contribuyendo con un poco menos que un tercio de los costos totales del proyecto.

Tabla 5

Organizaciones participantes	Proveedores
KEPCO	Seoul Millinet .com
Samsung Sdi	Hyosung Samsung Electronics
Hyosung	ABB
Omnisystem	Samsung SdI
AID	PCS
Rootech	Omni System

Escala: proyecto de demostración

Tipo: Múltiples tecnologías

Costo: No disponible

Transporte Inteligente

En este proyecto, que empezó en 2009, el equipo del proyecto esta implementado una infraestructura de vehículos eléctricos que es integrada con el sistema de energía e incorpora cargadores de energía rápidos e inteligentes, lugares de cargas basados en GPS, y servicios e información de emergencia. La infraestructura depende de comunicaciones inalámbricas. Con parte del proyecto, el equipo desarrollará sistemas de almacenaje de energía en baterías (Battery energy storage system, BESS) para edificios y energía eólica. La administración de datos para la infraestructura de EV será conducida desde el Centro de Operación Total (centro de operación de redes) en el Complejo de Demostración de Smart Grid de JEJU.

Este proyecto terminará en 2013 con la esperanza de que el consorcio logre comprender las aplicaciones de carga inteligente y Vehículos -a -la red (V2G, en inglés).

Tabla 6

Organizaciones participantes	Proveedores	
SK Innovation	SK Innovation	CT&T
SK Telecom	SK telecom	EN Tech
Hyundai Heavy Industries	Hyundai Heavy Industries	KODI-S
Reanul Samsung Motors	Renault Samsung Motors	DH Holdings ILJN Electric

Escala: 12 consorcios aproximadamente, 600 viviendas, 72 EVs, 89 estaciones de carga, 9 unidades de almacenamiento en casa (3kwh) y edificio (150 kwh), y 1 sistema de almacenamiento de energía eólica.

Tipo: Vehículos eléctricos

Ilustración 13

Costo: US\$ 18 millones invertidos por el consorcio

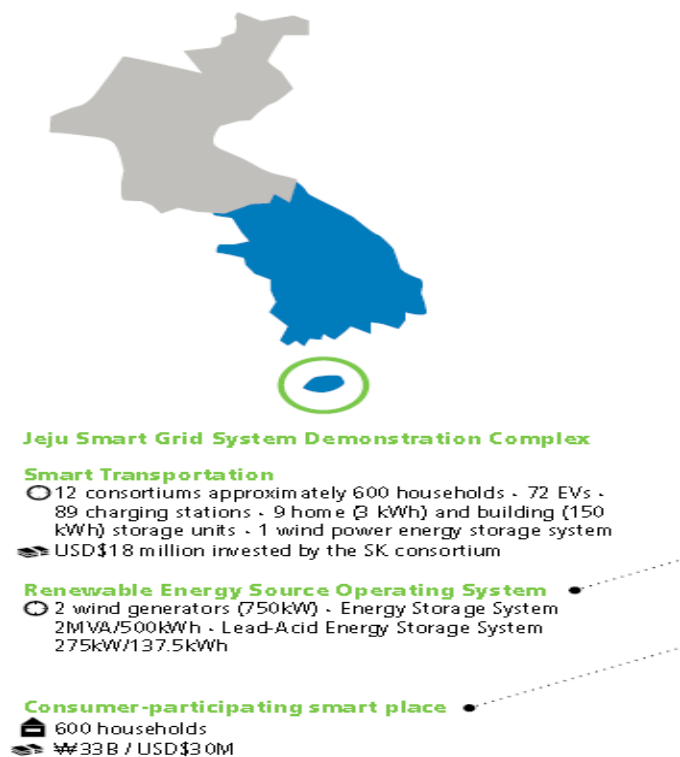
de SK

Sistema de operación de Fuentes de energía renovable

Esta es una demostración de un sistema de microred que incorpora grandes volúmenes de generación eólica, estabilización inteligente de producción de esa generación y alto volumen de BESS (2MVA) y varias tecnologías de otras baterías (li-in, lead-acid, EDLD, redox flow). El proyecto busca pilotear una microred que pueda operar independientemente como también interconectado con otras redes. El proyecto está en etapa de demostración y testeo.

Organización: POSCO ICT

Proveedores: LG Green; Woojin Industrial System, Daekyung Engineering, Korea Institute of Energy Research, Research institute of insutraial scince and technology, Chungbuk University, JEJU university.



Escala: 3 aerogeneradores eléctricos (750kW); sistema de almacenamiento de energía 2MVA/500KWH, Sistema de almacenamiento de energía Acido-Lead 275 kW/137,5kWh

Tipo: Generación renovable distribuida y red de telemetría y monitoreo.

Smart Place de Participación del Consumidor.

El proyecto de redes inteligentes equipa a casas y edificios con servicios de administración de energías integradas para administrar mejor su uso. Como parte del proyecto, se introdujeron las tarifas de electricidad en tiempo real, y se instalaron las fuentes de generación renovable y las soluciones de almacenamiento en las casas junto con displays dentro de la casa para monitorear el uso de la energía. De esta forma será posible comparar el uso de electricidad a través de distintas casas. También se introdujeron electrodomésticos inteligentes y vehículos eléctricos. El equipo del proyecto está en consultas para el desarrollo de regulaciones que manejarían el mercado eléctrico creado. A raíz del proyecto de demostración también se han construido los cargadores de vehículos eléctricos, las instalaciones de almacenaje de energía y los sistemas fotovoltaicos. Se está desarrollando un sistema de administración de energía integrado para edificios.

Organización: KEPCO

Proveedores: Samsung SDi, HYosung, Omni-System, AID, Rootech, ABB, SEOUL.com, Millinet, Samsung Electronics

Escala: 600 viviendas

Tipo: compromiso de consumidores, respuesta a la demanda, infraestructura avanzada de medición, almacenamiento de energía, vehículos eléctricos y generación renovable distribuida.

Costo: US\$ 30 millones

1.5. Realidad energética en Chile. Contexto mercado eléctrico en Chile.

Como parte del análisis del concepto de red inteligente, es importante conocer la realidad energética nacional. Actualmente, es sabido y de público conocimiento que el país enfrenta una compleja situación energética. Hay una serie de factores nuevos, que han aumentado fuertemente su incidencia en el desarrollo de las cuantiosas inversiones que el sector energía requiere. Entre ellos, la cada vez mayor importancia y consideración que se debe dar a los factores de impacto ambiental de los proyectos, la participación cada vez más activa que demandan las comunidades afectadas (directa e indirectamente) por la construcción de proyectos, en cuanto a la exigencia de medidas efectivas de compensación (o bien, directamente de rechazo a los proyectos). Estos elementos han aumentado en gran medida el costo de inversión de los proyectos de generación de energía, han aumentado sus plazos de ejecución de manera significativa, e incluso han llevado a suspender proyectos relevantes. Esto hace que la oferta de energía en las redes no crezca necesariamente de la mano de las previsiones de aumento de la demanda, lo que impone un importante desafío en cuanto a cómo se va a satisfacer el crecimiento de la demanda de energía.

Sin entrar a realizar un análisis más profundo de las causas que llevaron a la actual coyuntura en el mercado, dado que no se trata de objetivo del presente trabajo, es posible señalar que en alguna medida la actual situación se podría haber anticipado, pues en cierta forma en mercados avanzados ya se veía que esta tendencia en cuanto al aumento de la incidencia de los costos e impactos ambientales y sociales de los proyectos de generación a gran escala, estaba creando un cambio estructural, un cambio de paradigma en el mercado energético. El modelo clásico de construir redes y centrales de gran escala, según los recursos disponibles en cada país, para atender la demanda creciente de energía, demanda ante la cual no existían políticas activas para introducir gestión o mayor eficiencia, con baja penetración de energías renovables, ya no da una respuesta adecuada, y debe hoy comenzar a incluir una serie de variables adicionales en forma activa. El desarrollo energético de los países más avanzados ya es de tipo multisectorial, se actúa en paralelo desarrollando sistemas de generación más limpios, más amigables con el medio ambiente, de mayor aceptación por parte de la ciudadanía, en conjunto con medidas activas que permitan desarrollar sistemas de gestión eficiente de la demanda.

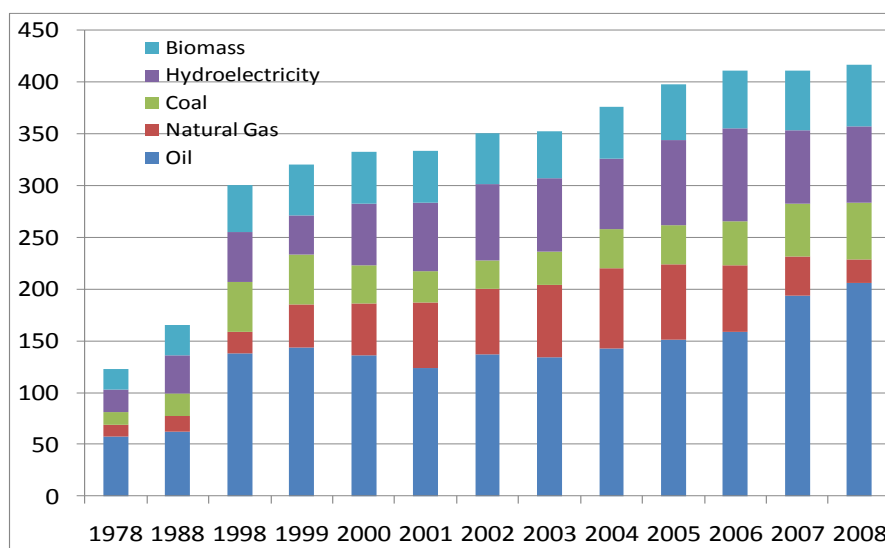
Una parte esencial de estos sistemas de gestión activa sobre la demanda es Smart Grids. Como se ha señalado en secciones anteriores, la incorporación creciente de microgeneración o autogeneración a nivel de usuarios finales, junto con la entrega de mayores niveles de información a los usuarios para que puedan gestionar su consumo en forma diaria u horaria incluso, el desarrollo del concepto 'eficiencia energética' como una fuente más de energía, etc., ha hecho necesario introducir inteligencia en base a la incorporación de sistemas TI a las redes de distribución de energía eléctrica, y este ha sido uno de los pilares que ha logrado en el mundo avanzado, particularmente en Europa, desacoplar la curva de crecimiento de la demanda de energía, de la curva de crecimiento del PIB.

En el caso chileno, en que el consumo per cápita de energía eléctrica es aún mucho menor que en los países desarrollados, es socialmente no aceptable desacoplar el crecimiento de la demanda de energía completamente del crecimiento del PIB, pues las personas, al tener aún mucho por crecer en cuanto a su nivel de vida, necesariamente deben aumentar su consumo de energía. Pero sin embargo podemos desde ya hacer que este crecimiento sea eficiente, amigable con el medio ambiente, manteniendo un adecuado equilibrio entre las nuevas exigencias de la sociedad y la demanda por mejor calidad de vida de las personas.

Composición de la matriz energética en Chile.

Actualmente aproximadamente el 70% del consumo energético chileno primario proviene de fuentes externas, correspondiente a combustibles fósiles importados, (99%), fundamentalmente carbón, petróleo diesel (y sus derivados) y gas natural. De hecho, más del total del consumo energético nacional depende de importaciones de petróleo diesel. Es clave para el país encontrar alternativas para los combustibles fósiles, con el propósito de disminuir emisiones de GEI, aumentar seguridad de suministro, reducir exposición a volatilidad de precios. Respecto de la emisión de gases de efecto invernadero, si bien en volumen total Chile es un contribuidor bastante menor en el contexto mundial, en términos de huella de carbono por unidad de producto exportado, (por ejemplo por tonelada de cobre producido o por litro de vino exportado), exhibe huellas de carbono elevadas a nivel mundial, pues a este nivel se nota en forma significativa el peso de la generación térmica en la matriz nacional, sumado a factores estructurales, como la gran distancia hacia los mercados de destino, lo que aumenta los costos de transporte. En el gráfico expuesto a continuación se muestra como la matriz energética chilena ha aumentado su dependencia de fuentes basadas en combustibles fósiles, (suma de Diesel, Gas Natural y Carbón):

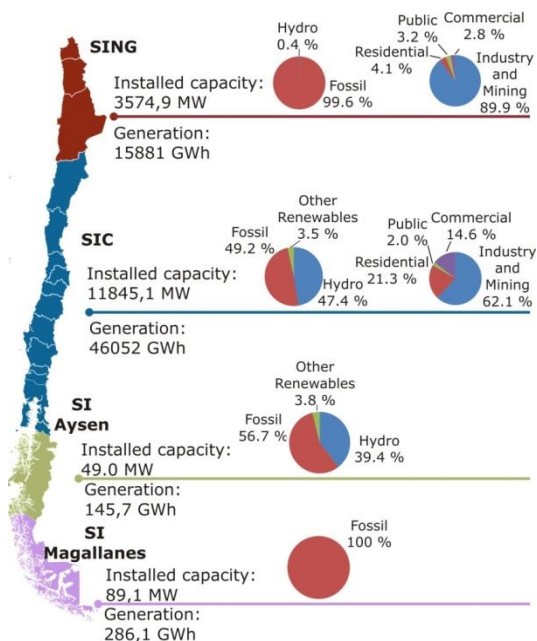
Ilustración 14



Fuente: Elaboración propia en base a datos de www.cne.cl (Comisión Nacional de la Energía) y AIE (Agencia Internacional de la Energía – www.iea.org)

En cuanto a la matriz energética chilena, operan el país cuatro sistemas interconectados. El SING en el norte Grande, con 3600 MW de capacidad instalada, compuesto prácticamente en un 99% por fuentes térmicas (carbón y gas natural), el SIC en Centro, Norte y Sur, actualmente compuesto por fuentes hídricas y térmicas; y dos sistemas de menor tamaño para las regiones de Aysen y Magallanes respectivamente.

Ilustración 15



Matriz Energía Eléctrica a nivel Nacional

Sistema	MW Instalados	Composición	Fuente	MW / fuente	
SING	3.575	0,4%	Hidro	14	
		99,6%	Fósil	3.561	
SIC	11.845	49,2%	Fósil	5.822	
		47,4%	Hidro	5.609	
		3,5%	Otras ER	415	
Aysen	49	56,7%	Fosil	28	
		39,4%	Hidro	19	
		3,9%	Otras ER	2	
Magallanes	89	100,0%	Fosil	89	
Total País	15.558		Hidro	5.642	36,3%
			Fosil	9.499	61,1%
			Otras ER	416	2,7%

Hidro Pasada, embalse
 Fosil Carbón, Gas, Diesel

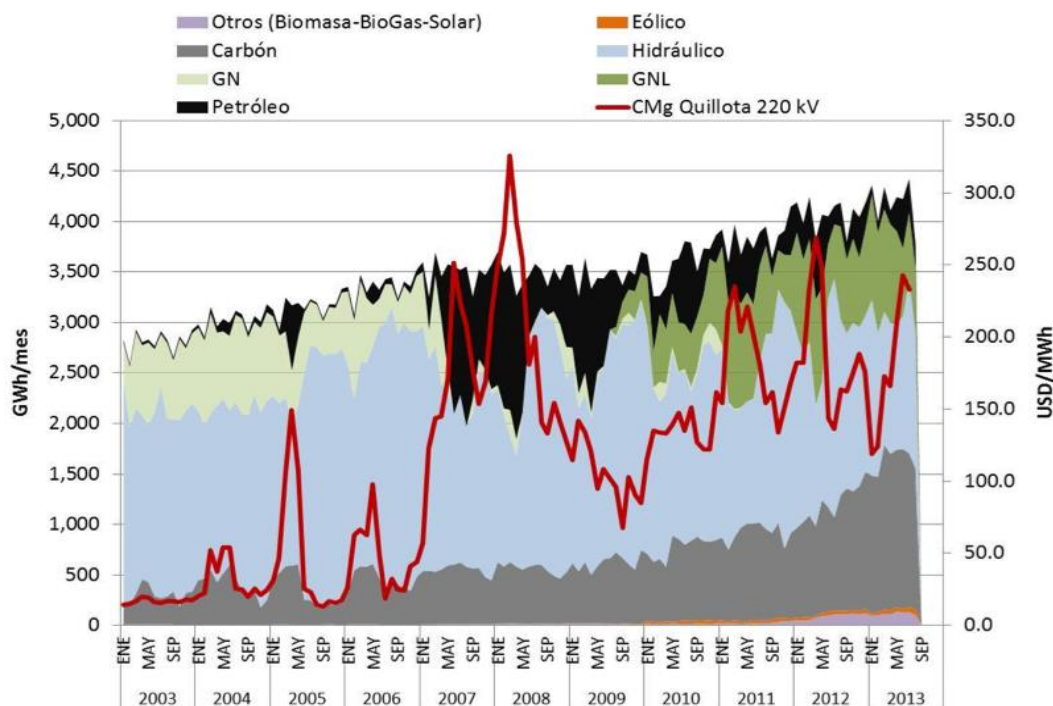
Otras ER Biomasa, eólico, solar
 Fuente Gráfico y Tablas : Presentaciones realizadas por ejecutivos de Transelec, CDEC SIC y CDECSING, Foro CIREC 2013, Santiago de Chile

En cuanto a la evolución de la demanda y los precios, hoy el país enfrenta escenarios complejos, pues no se vislumbra en el corto o mediano plazo la entrada en operación de nuevas centrales de gran escala. Por parte de la comunidad hay un creciente rechazo hacia la instalación de centrales térmicas de gran escala, así como también en la zona centro sur proyectos hidroeléctricos enfrentan fuerte oposición. Aquí el país enfrenta un importante desafío, pues debe atender la creciente demanda energética, debe enfrentar la creciente espiral de alza de costos que hace nuestra industria cada vez menos competitiva, y a la vez deberá enfrentar en el corto – mediano plazo la presión de las personas, que aún no han visto alzas de precio en sus cuentas domiciliarias, pero esto empezará a ocurrir en los próximos años.

En este contexto, la opción de la utilización en forma creciente de conceptos de Smart Grids en las redes de distribución surge como una alternativa relevante, como contribución para la implementación de sistemas de autogeneración por parte de las personas, y además para que ellas puedan contar con mayores niveles de información sobre sus consumos e impulsar medidas de mayor eficiencia energética.

La alta dependencia de combustibles fósiles de alto costo, en particular de petróleo diesel, ha llevado los costos marginales a valores elevados, como se ve en el siguiente gráfico, en que se grafica la evolución del costo marginal en el SIC, y la composición de generación en el sistema:

Ilustración 16



Fuente: Presentación realizada por Dirección de Operaciones del CDEC SIC, Foro CIREC 2013, Santiago de Chile

Se aprecia que en septiembre de 2013, el costo marginal en el SIC llegó a niveles de US\$ 240-250 / MWh. Si bien este precio descendió posteriormente, como consecuencia de factores estacionales, (al empezar la época de deshielos, aumenta la participación de la generación hidráulica de pasada), hay factores estructurales que hacen prever que los altos precios de la energía se mantendrán en el tiempo, y lo que es más grave aún, durante los próximos años estos precios se irán transfiriendo gradualmente a los consumidores residenciales, que hasta ahora han estado relativamente aislados de este efecto debido a los contratos de suministro de energía a largo plazo vigentes entre empresas distribuidoras y generadoras de energía. Al irse renovando dichos contratos, gradualmente aumentará la presión para que reflejen los costos reales de la energía, que se aprecian en el gráfico mostrado precedentemente.

1.5.1. Legislación

En Chile le corresponde al Ministerio de Energía, elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético nacional, velar por su cumplimiento y asesorar al Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía. Se relacionarán con el Presidente de la República por intermedio del Ministerio de Energía, la Comisión Nacional de Energía, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles y la Comisión Chilena de Energía Nuclear. Estos son los organismos públicos que inciden y supervisan el funcionamiento del mercado eléctrico en el país.

Salvo la relativamente reciente dictación de la Ley de Net Metering, no se conocen a la fecha otras iniciativas de proyectos de ley que incidan o que indiquen esfuerzos específicos, o acciones o planes de gobierno concretos, diseñados para impulsar el desarrollo de Smart Grids en particular, si bien se han emitido diversos informes de comisiones asesoras, esfuerzos aislados que en alguna manera apuntan indirectamente en el sentido de la necesidad de impulsar Smart Grids en Chile, al proponer medidas y acciones para resolver la problemática energética nacional³³. En los programas de gobierno de los candidatos a la presidencia (el presente informe se redacta algunas semanas antes de las elecciones a ser celebradas en noviembre del año 2013), no se indican en general acciones específicas en este sentido, pero en todos los programas se aprecia énfasis hacia el desarrollo de las energías renovables no convencionales, y también se menciona que se impulsarán medidas de ahorro y eficiencia energética. Es importante destacar que las Smart grids y Smart meters se instalan, generalmente, de la necesidad de incorporar energías renovables y generación distribuida a la red, como asimismo de la facilidad que otorgan para alcanzar mayor eficiencia energética a través de la participación de la demanda en su manejo del consumo de energía. En este sentido, no es arriesgado proyectar nuevas discusiones respecto de ambos temas en la arena pública nacional una vez que se entienda el real alcance y requerimientos de la introducción de energías renovables y eficiencia energética al sistema eléctrico local.

³³ Estrategia Nacional de Energía 2012-2030 / Política de Eficiencia Energética en Chile / Políticas de Apoyo: Programas de eficiencia energética para impulsar la iluminación eficiente / Ministerio de Energía

Por otro lado se destaca la reciente aprobación de la ley 20-25, que establece una meta de un 20% de energía generada a partir de fuentes renovables para el año 2025. Cabe recordar que el impulso a las energías renovables, dado su carácter de generación intermitente, ha sido un driver relevante para el desarrollo de Smart Grids en otros países.

En relación al análisis legal, es importante recordar que en Chile las tarifas que las empresas distribuidoras aplican a los clientes finales son reguladas por la Autoridad, en base al modelo de empresa eficiente, que considera todos los costos de inversión y operación de las redes de distribución, considerando costo de capital. Luego bajo el actual esquema tarifario, las inversiones que las empresas distribuidoras deberían realizar en sus redes para implementar sistemas de redes inteligentes deberían ser aceptadas por la autoridad, como parte de los activos esenciales necesarios para prestar el servicio eléctrico.

En este punto es necesario establecer un trabajo conjunto con la autoridad, definiendo el alcance y esquema de red inteligente que sería necesario implementar en el país, de acuerdo a las necesidades y desafíos existentes, de manera que los modelos tarifarios incluyan los activos esenciales necesarios. A modo de ejemplo, en el esquema tarifario actual el medidor es propiedad del cliente, luego no está incluido en la tarifa. Esto no es significativo hoy, pues los medidores tradicionales son de bajo costo, pero si se avanza en la implementación masiva de medidores inteligentes deberá tomarse en cuenta que se trata de equipos de mucho mayor costo, luego será necesario resolver la problemática del financiamiento de dichos equipos.

1.5.2. Desafíos

En cuanto a su política energética, el país debe enfrentar una serie de desafíos, y las redes inteligentes pueden constituir uno de los puntales o pilares de dicha política. Es por ello que la experiencia que se obtenga en el proyecto piloto en desarrollo por parte de Chilectra, puede servir de base para proponer políticas y regulaciones que apunten en esta dirección, tomando como base la experiencia de otros países, adaptada a la realidad y problemática existente en Chile.

Estos desafíos son:

1. Reducir dependencia de fuentes fósiles importadas. La creciente dependencia de fuentes de combustibles fósiles, importados, es un problema estratégico central para Chile. Se genera una dependencia de múltiples sectores de la economía de variables que no están bajo control interno, con fuerte volatilidad de precios. Es un factor de alta relevancia estratégica que el país impulse el desarrollo de una matriz energética crecientemente auto-suficiente, que reduzca su dependencia de fuentes externas.
2. Reducir GEI – Huella de Carbono. En cuanto a huella de carbono, si bien en volumen total Chile es un contribuidor bastante menor en el contexto mundial, en términos de huella de carbono por unidad de producto exportado, (por ejemplo por tonelada de cobre producido o por litro de vino exportado), exhibe huellas de carbono elevadas a nivel mundial, pues a este nivel se nota en forma significativa el peso de la generación térmica en la matriz

nacional, sumado a factores estructurales, como la gran distancia hacia los mercados de destino, lo que aumenta los costos de transporte.

3. Lograr matriz energética segura, a precios razonables. La alta dependencia de fuentes externas, fundamentalmente basadas en combustibles fósiles, ha llevado a que el costo de la energía en Chile sea muy elevado, uno de los más elevados a nivel latinoamericano, e incluso en el contexto mundial. Siendo Chile aún una economía altamente basada en la producción y exportación de materias primas, con procesos como la minería, altamente intensivos en uso de energía, el impacto de esta situación en la economía es relevante, pues se pierde competitividad.
4. Aumentar eficiencia energética, en industrias, nivel residencial. Junto con la descarbonización de nuestra matriz energética, es clave impulsar crecientes niveles de eficiencia energética. Diversos estudios han determinado que hay una serie de sectores de consumo intensivo de energía que pueden impulsar importantes planes de ahorro, optimizando sistemas, maquinarias, procesos; y por otro lado aprovechando la gran ventaja que existe en una vasta zona centro-norte del país, en cuanto a disponibilidad de uno de los índices de radiación solar más elevados del mundo, mediante la introducción a nivel masivo de sistemas de auto-generación y co-generación en base a energía solar. En este punto, es interesante seguir la experiencia europea, que ha logrado, mediante activas políticas de impulso a la auto-generación y al desarrollo de medidas de eficiencia energética, desacoplar la curva de crecimiento del PIB de la curva de crecimiento de la demanda energética. Se puede crecer más, sin sacrificar calidad de vida, generando menos energía.

2. Actividad 2: CARACTERISTICAS TECNICAS, DETALLES TECNOLOGICOS CONSIDERADOS

2.1. Smart City Santiago

Chilectra ha implementado un Proyecto Piloto en la comuna de Huechuraba, específicamente en la zona de Ciudad Empresarial, y en tres sectores residenciales cercanos a dicho polo de oficinas.

El piloto considera la instalación alrededor de 100 smart meters en casas de clientes, la habilitación de un show-room de despliegue de tecnologías, la instalación de sistemas de automatización de red de distribución en redes de media tensión, sistemas de iluminación inteligente y eficiente, un proyecto de transporte eléctrico de emisión cero, y todo complementado con acceso a facilidades de IT.

El propósito de este proyecto piloto es probar en terreno, en un entorno de red real en Chile, el concepto de Smart Grid en diversas dimensiones, de forma tal de estudiar su aplicación y proyección a escalas mayores, en el entorno urbano.

El piloto desarrollado por Enel y Chilectra en Santiago se inició al final del año 2011, constituyéndose en una demostración de proyecto de Smart grid similar al que hay en Málaga y Barcelona, en España.

El objetivo de la iniciativa es crear conciencia entre los stakeholders locales sobre los beneficios de tecnologías pioneras como la medición inteligente, automatización de las redes de voltaje medio, iluminación urbana eficiente y movilidad eléctrica, y ecoenergía o energías renovables³⁴.

Smartcity Santiago, la primera ciudad de este tipo en Chile, es implementada por Chilectra en Ciudad Empresarial, para lo cual en 2012 se suscribió el acuerdo entre Chilectra y Ciudad Empresarial en la Comuna de Huechuraba. El proyecto, al igual que otros proyectos del grupo Enel, integra las tecnologías de última generación disponibles con el fin de disminuir la huella de carbono, combinando innovación, eficiencia y sostenibilidad. Además, este modelo de ciudad permitirá mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Según lo indica la Ilustración 2, Smartcity Santiago espera proyectar cómo serán las ciudades del futuro, y cómo el uso eficiente de la energía permitiría generar ahorros que van en directo beneficio de los clientes, disminuir las emisiones de CO2 y los niveles de ruido, entre otros.

Las principales tecnologías que se incorporan son:

- Implementación de vivienda inteligente con sistema domótica.
- Transporte público eléctrico: Buses y taxis.
- Instalación de "electrolinera".
- Instalación de medidores inteligentes con comunicación bidireccional.
- Incorporación de infraestructura eléctrica tele comandada o automatización de redes.
- Tecnología solar para el calentamiento de agua.
- Sistema de generación fotovoltaica.
- Letreros de data con mensajería variable en paraderos.
- Alumbrado público (en el contexto de lo que se llamara mobiliario urbano).
- Iluminación ornamental para áreas verdes.
- Wi-fi público de libre acceso^{35 36}.

SmartCity Santiago es una oportunidad experimental para mejorar la calidad de vida de sus usuarios, accediendo a mayores comodidades gracias a los beneficios de tecnología de última generación, que permiten que los hogares y lugares de trabajo se conviertan en los hogares y oficinas del futuro.

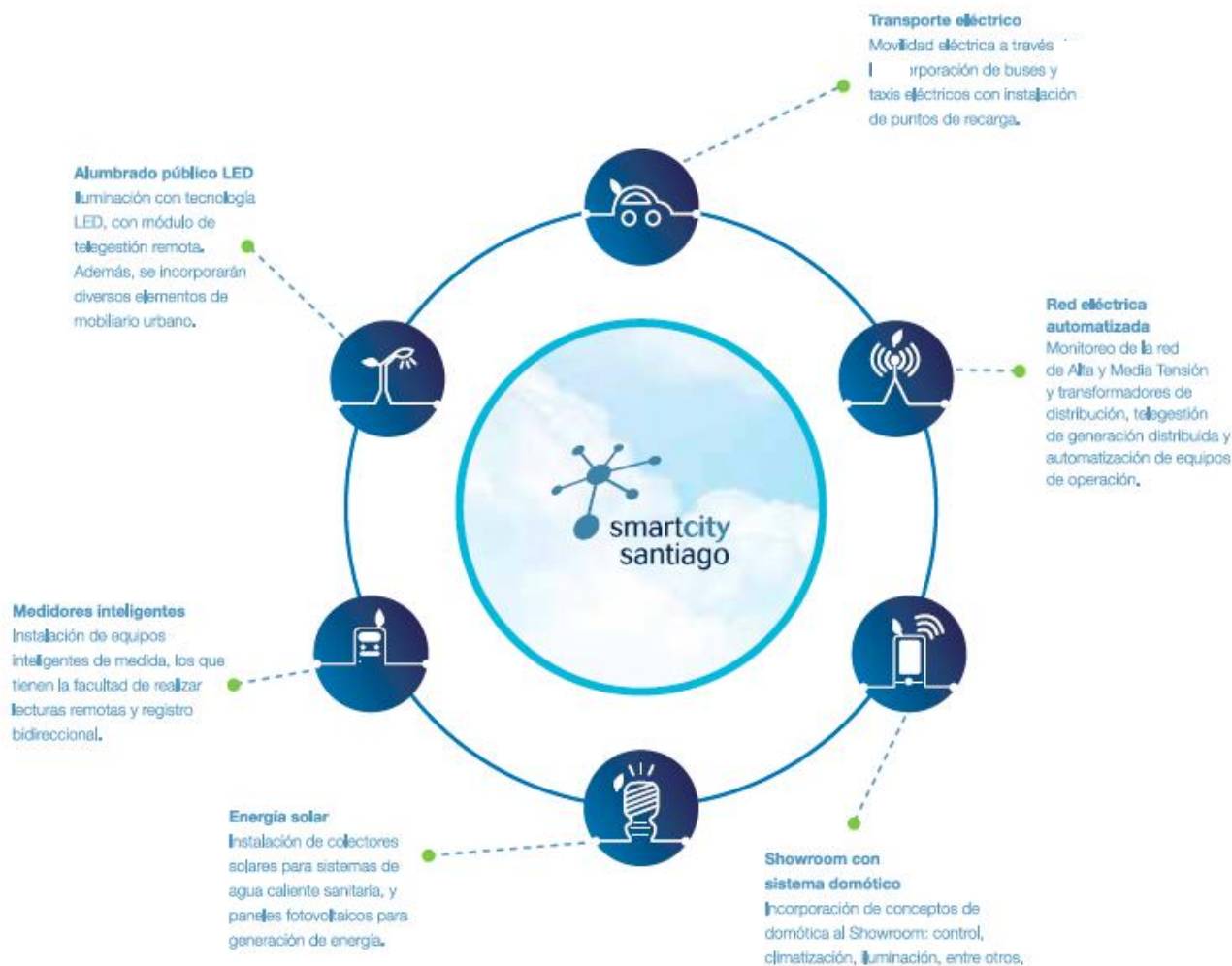
³⁴ www.enel.com

³⁵ En una segunda etapa se implementaría banda ancha para teléfonos celulares

³⁶ Informe de Sostenibilidad. Chilectra 2012.

Se estima que las tecnologías instaladas permitan observar ahorros en consumo de energía. Particularmente, en el caso el mobiliario urbano se espera obtener un 40% de ahorro respecto de sistema tradicional

Ilustración 17



Fuente: Informe de Sustentabilidad Chilectra 2012.

A continuación se presenta una descripción básica de las principales dimensiones que contiene el proyecto:

2.1.1. Medidores Inteligentes

Introducción. Chilectra desplegó un programa piloto de medidores inteligentes alrededor de la Ciudad Empresarial con un total de 100 usuarios. Este piloto abarca sectores socio económicos ABC1, C2, C3 Y D. El foco principal de este piloto es el Net Metering y la entrega a los clientes de sus patrones de consumo durante el mes.

Beneficios esperados. Dentro de los principales beneficios que podemos destacar del Smart Metering es posible señalar los siguientes:

- Remover el factor humano de la lectura de los medidores. Esto permite eliminar el error en la lectura y eliminar problemas asociados al acceso físico del medidor.
- Posibilidad de llegar a obtener curvas de consumo diario e incluso por hora.
- Posibilidad de realizar corte y reponer el servicio en forma remota.
- Las cuentas pueden contener mayor información que lo que actualmente se entrega, lo que ayuda al cliente a ser más conscientes e informados de sus consumos.
- Automatizar la generación de cuentas y permitir el acceso a las mismas por parte del cliente vía Internet.

Existe una serie de características de los medidores inteligentes que les permiten realizar operaciones adicionales para mejorar el desempeño y la eficiencia del uso de la energía. Algunas de las ventajas no explotadas a la fecha son:

- Tarifas diferenciadas.³⁷ Cabe destacar que en salida a terreno se informó de al menos un cliente habilitado con esta modalidad.
- Planes prepagados.
- Identificación y administración de consumos específicos.
- La implementación masiva de estos dispositivos permitiría obtener las curvas de demanda reales y así el distribuidor comprar solo la energía y potencia necesaria a su mayorista.

³⁷ Chilectra actualmente está promoviendo el cambio a una tarifa denominada THR o tarifa flexible que es una tarifa especial que diferencia el cobro de energía en tres tramos: día, noche y punta. Específicamente, se cobra tarifa normal de 8 a 18 hr; tarifa 30% más cara que tarifa normal entre las 18 y las 22 hrs, y finalmente una tarifa con 30% de descuento sobre normal en el horario comprendido entre las 22 y las 8 de la mañana del día siguiente. Sábados, domingos y festivos se cobra tarifa normal entre las 8 y las 22 horas y después de esa hora una tarifa con descuento. La Tarifa Flex se basa en la tarifa BT-1 (normal), que está regulada por la comisión nacional de energía (CNE).

Ilustración 18



Ilustración 19

Piloto medidores inteligentes



2.1.2. Aspectos técnicos de los equipos utilizados.

Chilectra desplegó en 2011 el medidor CERM1 "Cervantes" de Enel para su piloto en Huechuraba. Este medidor tiene 38 millones de unidades en uso en Italia y 13 millones

dentro de España. Estas unidades ya fueron certificadas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) en Chile.

Ilustración 20



Dentro de sus capacidades se encuentra medición de consumo eléctrico, medición de energía y potencia activa y reactiva, voltaje, corriente efectiva y potencia promedio cada 15 minutos. Permite el uso de tarifas diferenciadas. Puede ser operado y monitoreado en forma remota. Además es capaz de permitir y medir inyección de energía a las redes provenientes de fuentes, eólicas y fotovoltaicas.

Toda la información recolectada por el medidor es transferida a un concentrador ubicado cerca de la subestación que alimenta la red específica del medidor. La comunicación utilizada es tipo PLC y el protocolo es "Meters & More". Este concentrador re transmite toda la información por GPRS a la compañía de distribución.

2.1.3. Automatización de Redes

En la red eléctrica Chilena primariamente se utiliza una topología tipo estrella en vez de una tipo lazos cerrados, lo cual podría llegar a dificultar la implementación de tecnologías para alimentar por ramas alternativas un sector aislado por un problema en la red de distribución. En el caso de Ciudad Empresarial se utilizan cuatro alimentadores con redes tanto aéreas como subterráneas. La tecnología de automatización de red que se está implementando en el piloto de Chilectra habilita la instalación de reconectores automáticos que utilizan tecnología Enel, los cuales intentan un máximo de dos reconexiones para restablecer la alimentación.

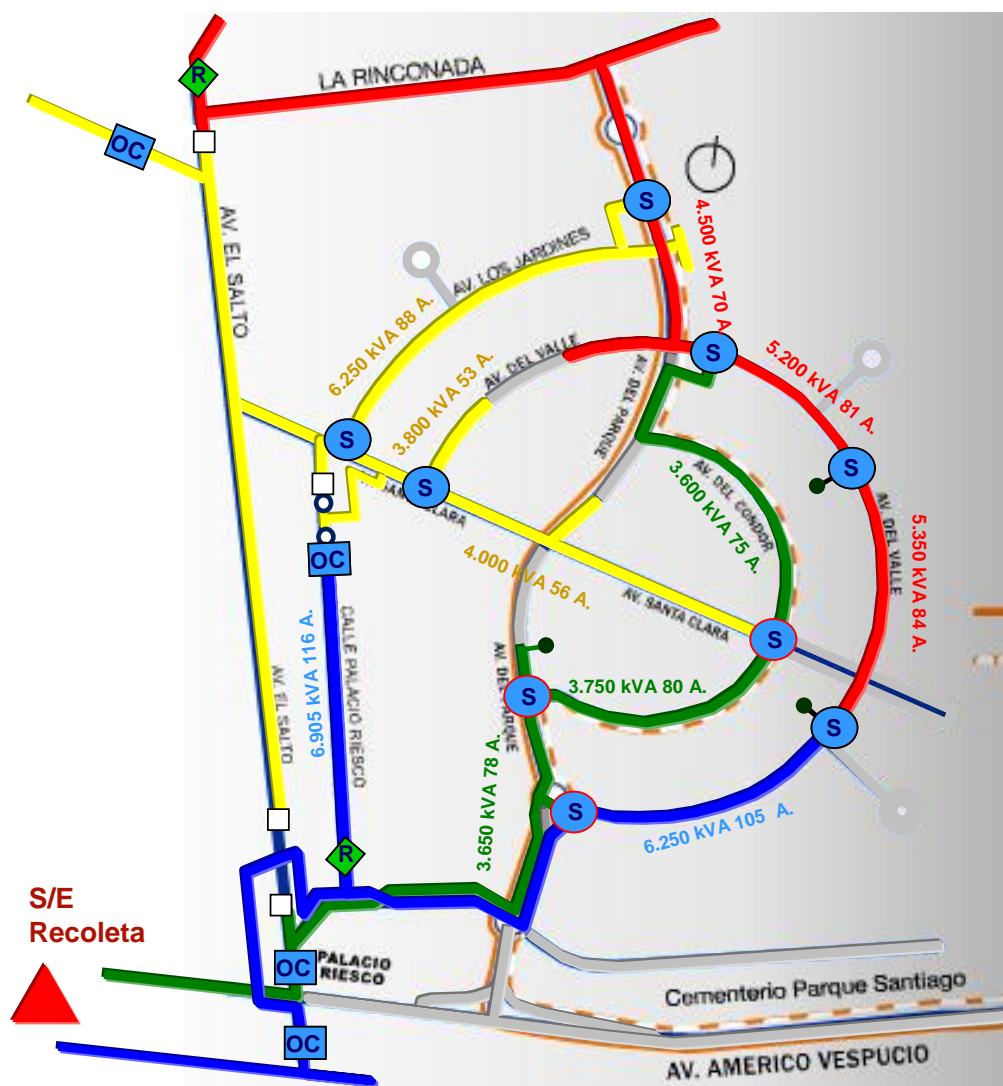
Estos reconectores pueden ser operados en forma remota a través de GPRS. Si bien poseen características de self healing, ésta no está siendo utilizada en favor de la seguridad de las cuadrillas de reparación. El objetivo del uso de estas tecnologías es mejorar la calidad de servicio hacia el cliente final. Cumplir con los tiempos de cortes de acuerdo a TTIK/FMIK e incluso mejorarlos. El tiempo promedio de una caída y recuperación de la red en la actualidad es de 2.4 [Horas], y el objetivo es llegar a 1 [Hora].

Las tecnologías Enel utilizadas deben ser adaptadas a la realidad de Chile y a las políticas de Chilectra. En el caso de las subestaciones estas trabajan con una carga del 85% por lo cual en caso de caída de una de ellas, la carga total no puede ser suplida por otra subestación. Por otra parte no existe detección automática de la caída de una subestación debido a que las soluciones disponibles son aún de muy alto costo considerando la elevada cantidad de transformadores existentes en la red, sin embargo si existiese un despliegue masivo de medidores inteligentes estos podrían ser utilizados para detectar donde se produjo una falla y que tan extensa es esta.

Realizando una automatización de la red se ha pensado en implementaciones como el control de encendido, apagado e intensidad del alumbrado público. En el caso del piloto de Huechuraba se sugiere el uso de los mismos concentradores para la detección y reporte del corte de suministro eléctrico.

A continuación se expone imágenes y antecedentes del despliegue de automatización de redes en la zona del piloto en Huechuraba. Esta información fue proporcionada por la empresa.

Ilustración 21



Proyecto 2011: Contempló la creación del alimentador "Las Canteras" y la instalación de 8 equipos telecomandados: Reconectores (5) y Seccionadores (3).

Proyecto 2012-13, que contempla:

- Readecuar alimentador "Los Cardenales" hacia Ciudad Empresarial para descargar alimentadores y redistribuir carga entre ellos.
- Seccionar carga de alimentadores y agregar respaldos desde alimentadores vecinos mediante 13 nuevos equipos telemandados (4 aéreos y 9 subterráneos).

- Implementar Tecnología de Automatización ENEL con despliegues SCADA-STM, Comunicaciones y automatismos. (incluye reemplazar 8 equipos aéreos existentes)

Ilustración 22 Diagrama Unilíneal provisto por el proveedor ENEL

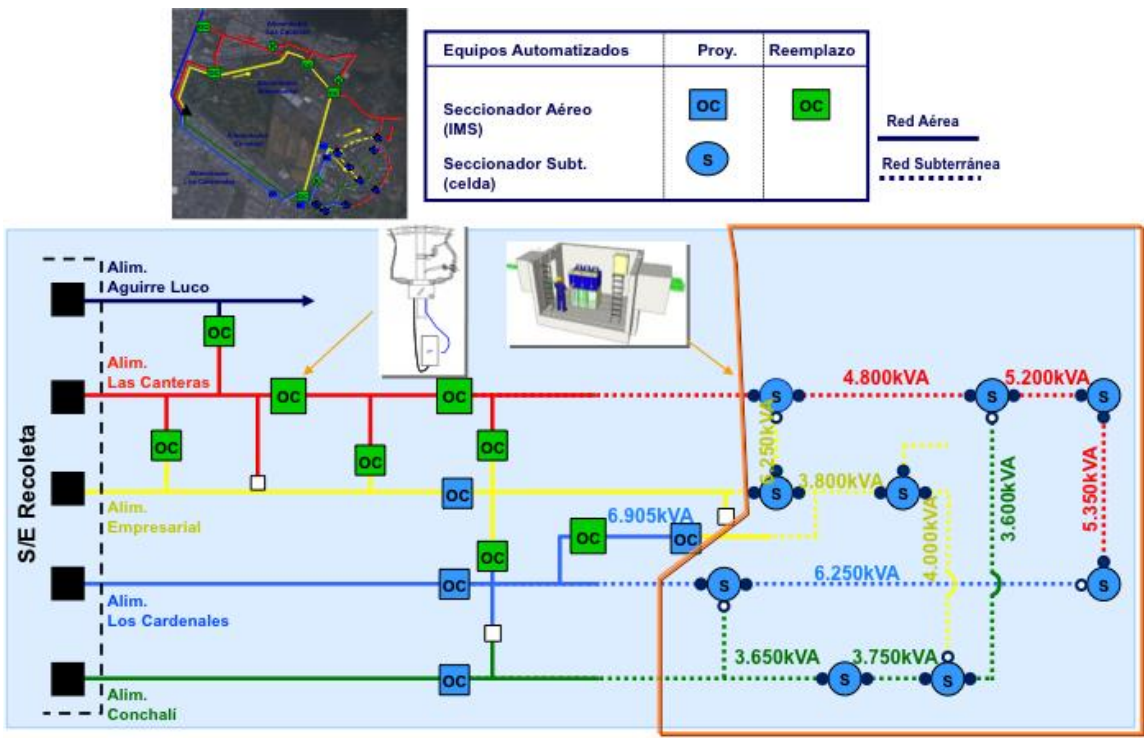
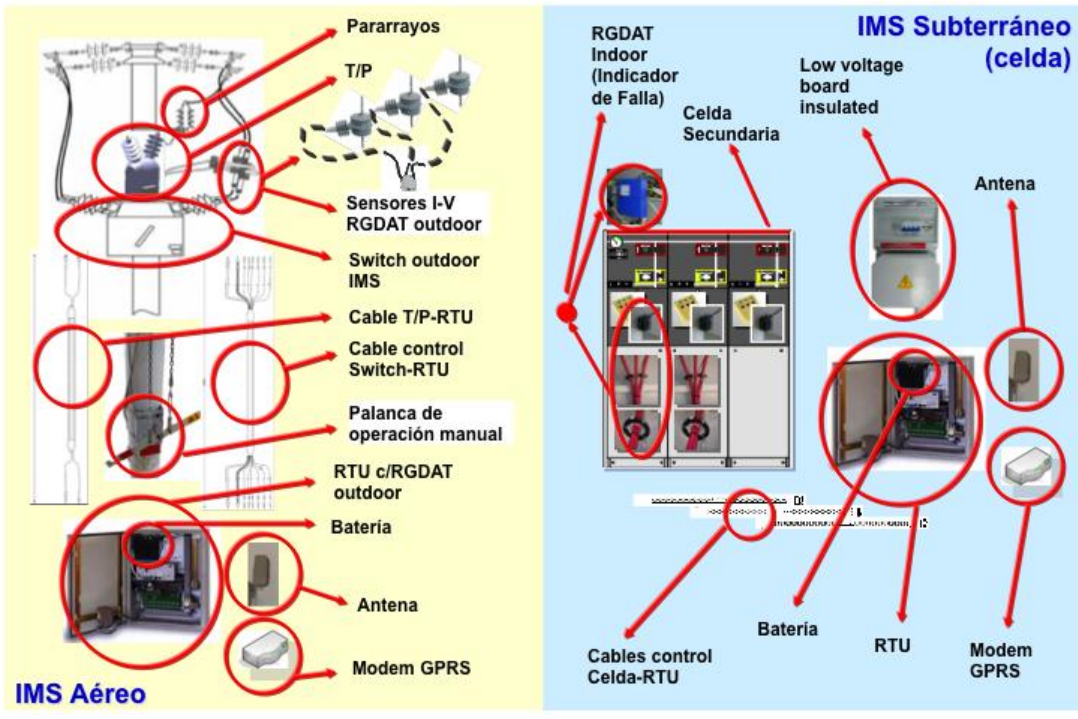


Ilustración 23 Componentes Equipos Aéreos y Subterráneos



2.1.4. Sistemas de Auto generación

A la fecha de redacción del presente informe de avance no se cuenta con información de detalle sobre planes y proyecciones en lo referente a la instalación de sistemas de auto-generación en base a sistemas fotovoltaicos. Si hay despliegue importante de sistemas de auto-generación solar térmico, para generación de agua caliente sanitaria se ha considerado el Hotel Mercure ubicado en la zona del piloto. Este hotel utiliza para su consumo de agua caliente sanitaria, una instalación termo-solar provista por Chilectra, que será integrada a los dispositivos y sistemas monitoreados como parte de la experiencia del piloto.

Chilectra ofrece desde hace varios años soluciones de tipo Solar Térmico, que mediante el uso de energía solar en combinación con alimentación eléctrica desde la red, reemplazan el uso de combustibles fósiles (normalmente Gas) para calentamiento de agua. Estos sistemas se han instalado en edificios residenciales, institucionales (colegios, hospitales, edificios corporativos, etc), hoteles, clubes deportivos. Se trata de una solución de alta eficiencia para consumidores masivos de agua caliente sanitaria, y eventualmente para usos industriales.

Son soluciones que se integran a los sistemas térmicos existentes, utilizan como fuente principal de energía el sol, complementan con energía eléctrica a través del uso de bombas de calor, incluyen termotanques de almacenamiento, y para respaldo adicional, en algunos casos mantienen los sistemas de calderas de gas originales. En edificios nuevos, las instalaciones reemplazan completamente en algunos casos el uso de calderas de gas, con las consiguientes ventajas de costo, ahorro de espacio de construcción (menor necesidad de shafts, ductos de ventilación, etc) y nulo impacto ambiental en cuanto a emisiones.

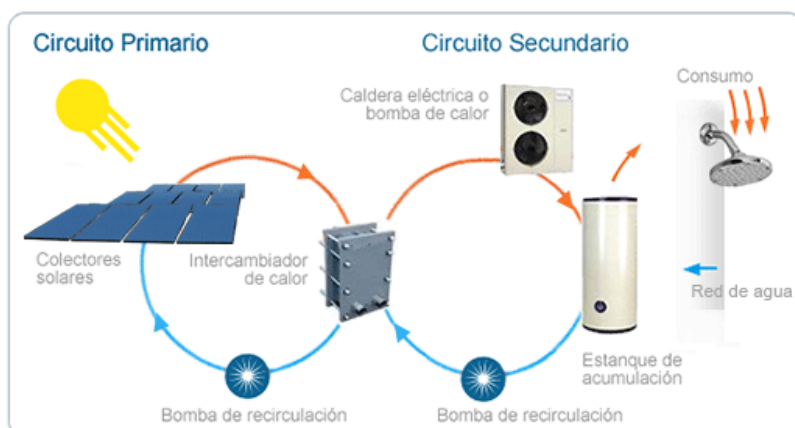
Ilustración 24 Paneles solares térmicos para Agua Caliente Sanitaria – Edificio en Santiago Centro



(Fuente: www.chilectra.cl)

Ilustración 25 Esquema básico de funcionamiento de un sistema solar térmico, solar más bomba de calor

Esquema básico de funcionamiento



Fuente: www.chilectra.cl

Cabe destacar un ejemplo de sistema de autogeneración instalado en una sucursal bancaria, (Sede Banco BCI en calle Vitacura / Gerónimo de Alderete). En este caso se trata de un sistema fotovoltaico que no genera excedentes, luego no hay inyección de energía hacia la red. Todo el consumo está conectado al cajero automático de la sucursal, y al sistema de servidores, luego no es aplicable directamente como ejemplo de Smart Metering, bajo concepto Net Metering o Net Billing.

Adicionalmente, se ha informado en la empresa que existe una instalación fotovoltaica de prueba en una sede de la universidad UTEM, en la comuna de Macul, en la cual se desarrolla algún nivel de monitoreo básico.

2.1.5. Vehículos Eléctricos

Chilectra se encuentra trabajando desde el 2010 en esta área siendo el Salón del Automóvil el evento en el cual se han realizado acciones de apoyo público a estas tecnologías (Fuente: Notas Reunión 28 agosto 2013 – Chilectra). Se realizaron acuerdos no excluyentes con diferentes actores. Dentro de las tecnologías analizadas por Chilectra se encuentran los vehículos Mitsubishi i-MiEV, Renault Kangoo y Nissan Leaf, así como vehículos de la marca ByD.

Chilectra fue la primera empresa distribuidora en inaugurar un punto de carga en Chile para vehículos eléctricos. Actualmente han instalado puntos de carga en estacionamientos subterráneos, casas, Malls y estaciones de servicio.

El fabricante Chino BYD se presentó como productor de vehículos y transporte público eléctrico. Chilectra se asoció con ellos y Universidad Mayor para poner en marcha el primer bus eléctrico que opera desde Ciudad Empresarial hasta uno de los campus de la universidad mencionada. Este bus posee una autonomía de 200[Km], y esta iniciativa se ha integrado como parte del piloto desarrollado en la zona, en el contexto del proyecto Smart Cities.

Una de las ventajas del fabricante BYD es que las baterías que ya han cumplido su vida útil pueden ser nuevamente adquiridas por ellos para su uso en otros mercados como el de equipos estacionarios para el almacenamiento de energía. Es importante destacar que este fabricante tiene como rubro original, y actividad principal, el desarrollo y fabricación de baterías.

Chilectra considera la posibilidad de apoyar también el uso de taxis eléctricos con base en Ciudad Empresarial y Estación Militar. Para incentivar la compra de este tipo de vehículos, que pueden llegar a costar el doble que su similar bencinero, se estudia el otorgar el cupo taxi junto con la compra del mismo. Hay diversas iniciativas en estudio en conjunto con organismos públicos vinculados al transporte.

En la siguiente imagen se aprecia el bus 100% eléctrico que hoy se encuentra prestando el servicio descrito precedentemente, junto con el vehículo particular eléctrico que podría servir para probar el servicio de taxis eléctricos. (Este servicio a la fecha no se ha implementado, sólo está en funcionamiento el bus eléctrico).

Ilustración 26





La introducción de vehículos eléctricos representa un desafío para la red eléctrica. Si se proyecta un 10% de vehículos eléctricos en el parque automotriz (aproximadamente 200.000 unidades) se requiere de un crecimiento del 3% al 5% de la red para el 2020. No obstante, ese desafío está lejos de llegar a ser cumplido, ya que el crecimiento de autos eléctricos en Chile está muy por debajo de lo inicialmente proyectado. La meta de 200.000 vehículos se moderó a 70 mil, pero a siete años de cruzar la meta, Chile sólo suma, según cifras de la Asociación Automotriz de Chile (Anac), 14 de estos autos en las calles, que se añaden a otros 200 importados directamente desde otros países, o reconversiones en el marco de proyectos universitarios. Nada parece acelerar las cifras: según el mismo ANAC, en 2011 se vendieron sólo seis unidades, en 2012 sólo fueron cinco y en lo que va del año, apenas van tres.

El más importante *driver* para que particulares compren autos eléctricos es el precio de las bencinas. Sin embargo es probable que el precio de los autos eléctricos, más el valor de sus permisos de circulación y su tamaño, aun no logren hacer rentable el ahorro que significan en menor uso de combustible al año.

Al parecer el principal freno del crecimiento de la industria de automóviles eléctricos en Chile es el precio de los mismos. Aun cuando el valor del kilómetro recorrido, en comparación con un auto con motor a combustión, es al menos 85% más barato, la diferencia en costo de inversión inicial es aún una muy elevada barrera de entrada. En efecto el auto eléctrico de Mitsubishi MiEV por ejemplo, tiene un costo superior a los \$29 millones, mientras que un modelo Nissan bordea los \$20 millones, y autos a combustible tradicional equivalentes, cuestan el 50% o menos de dichos valores.

El Ministerio de Medio Ambiente de Chile indica que "que para una mayor penetración se requiere de incentivos especiales, porque de lo contrario no son competitivos". Los expertos agregan que "la masificación de estos autos está condicionada por la aún limitada oferta de baterías de ion litio³⁸ para la industria automotriz, que no ha tenido un salto de producción acorde a las

³⁸ El Centro del litio en Chile está asentado en el Centro de Energía, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. www.pcil.cl. Las baterías de litio son un componente clave para la difusión de los vehículos eléctricos. El desafío tecnológico es reducir el peso y aumentar la eficiencia. En esto momento el Centro está involucrado en dos proyectos de aplicación: a) Uno es el desarrollo y comercialización de una batería litio para bicicletas eléctricas. B) Segundo, el Centro está desarrollando un proyecto

necesidades de la industria, lo que acota la producción en serie". Una batería de estas características vale 20.000 dólares en lugar de los 2.000 que cuesta una de ácido y plomo.

Además del alto precio, la industria todavía debe luchar contra los prejuicios de los consumidores, que temen quedarse sin batería. Cargar un vehículo tarda hasta ocho horas en un enchufe convencional en casa.

Para aplacar los temores, la industria está extendiendo las llamadas electrolineras, donde la recarga completa dura 30 minutos, o 15, si es parcial, lo que permite andar, dependiendo la marca, hasta 130 o 160 km. Según las estadísticas, se requiere un cargador público por cada 200 vehículos.

Es probable que la mejor y más rápida manera de introducir vehículos eléctricos al mercado local sea a través de las modalidades de car sharing, por cuanto el costo se comparte entre muchos más usuarios y la devolución de la inversión se acorta. Esta tendencia se ha observado en países desarrollados, hay ejemplos interesantes en París y otras ciudades europeas. En el caso de París, el sistema de arriendo de autos eléctricos se denomina Autolib, y consta de 1800 vehículos, ha realizado 2 millones de viajes desde 2011, cuenta con 4000 puntos de recarga y se está expandiendo a las ciudades de Bordeaux y Lyon. Hay otros despliegues en Europa, que involucran a los fabricantes BMW, Daimler y Citroen, (Fuente: revista IEEE – www.ieee.org).

2.1.6. Mobiliario Público – Sistemas de Iluminación Pública

En el área de iluminación pública, específicamente en el piloto Ciudad Empresarial, Chilectra ha utilizado soluciones de iluminación pública de la casa matriz y proveedores como Aladdin (proveedor no considerado en el piloto Smart City Santiago), Guzzini o Schröder.

Las luminarias instaladas tienen características que permiten su monitoreo y control a distancia. Este es el caso utilizado en el piloto en la zona de Huechuraba, en donde se integran estas luminarias con equipos de comunicación remoto como el SlamDali para GPRS y el uso de redes locales con protocolos LonTalk, MODBUS y M-BUS sobre PLC o LAN. Estos sistemas de comunicación permiten reportar informe de fallos de las luminarias, y realizar un monitoreo permanente on line de las mismas, lo que es posible apreciar en funcionamiento real y efectivo actualmente desde la sala demo del Piloto Smart City Santiago.

Todas las luminarias son públicas y por lo tanto dominio de la Municipalidad, quien es el encargado de adquirirlas y mantenerlas. Si el uso de nuevas tecnologías representa una baja en los costos operativos de las mismas entonces esto se puede convertir en un incentivo para su masificación. Es importante destacar que el consumo de electricidad para iluminación es una de las grandes fuentes de gasto a nivel municipal, y para algunas municipalidades de menores

de Electro-mobility Trial Program (ETP), donde está jugando un rol central en la difusión masiva de vehículos eléctricos en taxis colectivos en Antofagasta.

ingresos obtener ahorros en esta materia, puede llegar a representar una relevante ayuda presupuestaria.

En este minuto es Chilectra quién realiza la telegestión de los sistemas de iluminación en prueba, pero el objetivo es transferir esta responsabilidad al cliente final.

Se pronostica que la tecnología LED para luminarias de uso público será el siguiente paso de evolución tecnológica, para reemplazar a las luminarias de sodio de alta tensión utilizadas actualmente.

El despliegue masivo de Smart Meters implica el adoptar en una arquitectura de redes de comunicación local en la cual estos equipos serán nodos de la misma. Hasta el momento el piloto de Huechuraba consiste en una red local utilizando como medio de transporte la red eléctrica, tecnología conocida como Power Line Communication o PLC por sus siglas en inglés que llega hasta un concentrador, o gateway, encargado de enlazar la red local con la red de Chilectra.

Toda la infraestructura de comunicaciones que será construida alrededor de estos Smart Meters presenta una posibilidad única para la integración de luminarias públicas a esta red.

Como ya ha sido probado en el piloto de Ciudad empresarial, la integración de éstas a una red de comunicaciones permitiría el control y monitoreo de las mismas, con las consiguientes mejoras en calidad de servicio, ahorros y alta disponibilidad que ello implicaría.

Se propone realizar el estudio de integración de luminarias públicas a la red de smart meters con la tecnología que está siendo actualmente evaluada por Chilectra y además apoyar en el desarrollo de un dispositivo como alternativa capaz de monitorear y controlar la luminaria.

Con ambos resultados se podría realizar una comparación entre la masificación de la tecnología que está siendo evaluada versus un dispositivo desarrollado específicamente para Chilectra, en conjunto con la empresa, que se ajuste a las necesidades específicas de funcionalidad, conectividad y costos requeridos por la compañía.

En el área de mobiliario urbano, también podemos encontrar sistemas de tele vigilancia. En el caso del piloto Chilectra, frente a su showroom, se instaló un sistema de video vigilancia HD inalámbrico. Este sistema posee una inteligencia tal que puede detectar actividades sospechosas como gente en acciones determinadas, pudiendo integrar incluso sistemas de reconocimiento de rostros, patentes de vehículos, etc.

Además en conjunto con Entel se provee de un hot spot inalámbrico en el showroom el cual es alimentado por una red LTE, de propiedad de Entel S.A.

2.2. Otras experiencias de Smart Grid en Chile

Adicionalmente al Piloto Smart Cities en instalación por parte de Chilectra, no hay antecedentes de iniciativas similares, al menos en esta magnitud. Algunas empresas eléctricas regionales han estudiado o evaluado iniciativas puntuales, centradas básicamente en instalación y estudio de Smart meters, sin conocerse resultados a mayor escala o de mayor impacto aún.

Sin embargo, hay algunas iniciativas de menor envergadura o que abordan algunos aspectos de las redes inteligentes:

- El proyecto **ESUSCON** en Huatacondo (norte de Chile) es la primera microred con integración de energías renovables, involucramiento de la comunidad en el uso eficiente de la energía y en la gestión y operación del Sistema, pudiendo ajustarlo a sus necesidades. Este proyecto tiene la participación y apoyo de la empresa minera Collahuasi, la Universidad de Chile y Fundación Chile.
- En la región de Coquimbo, en la localidad de Romeral, se ha implementado otro proyecto de microgrid, que integra sistemas solares y eólicos con generación diesel tradicional. Al igual que en el caso anterior, la comunidad está directamente involucrada en su gestión y operación. El proyecto cuenta con la participación y apoyo de la empresa GDF Suez, la Universidad de Chile y Fundación Chile.
- En la región de Magallanes, se realizó un estudio para proponer un sistema de red inteligente adaptado a las necesidades energéticas de las zonas australes. Consideraría la integración de sistemas térmicos (mini-unidades de co-generación, bombas de calor, sistemas eólicos), sistemas de biomasa y también fuentes de generación tradicional en base a Gas Natural.

Fuente: Presentación Fundación Chile - Evento Smart Cities Cámara de Comercio de Santiago

A nivel de política gubernamental, no hay planes concretos al respecto. La autoridad ha señalado intenciones de realizar estudios de mayor detalle, ha estado observando iniciativas fuera del país, pero no se han promulgado iniciativas ni planes estratégicos de largo plazo.

Cabe destacar eso si el lanzamiento de una legislación directamente vinculada con el desarrollo de Smart grids en Chile, la Ley de Net Metering. El Congreso de la República aprobó la ley mediante la cual se establece en Chile el marco legal para operar sistemas de autogeneración instalados por los propios clientes en sus domicilios, y se regula a nivel general aspectos de su instalación y operación técnico-comercial. De hecho este cuerpo legal implementa en Chile el concepto Net Metering, pues define las condiciones generales mediante las cuales las empresas distribuidoras deberán tomar y remunerar los excedentes energéticos que los sistemas domiciliarios entreguen a la red. Sin embargo, esta ley aún no se encuentra en operación, pues está pendiente la dictación del Reglamento técnico específico, que determinará el detalle de la operación del sistema.

3. Actividad 3: EVALUACIÓN DE LA INSTALACIÓN DEL PILOTO

Respecto de la evaluación del proyecto Smart City Santiago, se han abordado dos aspectos de esta instalación: una evaluación cualitativa referida a la percepción de los clientes donde se han instalado los medidores inteligentes; y una evaluación de los datos obtenidos de algunos medidores inteligentes y su comparación con las posibilidades que pueda otorgar la instalación de paneles fotovoltaicos para resolver parte del consumo eléctrico. Por último se han agregado algunas estimaciones realizadas por la consultora McKinsey en los EEUU en relación al tamaño del mercado que se visualiza gracias al despliegue masivo de las redes inteligentes en ese país.

3.1. Smart meters Huechuraba: principales hallazgos en investigación de percepción de Demanda.

El ejercicio de prospección de la percepción de la demanda se realizó respecto de un universo de 100 residencias con medidores inteligentes en la comuna de Huechuraba. El objetivo era evaluar la satisfacción de los usuarios con los medidores, la información del consumo energético entregada por la empresa y el impacto en las prácticas de eficiencia energética.

Como primer resultado se puede decir, que de las personas entrevistadas, la mayoría de los clientes declaró estar satisfecho con los medidores inteligentes. Ningún usuario lo calificó con una nota insuficiente o inferior a 5,0.

Las mejores evaluaciones provenían de los sectores de Los Abedules y El Barrero, los segmentos con menores ingresos del grupo encuestado.

Ellos declararon haber tomado conciencia de ciertas prácticas de ahorro energético y ninguno declaró haber tenido problema alguno con el medidor.

El grupo de mayores ingresos, que tenía más expectativas respecto de los medidores y la información a ser entregada, calificó con menor nota el despliegue.

La mayor parte declaró su interés en recibir información de manera más sistemática o incluso tener información on line. Por otra parte, es necesario tener cuidado con el tipo y forma en que se entrega la información ya que se percibió un diferente nivel de comprensión de parte de los usuarios, dependiendo su nivel socioeconómico y etario.

Respecto de los canales de información, se percibieron diferencias según nivel sociocultural, dando cuenta de la brecha digital y medios de comunicación preferidos.

Respecto de los cambios de consumo energético, la participación en el ejercicio piloto les permitió a muchos de ellos tomar conciencia del asunto de la energía. De igual forma con la información entregada que les permitía comparar consumos y preguntar por buenas prácticas.

Por último, se percibió interés transversal por la instalación de energías renovables, particularmente paneles fotovoltaicos. Todos se mostraron a favor de masificar la instalación de medidores inteligentes. (Informe Completo se adjunta a este informe).

3.2. Análisis Mediciones Consumos

Las mediciones que está obteniendo Chilectra a partir de los medidores inteligentes , parte del piloto, permiten hacer algunos análisis preliminares que pueden arrojar algunas luces acerca del potencial que se abre al conocer esta información.

El potencial dice relación con la posibilidad e cuantificar el mercado de nuevos negocios para la distribuidora.

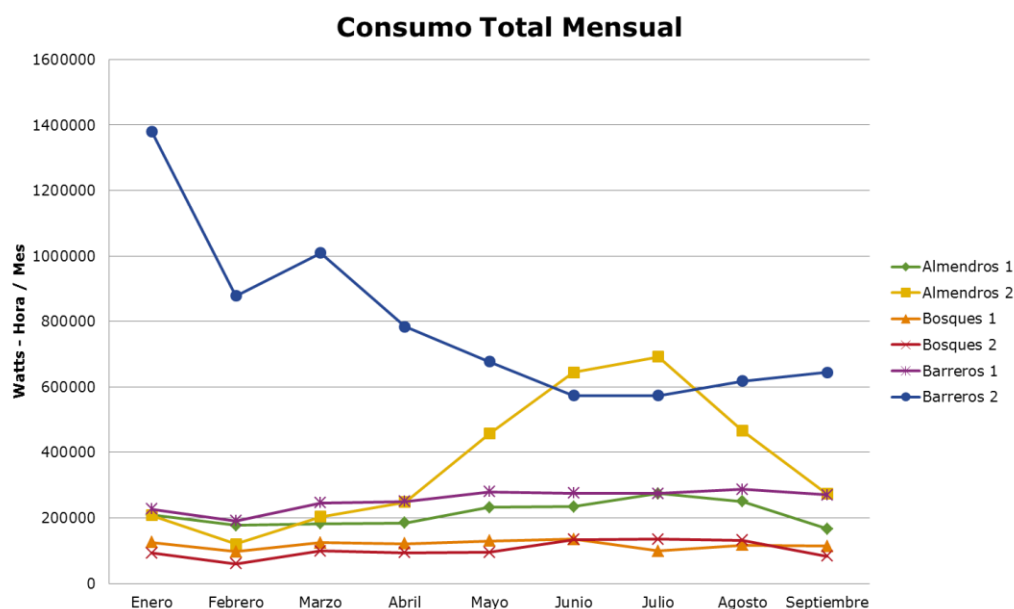
En este documento se describe un análisis básicos de los datos de los medidores para 6 casas del piloto pertenecientes a 3 segmentos socioeconómicos diferentes, con mediciones cada 15 minutos, para el periodo Enero – Septiembre 2013.

Las mediciones disponibles permiten obtener impacto de la aplicación de posibles kits FV en cada segmento y obtener algunas conclusiones preliminares de interés en cada caso. Para los datos de generación en base a energía solar, se utilizó información proporcionada por el Laboratorio de Energía Solar del Grupo Solar de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile.

- Para efectos de estimar el real impacto de la implementación de sistemas FV, se dividió el consumo para estimar la fracción que se produce en horario de disponibilidad solar, es decir, de 09:00 a 18:00 (se asumieron sistemas FV sin baterías)
- Se asumió un kit solar FV estándar, de tipo comercial, silicio cristalino (c-Si), como se indicó sin sistema de almacenamiento, con ángulo fijo de inclinación 31°, sin sistema de seguimiento (tracking)
- Precio US\$ 3/Wp es precio de mercado, considerando IVA incluido, con posibilidad de menores niveles en caso de comprar volúmenes importantes (nivel de precios internacionales de sistemas FV sin almacenamiento es menor al considerado).

El resumen de los datos obtenidos, calculando promedios mensuales es el ilustrado en la Ilustración 27

Ilustración 27



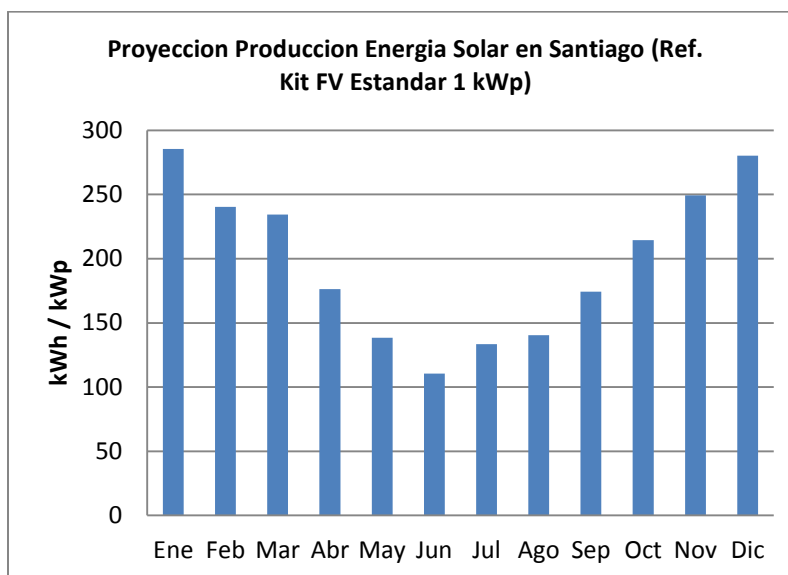
Fuente: Elaboración Propia con datos entregados por Chilectra

Las observaciones realizadas, en términos generales fueron:

- Comportamientos promedio dentro de lo esperado, con consumo en invierno por menor disponibilidad de luz, .y en horas de mayor actividad en los hogares (entre 8 y 10am),
- Uso de electricidad para calefacción es más marcado en casas ABC1, algo menor en C2, y en D muy escaso.
- La residencia de mayor consumo eléctrico alcanzo los 600kwh/mes, y en promedio fue de entre 100 y 200 kwh/mes.
- Una de las casas del sector El Barrero, tiene comportamiento comercial, consumo elevado y perfil no característico para curva residencial (podría tratarse de un minimarket)
- Se hace necesario perfilar en mayor detalle los consumos a través de encuestas en terreno, ya que no se cuenta con caracterización detallada de stock de electrodomésticos ni costumbres / hábitos de uso en cada casa;

Por su parte, la información recogida de las mediciones reales de un panel fotovoltaico de parte de la PUC, se grafica en la Ilustración 28.

Ilustración 28



NOTA: Valor kWh/kWp indica la cantidad de kWh por mes que un sistema FV de 1 kWp de capacidad nominal generaría, en condiciones promedio.

El análisis completo realizado se detalla en documentos adjuntos. Las conclusiones que arrojo el análisis de datos son las siguientes:

- Considerando una vida útil esperada de un sistema FV de 20 años, se obtienen paybacks en rangos de 7 a 10 años.
- Para el caso de sectores de menores ingresos, es interesante el modelo de "sistema comunitario", es decir un sistema de mayor tamaño que alimenta un conjunto de casas. En este caso se tomó un ejemplo de 25 casas. Economías de escala podrían llevar el costo en este caso a niveles menores.
- Si los kits FV se combinan con incentivos y sistemas que permitan el desplazamiento de carga, desde horarios nocturnos a diurnos, los ahorros serán superiores y los paybacks mejorarán. Luego la oferta integrada de sistemas de autogeneración FV, en conjunto con sistemas de gestión-desplazamiento de carga, que consideren displays de información de consumo instantáneo, puede constituir una interesante combinación.
- Al menos en Santiago, hay buenos niveles de radiación solar, (corresponden a los niveles que se obtienen en el sur de España, y son más elevados que los obtenidos en Alemania, países que han incentivado fuertemente el uso de paneles solares FV), lo que mejora sustantivamente la eficiencia económica de la instalación.
- Si se generan incentivos que permitan masificar en alguna medida la penetración de sistemas FV a nivel residencial en Santiago, es posible obtener interesantes niveles de

autogeneración y ahorro energético, en términos de energía que no sería generada en centrales térmicas en el SIC, con la consiguiente reducción en dependencia de fuentes fósiles importadas, y menores emisiones de CO₂.

Por último, las Ilustración 29 indica el caso de dos casas del segmento de altos ingresos comparando sus consumos en horario solar con y sin desplazamiento de carga con la producción del panel disponibles. Por otra parte, la Ilustración 30, muestra cuales serian las ganancias que podría obtener una casa de alto consumo eléctrico, versus una casa de consumo promedio en el caso de que ambas logren hacer un desplazamiento de carga hacia horarios de generación solar, en el escenario de una ley de net metering pagando US\$40/kwh y precio de la energía de la red a US\$102kwh.

Ilustración 29

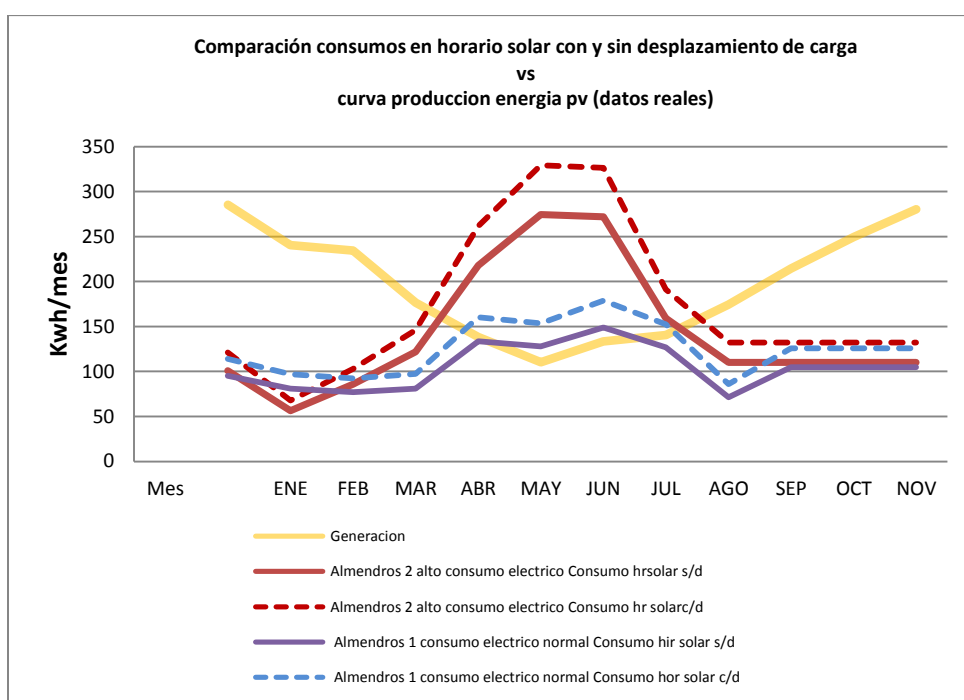
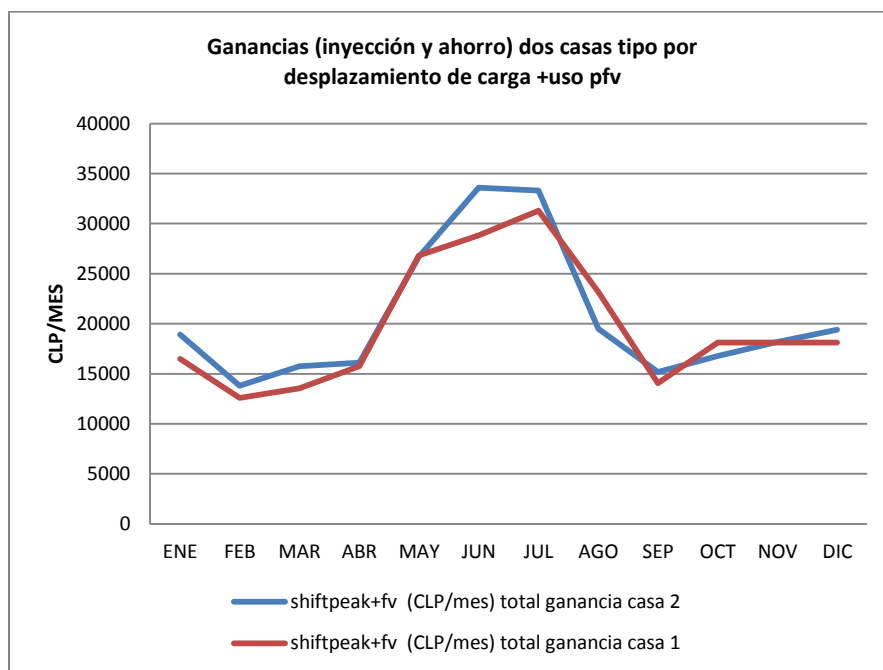


Ilustración 30



Fuente: Elaboración Propia con datos de Chilectra y Laboratorio de Energía Solar del Grupo Solar de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile

3.3. Beneficios Económicos de las redes inteligentes

La masificación de los medidores inteligentes generaría beneficios a todo nivel. La distribuidora reduce pérdidas, baja sus costos, mejora su servicio y administra mejor su red entre otros. El cliente final se beneficia con una mejor calidad de servicio y puede optimizar sus consumos. Gracias al uso de nueva tecnología se abre una nueva ventana de oportunidades a aplicaciones como domótica, generación distribuida y tarifas diferenciadas entre otras cosas. Fomenta a nivel país el uso de energías renovables no convencionales mejorando así la matriz energética y generando espacios para la aparición de nuevos modelos de mercado.

Aun cuando en Chile no hay estimaciones públicas de los beneficios cuantitativos para distintos agentes del futuro mercado de la energía, en Estados Unidos se han hecho algunas estimaciones. Se ha calculado que el despliegue masivo de redes inteligentes tiene un valor potencial anual al 2019 de US\$ 130,000 millones, desglosados de la siguiente manera:³⁹

- *Aplicaciones para los clientes: US\$ 59,000 millones*
- o Shift peak: US\$16,000 millones

Shifting demand away from peak lowers peak prices

³⁹ Mackinsey on Smart Grid, Verano 2010.

- o Conservación de Energía; US\$ 17,000 millones

Programas de administración de la demanda destinados a reducir el consumo de energía de parte de los consumidores y el número de kwh q necesita ser generado

- o Evitar el costo de capacidad adicional: US\$ 26,000 millones

La reducción de consumo en horas peak y la energía, disminuye la necesidad por nuevas plantas de generación en el futuro.

- Infraestructura avanzada de medidores (AMI): US\$ 9,000 millones

- o Meter data over networks: US\$7,000 millones

Medidores automáticos, eliminan la necesidad de lectores y equipamiento manuales

- o Funciones avanzadas de los medidores: US\$ 2,000 millones

Beneficios operacionales y de facturación de la conexión/desconexión remota

- Aplicaciones de la red: US\$ 63,000

- o Volt –VAR: US\$43,000 millones

Volt VAR incrementa la eficiencia energética a través de la conservación de reducción de voltaje

- o Detección de fallas, aislamiento y restauración: US\$ 10,000 millones

Reduce el tiempo de fuera de servicio a través de control automático

- o Monitoreo y Diagnostico: US\$ 8,000 millones

Reduce costos de monitoreo y mantención

- o Medición de áreas más amplias: US\$ 2,000 millones

Incrementa el rendimiento de transmisión

4. Actividad 4. REVISION DE MODELOS Y PROPUESTAS SEGÚN VISIÓN EXPERTO INTERNACIONAL

La visita del experto internacional se tradujo en dos talleres sobre como introducir el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación en las redes inteligentes con tres objetivos fundamentales:

- Medir y analizar mediciones de consumo para conocer hábitos, tendencias y requerimientos; y
- Comunicar y sincronizar distintos puntos de una red inteligente para optimizar los recursos energéticos existentes en una micro red, a través de una red virtual de energía; y
- Sensibilizar a los consumidores para hacer cambios de hábito en pos de eficiencia energética y conservación de energía

Las principales problemáticas abordadas fueron los cambios legislativos requeridos para introducir nuevas tecnologías ya disponibles para la eficiencia energética y la energía renovable, la voluntad de los gobiernos para avanzar en nuevos paradigmas que rompen el status quo del sector energético en Chile (Ver Ilustración 31, entregando soluciones y miradas innovadoras para el futuro, y la introducción de tecnologías de la información para abordar los desafíos de desplazamiento de carga, integración de la demanda, y generación distribuida, entre otros. Todos estos desarrollos existen a nivel de prototipos y esperan la apertura de los nuevos mercados de la energía inteligente para ser escalados a nivel industrial generando nuevas empresas e ingresos económicos (Ilustraciones 32 a la 34).

Ilustración 31: Cambio en el paradigma del desplazamiento de carga: integración de la demanda

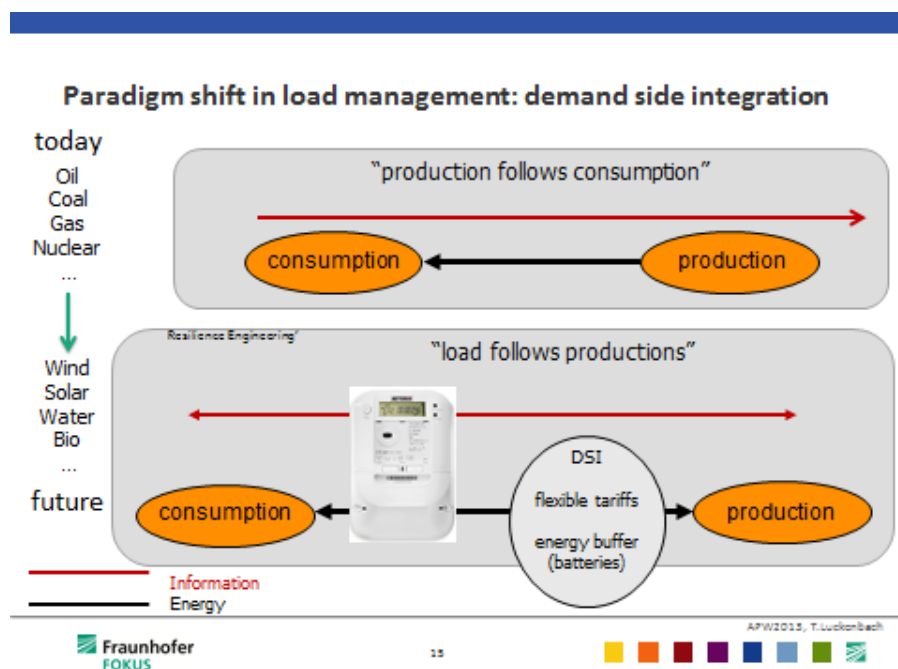


Ilustración 32: Administración de Energía: solución y servicios

Energy Management: Solutions & Services

- Prediction of the availability of renewable energies
- Prediction of energy consumption
- Flexible load management (peak reduction, local consumption optimization)
- Consulting, Development, Proof of Concept, Piloting/Licensing

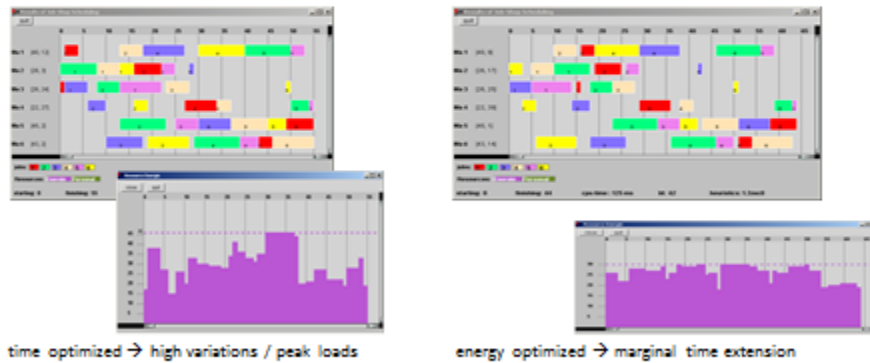




Ilustración 33: Enyport: Administración de energía y portal de control


enyport: Energy Management and Control Gateway




- Openness: slim Hard- and Software-Design
- Scalability: Embedded System, DIN rail, Router, Set-Top-Box etc.
- Interoperability: digitalSTROM, KNX, ZigBee, FS20, Wireless M-Bus etc.



- Electricity, gas, water and heat
- Consumption, production, prediction, tariff and sensor data



- Adaptable to different business models
- Modular, personalized and flexible user interface
- Use of standardized SMGW-interface (HAN + CLS)



20


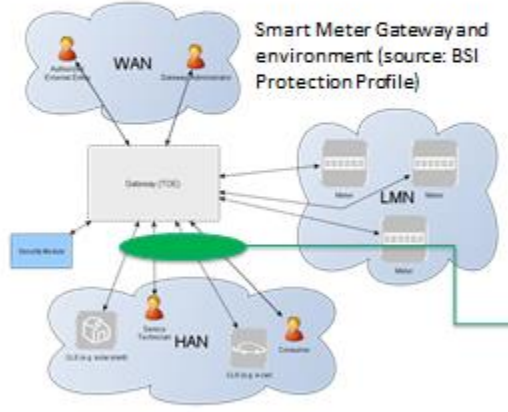



Ilustración 34: Enyport- Diseño para dar flexibilidad


Enyport – designed for flexibility


- enyport supports various interfaces and protocols
- enyport is designed to support energy management and value added services




Smart Meter Gateway and environment (source: BSI Protection Profile)







21



5. Actividad 5: DEFINICIÓN Y ESPECIFICACIÓN PROYECTOS LÍNEA 2.

5.1. Impacto de Desarrollo y Avances TICs en Mercado de la Energía

Al inicio de este documento se definió a las Smart Grid como: “una red eléctrica que puede integrar en forma *inteligente* las acciones de todos los usuarios conectados a ella – generadores, consumidores y aquellos agentes que hacen ambas acciones – de forma tal de entregar suministro eléctrico sostenible, económico y seguro de manera eficiente.

Sin embargo, el concepto de “inteligente” puede ser mejor entendido si definimos una “smart grid” como las redes de electricidad con capacidades mejoradas de información y comunicación (TICs).

En efecto, la reciente estrategia de Energía de la Comisión Europea es un ejemplo de cómo se espera que las TICs puedan mitigar los desafíos medioambientales existentes. Se indica que la importancia de las TICs radica en “mejorar la eficiencia en aquellos sectores que más emisiones tienen, ofreciendo potencial para cambios estructurales hacia productos y servicios menos intensivos en recursos para ahorros en energía en edificios y redes eléctricas, como también sistemas de transporte inteligente que consuman menos energía. (EC, 2010).

De igual forma los ministros de la OCDE ven a las TICs y la internet como las tecnologías habilitadoras clave para el Crecimiento Verde, un hecho que resuena en el reporte de la Estrategia de Crecimiento Verde, 2011 a).

El cambio climático relacionado con la electricidad viene del hecho que 2/3 de la producción de esta última proviene de combustibles fósiles (IEA, 2010a), siendo responsables de 1/3 del uso total de combustibles fósiles en el mundo (IEA, 2010b), requiriéndose urgentemente su contribución para la mitigación de gases efecto invernadero.

La creciente demanda de energía, por otra parte, se espera que provenga de las economías emergentes las cuales están compitiendo por los escasos y cada vez más caros recursos existentes. Por lo anterior, los países desarrollados están buscando fuertemente como abordar este desafío y por lo pronto, en la UE, como ya se ha indicado se han establecido metas ambiciosas de energías renovables y eficiencia energética para el 2020.

El uso de las TICs en la electricidad inteligente no es la panacea o la “solución milagrosa” para todos los desafíos que deben abordarse en el sector eléctrico. Sin embargo, las TICs y la internet podrían permitir que los países administraran crecientes montos de electricidad proveniente de fuentes renovables, nuevos modos de transporte y nuevas formas de vida como también muchos otros cambios estructurales en la oferta y demanda de electricidad.

Las tecnologías y el uso de datos permiten el flujo de información más exacta y abundante, empoderando a productores y consumidores para hacer elecciones informadas de conservación de energía. Especialmente la internet genera una nueva gama de servicios alrededor de la electricidad, agregando valor e innovación a la cadena de valor del sector energía.

Los desafíos del sector eléctrico, y las potenciales aplicaciones que pueden prestar las tecnologías de información para abordarlos, se indican en la Tabla 8.

Tabla 7

Mapa de la inteligencia de la red eléctrica

Desafíos del sector eléctrico y potenciales aplicaciones de las TICs en el sector

Desafíos del sector eléctrico	Aplicaciones de Tecnologías de la Información y Comunicación (ICT)
Generación	
Generación de energías renovables	<ul style="list-style-type: none"> - Medidores inteligentes - Vehículos- a la red (V2G) y Red a vehículo (G2V)
Generación distribuida de electricidad a pequeña escala	<ul style="list-style-type: none"> - Plantas de energía virtuales - Medidores inteligentes - Vehículos- a la red (V2G) y Red a vehículo
Transporte (transmisión y distribución)	
Administración de la red de transmisión y distribución	<ul style="list-style-type: none"> - Redes basadas en sensores - Sistemas y softwares embebidos - Sistemas integrados de software y aplicación de interfaces de programación (APIs) - Medidores inteligentes - Protocolos de comunicación incluido comunicación maquina a maquina
Almacenamiento	
Capacidades de almacenamiento (físicas y lógicas)	<ul style="list-style-type: none"> - V2G, G2V y vehículo a casa (V2H) - Medidores inteligentes - Interfaces de usuario final
Retail	
Precios dinámicos en tiempo real para el consumo de electricidad y generación distribuida	<ul style="list-style-type: none"> - Medidores inteligentes - Interfaces de usuario final
Consumo	
Conservación de electricidad y eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> - Interfaces de usuario final - Medidores inteligentes - Inteligencia de datos de electricidad
Administración de demanda (automática)	<ul style="list-style-type: none"> - Interfaces de usuario final - Medidores inteligentes - Protocolos de comunicación, incluyendo M2M - Tecnologías de edificios inteligentes - Dispositivos electrónicos inteligentes - Centros de datos y cloud computing
Integración de vehículos eléctricos (y fuentes de energía renovable)	<ul style="list-style-type: none"> - Interfaces de usuario final - Medidores inteligentes - V2G, G2V - Protocolos de comunicación, incluyendo M2M. - Sistemas integrados de Software y APIs

Fuente: OECD (2012), "ICT Applications for the Smart Grid: Opportunities and Policy Implications", OECD Digital. Economy Papers, No. 190, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k9h2q8v9bln-en>

Particularmente, se verá en este documento la posible aplicación de tecnologías de la información y comunicación por el lado del consumo: administración de la demanda, conservación de la energía y eficiencia energética.

Hay muchas investigaciones sobre el potencial social, económico y tecnológico de una mejor administración de la demanda por energía. Este enorme potencial de administrar el lado de la demanda, sólo puede ser explotado a través de explorar nuevas formas de inducir cambios de demanda durante las horas punta. La tecnología de la comunicación digital puede jugar un rol fundamental para inducir este cambio a través de la comunicación entre los dispositivos y los usuarios. Es más, la comunicación de información que retroalimenta a los usuarios tiene el potencial de generar conciencia del uso de la energía y alentar una reducción en el total de la demanda. Una mejor administración de la demanda por electricidad puede llevar a beneficios ambientales reduciendo las emisiones de dióxido de carbono y **reduciendo la necesidad de construir nuevas plantas de generación eléctrica**. Todo esto requiere una visión holística de la interacción de todos los jugadores clave: dispositivos de energía, oferentes de energía y usuarios de energía.

La evidencia recogida en distintos pilotos realizados en el mundo indica que la entrega de servicios de información y comunicación es esencial en la reducción del uso final de electricidad. El uso de interfaces accesibles entre usuarios finales y distribuidores de electricidad, complementado con herramientas de interpretación avanzada para los datos de energía, pueden inducir a adaptación en el comportamiento que puede traducirse en eficiencias sistemáticas de energía.

El medidor inteligente en esta dimensión es un aparato clave, que es mucho más versátil que un simple medidor de electricidad. En términos técnicos, los medidores de lectura avanzada (su sigla en inglés, AMR) se refiere a la posibilidad de lectura remota desde la empresa distribuidora, mientras que la infraestructura de medición avanzada (AMI) se refiere a que los medidores son capaces de enviar y recibir información. Las funciones AMI tales como: apoyar un sistema de precios dinámicos y a las plantas de energía virtuales, pueden ser diseñados para incrementar la transparencia y la información para los distribuidores de electricidad como también para los usuarios y potenciales terceras partes.

Esto tiene implicaciones para la eficiencia de generación y entrega de energía y permite que los clientes comerciales, residenciales y públicos puedan controlar activamente y, con certeza, su consumo. En resumen, se espera que los medidores inteligentes puedan realizar las siguientes funciones:

- Desplegar información relativa al consumo que puede incluir precios en tiempo real, o con su equivalencia en dinero o en emisiones de gases efecto invernadero;
- Desplegar y análisis de datos en dispositivos y aplicaciones. Por ejemplo, Google's PowerMeter, fue un proyecto (2009- 2011) cuyo software permitía el seguimiento del uso de electricidad de parte de los consumidores;
- Medición y cuentas exactas: la mayoría de los consumidores de electricidad en los países OECD pagan sus cuentas basados en estimaciones de la empresa distribuidora, que son

ajustadas después de las lecturas sobre estimaciones regulares pero en intervalos más largos. Los medidores inteligentes permiten mediciones más frecuentes.

Las primeras funcionalidades que generalmente las empresas distribuidoras diseñan para los medidores inteligentes tienen que ver con los beneficios que éstos prestan a ellas. Por ejemplo, la lectura remota reduce el costo de recolectar la información; el conocimiento de los hábitos de consumo también les ofrece una información que no existía antes y que les ayuda a mejorar su programación de compras, o campañas de marketing etc

El asunto es encontrar la forma en que el medidor inteligente entregue información que pueda ser de utilidad tanto para la empresa distribuidora como para el consumidor.

En este contexto, hay fuerte evidencia de que las señales de precio que pueden ser transmitidas al consumidor pueden llevar a reducir la demanda en horarios punta de manera sustancial, aun cuando los resultados son variables.

La evidencia más contundente viene de un estudio que revisó 14 experimentos de transmisión precios en 2008, en varios países incluyendo los EEUU, Australia, Francia y Canadá. Los autores hallaron que las estructuras de tarifa al momento de su uso crearon una caída en la demanda más alta de hasta 5%. Las tarifas críticas de horario punta produjeron una caída de entre 15 y 20 por ciento.

Otros análisis de 11 proyectos pilotos que reflejaban tarifas en los Estados Unidos, Canadá y Australia arrojaron evidencia de disminución de carga de entre 1 y 12 por ciento y desplazamiento de carga de entre 2.5 y 13%.⁴⁰

Luego, dependiendo de los objetivos de la empresa distribuidora, es posible lograr importantes cambios de comportamiento en los consumidores a través del uso de los nuevos dispositivos de las redes inteligentes y el uso de TICs

5.2. Las microredes- Nuevas alternativas de reducir costos y aumentar participación del consumidor gracias a las TICs

Las microredes son versiones de pequeña escala de sistemas de electricidad centralizados. Estos persiguen objetivos locales específicos tales como confiabilidad, reducción de emisiones de carbono, diversificación de fuentes de energía y reducción de costos establecidos por las comunidades a las que sirven. Al igual que las redes de energía a granel, las microredes inteligentes generan, distribuyen y regulan el flujo de electricidad a los consumidores, pero lo hacen localmente. Las microredes inteligentes son una manera ideal para integrar energías renovables a nivel de comunidad y permitir la participación del consumidor en la empresa eléctrica. Ellos forman los bloques que construyen el Sistema de Energía Perfecto.

Un sistema de microgrids comunitaria integral, robusta y coordinada tomaría al menos una década o más en ser implementada, el resultado es una empresa distribuidora virtual de

⁴⁰ Smart electricity meters: How households and the environment can benefit. Parliamentary Commissioner for the Environment, New Zealand, Junio 2009.

consumo controlado. Las áreas técnicas de innovaciones requeridas para habilitar la red de distribución inteligente incluyen:

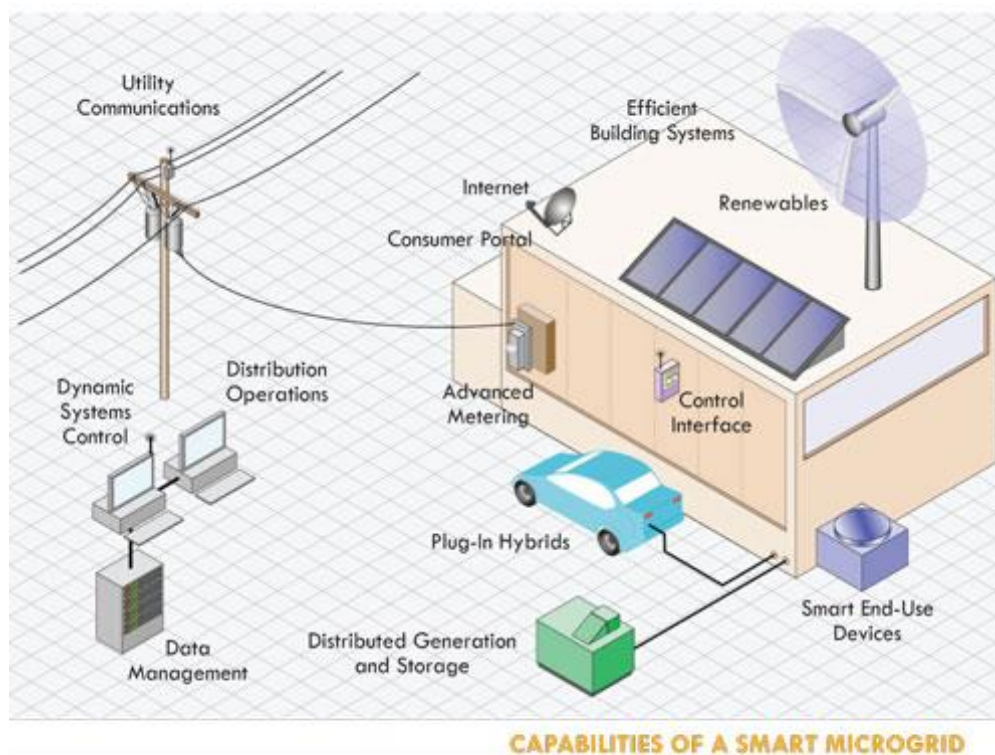
- Fusión de electricidad y telecomunicaciones para permitir que los electrodomésticos y dispositivos intercambien electricidad e información automáticamente con la red de energía a granel, de modo que los consumidores puedan elegir las horas más convenientes y costo eficientes para usar energía.
- Controlar y monitorear electrónicamente el sistema de distribución para dirigir el flujo de energía con una precisión milimétrica: anticipar las perturbaciones y corregirlos antes de que ocurran, ahorrando los altos costos de las interrupciones.
- Transformación del actual medidor eléctrico unidireccional en un portal de dos vías que habilite el flujo hacia y desde el consumidor de la electricidad, las señales de precio y decisiones de demanda;
- La perfecta integración de los recursos locales de energía, incluyendo la energía solar y el plug-in de los vehículos eléctricos híbridos, lo que permite a los consumidores comprar y vender el exceso de energía mientras ayuda a cumplir con los estándares de energía limpia de los gobiernos locales (si existen)

Un despliegue completo de estas innovaciones podría producir de entre un 30 a un 50 por ciento de reducción en las emisiones de carbón y una mejora similar en la conservación de energía. Además, representaría un verdadero cambio de paradigma respecto de la interacción entre los proveedores de energía y consumidores. La Ilustración 35 muestra cómo funcionaría una microrred.⁴¹

Otras investigaciones en Europa indican que si todas las tecnologías existentes fueran implementadas 100% en las casas para el año 2020, un Nuevo hogar podría consumir 90% menos energía. Sea gas o electricidad, desde la red, que lo que lo hace hoy día. Par casas ya existentes, las oportunidades de ahorro de energía también sería sustancial: 35% a 40%.

⁴¹ <http://www.galvinpower.org/>

Ilustración 35



Capacidades de una microred inteligente: Este diseño de sistema revolucionario cumple los desafíos energéticos de los EEUU y maximiza el valor del negocio y el consumidor

5.2.1. Plantas Virtuales De Energía: El Ejemplo del Puerto De Rotterdam⁴²

El sector energía es crítico para la economía de Rotterdam, pero la ciudad puerto tiene planes ambiciosos para disminuir sus emisiones de dióxido de carbono para la mitad de 2025.

La ciudad importa petróleo, carbón, biomasa y gas natural que son usados en toda Europa del Noroeste. No sólo se trata de una parada, sino que la ciudad de Rotterdam es el principal "hub" de refinación de la región. Aun cuando Rotterdam depende mucho de la industria de combustibles fósiles, se está focalizando crecientemente en cómo apalancar activos existentes y renovables para dar energía al puerto.

En este contexto, Rotterdam y General Electric (GE) se han unido para desarrollar una red inteligente que pueda actuar como una planta virtual de energía (PVE), que pueda integrar la producción de energía térmica y renovable con usuarios flexibles, en un sistema centralmente controlado que actuaría como una planta individual de energía. La ciudad viene trabajando con GE hace un tiempo para reducir emisiones, mejorar el manejo del agua e incrementar la eficiencia energética.

⁴²<http://spectrum.ieee.org/energywise/energy/the-smarter-grid/rotterdam-port-looks-to-become-a-virtual-power-plant>

Una planta virtual de energía toma la eficiencia energética y la administración de la demanda de energía en otro nivel. Puede pensarse como un "cluster" de microred en el cual el equipamiento de medición y monitoreo digital sobre recursos distribuidos puede responder a las necesidades de la red en tiempo real. Por ejemplo, muchas de las grandes plantas industriales en el Puerto producen su propia energía y calor, la que puede ser vendida a la red cuando el sol o el viento decaen. También hay generación más tradicional, tal como una planta de energía a carbón, combinando calor y energía.



Dentro de una PVE, el uso de electricidad de una parte puede ser coordinado con la producción en otra. Un puerto, donde muchas empresas producen y consumen electricidad a una distancia limitada una de la otra, debería ser un lugar apropiado para probar e implementar una PVE.

Una PVE usualmente responde en tiempo real a cambios en las tarifas de electricidad. Dependiendo del costo de la electricidad, un gran cliente industrial puede vender energía

hacia la red o entregar servicios de balanceo como regulación de frecuencia.

Una microred dinámica con varias formas de producir y aplacar kilowatts puede conducir a un uso de energía más limpia, especialmente si es posible que los consumidores eviten consumir energía de plantas de combustibles fósiles en horas punta. Pero una PVE no necesariamente reemplaza plantas que usan combustibles fósiles. Un usuario industrial puede tener de respaldo generadores diesel, por ejemplo, cuando la señal de precio sea muy alta para tomar la energía de la red.

La PVE es parte de una reestructuración energética mayor en Rotterdam, con construcción de estaciones de energía con biomasa/carbón que disminuirá la huella de carbono en comparación con una planta que sea sólo a carbón. Algunas refinerías en el puerto ya están capturando dióxido de carbono y lo proporcionan a los invernaderos. El calor residual de vapor se está capturado para la calefacción urbana y el puerto tiene planes para duplicar su capacidad de energía eólica.

Los esfuerzos de energía en Rotterdam son parte de un esfuerzo mayor en la región del Mar del Norte, proyecto E-harbours⁴³, la cual busca maximizar el uso de energía renovable para el consumo en transporte y electricidad.

5.3. Los desafíos de las empresas distribuidoras de energía

A nivel mundial la industria de los “utilities” se enfrenta con dos desafíos, el primero el fuerte aumento en los costos y la estabilización o disminución de la demanda por electricidad, como también las fuerzas tecnológicas, regulatorias y competitivas que están llevando a la industria a un periodo disruptivo. Al respecto, un “white paper” de Deloitte concluye que se requerirá innovación y modelos de negocios para poder enfrentar estos desafíos.

El Instituto Eléctrico Edison (EEI), que representa las empresas de *utilities* de propiedad de inversionistas en los EEUU, va en la misma dirección, agregando que los costos decrecientes para la generación distribuida y otras fuentes de energía distribuida, podría estar amenazando el modelo de *utility* centralizado. EEI recomienda a la industria trabajar en el cambio del paradigma regulatorio y enfrentar las amenazas disruptivas, aun si eso significa transformar los modelos de negocios establecidos.

Para lo anterior, se indica que las nuevas tecnologías jugaran un rol clave desde el 2014 en adelante.⁴⁴

Por otra parte, si todos los ahorros de energía que puede inducir la tecnología desde el lado de la demanda, son realizables, las empresas de energía, distribuidoras y generadoras, serán golpeadas fuertemente en sus ingresos y utilidades. Para estas últimas, los márgenes pueden caer en un 30% en un escenario en el cual las casas pasan a ser casi neutras en energías (producen todo lo que consumen). Aun en los escenarios menos agresivos, las utilidades pueden llegar a caer mucho, cerca del 10%.⁴⁵

En el futuro cercano, los negocios de las *utilities* no serán los mismos. Para abordar esto, las empresas deben buscar beneficiarse de nuevas fuentes de ingresos y utilidades en los negocios emergentes relacionados con la energía.

Esto incluye la aislación térmica, sistemas centrales como bombas de calor e iluminación; electrodomésticos y dispositivos eficientes, aplicaciones “Smart” (redes de hogares y dispositivos de almacenamiento de energía). Infraestructura avanzada de medición, distribución despacho de energía para cargar vehículos eléctricos, como también el financiamiento y los servicios de consultoría.⁴⁶

Aunque las empresas de energía puedan verse como los dueños naturales de la medición e infraestructura para cargar vehículos eléctricos, ellos podrían ser también “players” potenciales

⁴³ Se trata de un proyecto en ejecución desde 2010 hasta 2014, apoyado por el Programa Interreg IVB Regiones de la UE del Mar del Norte. El proyecto e-harbours ha sido respaldado por la Campaña Energía Sostenible para Europa de la Comisión Europea como un socio oficial

⁴⁴http://www.deloitte.com/assets/Dcom-unitedStates/Local%20Assets/Documents/Energy_us_er/us_er_JohnMcCueOutlook2014_Dec2013.pdf

⁴⁵ Este análisis es más válido para países con valores de la energía elevados y regulaciones con énfasis en la sustentabilidad.

⁴⁶ Battle for the home of the future: How utilities can win. Giorgio Busnelli, Venkatesh Shantaram, and Alice Vatta.

en áreas de eficiencia energética, generación distribuida y aplicaciones inteligentes, donde sus marcas, relación con los clientes y conocimiento de los patrones de consumo podrían ser una gran ventaja comparativa. Sin embargo en la mayoría de las categorías listadas arriba, las *utilities* enfrentan una férrea competencia, incluyendo empresas y distribuidores de tecnología y telecomunicaciones, como también empresas de medios y construcción.

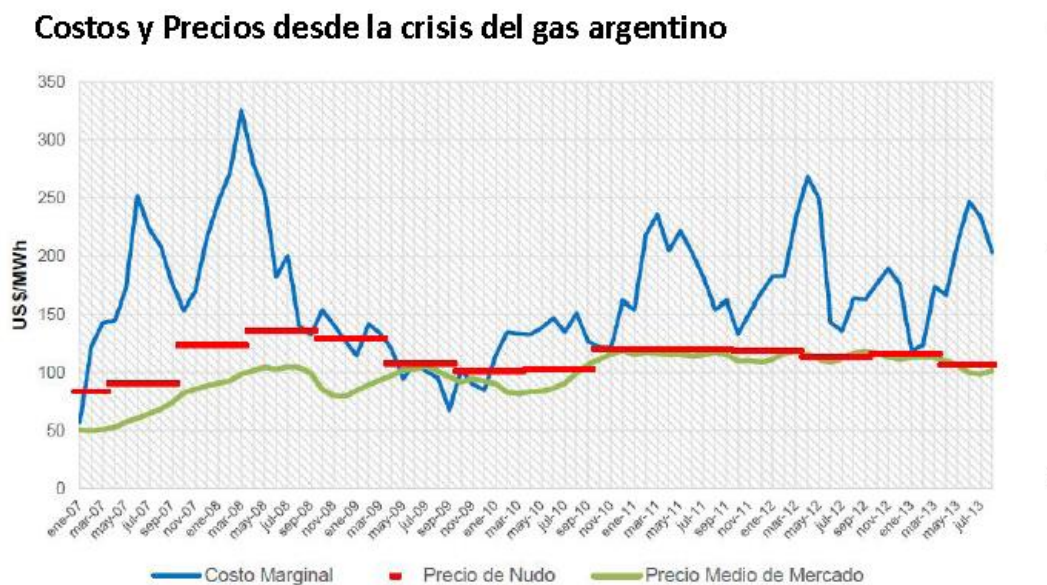
5.3.1. El futuro de las distribuidoras de electricidad en Chile

El futuro del mercado eléctrico en Chile no se visualiza tan diferente a lo que se ha observado en los países más desarrollados. Es probable que el plazo en que lleguen los cambios sea más largo, pero la problemática del mercado eléctrico en Chile ya está instalada, y las empresas generadoras y distribuidoras están enfrentando dificultades en el mercado local, que obligatoriamente los hará pensar en nuevas formas de mejorar su posición de mercado, manteniendo ingresos y rentabilidades.

En Chile, las redes de energía funcionan con las plantas de generación lejos de los lugares de consumo. Hoy día se produce una coyuntura que afectará los precios de la energía a corto y mediano plazo para clientes regulados, debido a que hay una falta de inversiones en nuevas plantas de generación. Esta falta de inversiones se ha producido, principalmente por la oposición de grupos ambientalistas locales llevando a una "judicialización" de casi todos los proyectos de inversión en generación eléctrica que han sido presentados al Sistema de Evaluación Ambiental. La estimación de la asociación de empresas generadoras de Chile indica que entre 2014 y 2010 se requerirán en promedio 490MW/año adicionales, de los cuales hoy día se espera incorporar en promedio 382 MW/año, con la capacidad existente y por entrar de manera inmediata. Un 20% de esta capacidad que entraría sería eólico, lo que acarrea otros desafíos en cuanto a la seguridad y almacenamiento. Este escenario llevaría a un déficit de 7.1 TWh, el cual sería suministrado principalmente por centrales que operan actualmente con petróleo, más caras y contaminantes. También se estima que los aportes hidroeléctricos de capacidad actual seguirán deprimidos (supuesto de hidrología seca)⁴⁷

⁴⁷ Desafíos eléctricos para Chile. Generadoras de Chile. Coquimbo, Octubre 2013.

Ilustración 36



Fuente: Desafíos eléctricos para Chile. Generadoras de Chile. Coquimbo, Octubre 2013. Rene Muga

Los factores anteriormente enumerados, y las alzas en el precio de los combustibles han llevado a la evolución creciente del costo marginal y precio nudo de la energía en los últimos tres años, según se ilustra en la Ilustración 36, con la agravante de que esta alza de precios aun no es transmitida a los clientes regulados, que hasta la fecha gozan de los precios negociados por las distribuidoras en licitaciones anteriores.⁴⁸

Por otra parte, las líneas de transmisión están congestionadas porque las inversiones en generación no están aparejadas con las inversiones en líneas de transmisión lo que produce dificultades en la operación óptima del mercado eléctrico, ya que por ejemplo, podría haber un generador en un nodo A, que tiene un contrato con una distribuidora que se encuentra en el nodo B, el cual estará sometido a la incertidumbre de si él podrá entregar el total de la energía contratada con el distribuidor, ya que el problema no es que no pueda generar esa energía, sino más bien la congestión que existe en la línea de transmisión (menos capacidad que en generación). Esta situación limitará la energía que el generador puede transmitir a través de esta línea, y como el generador debe cumplir los contratos suscritos con los distribuidores, deberá comprar la energía faltante en el mercado spot del nodo B a un precio probablemente más alto que lo que le costaría generarla, y esta situación se mantendrá hasta que la línea de transmisión aumente su capacidad.⁴⁹

⁴⁸ Las empresas distribuidoras licitan energía por bloques y aseguran contratos de largo plazo, con tarifas conocidas para todos.

⁴⁹ Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Ingeniería Departamento de Ingeniería Eléctrica IEE 3372 Mercados Eléctricos Informe "Aplicación De Derechos de Transmisión En El Mercado Eléctrico Chileno"

Adicionalmente, hay tímidos avances en la incorporación de energías renovables a la matriz eléctrica y salvo la ley de net metering que aún no entra en vigencia, la legislación vigente del sector eléctrico no ha sufrido grandes alteraciones.

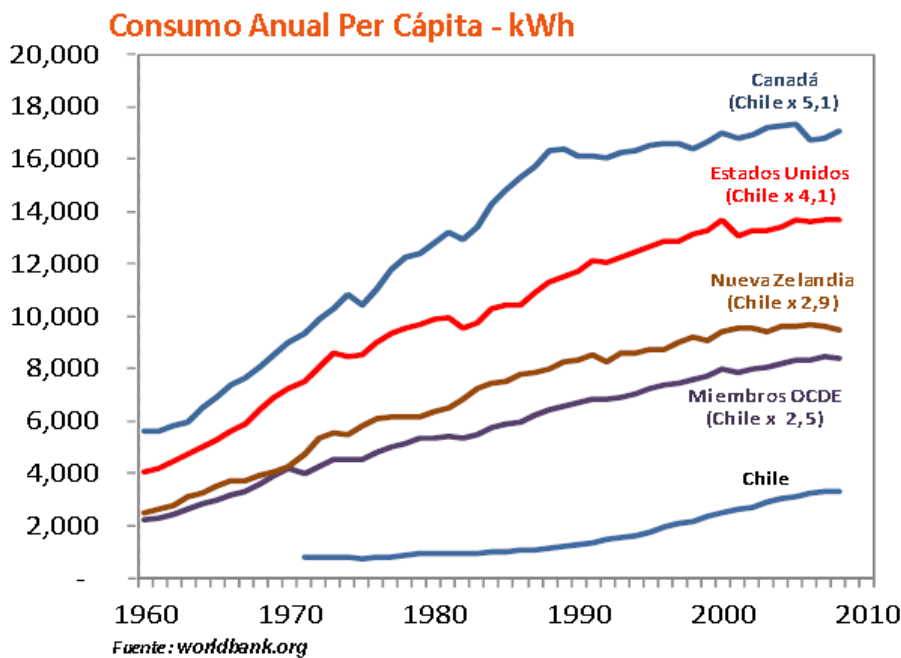
En este escenario, CHILECTRA, mandante de esta investigación está incorporando nuevos conceptos y tecnologías, buscando como en el actual escenario puede lograr básicamente dos cosas:

1. Aumentar el consumo de electricidad;
2. Optimizar su gestión de compras de energía, logrando desplazamientos de carga desde el lado del consumidor residencial.

Paradójicamente, es posible que el actual escenario sea una gran oportunidad para que Chilectra pueda hacer mayores ganancias y rentabilidades, aportando a la vez a la inclusión de la demanda en la ecuación del mercado eléctrico, a través de la incorporación de tecnologías de la información y comunicación y conceptos innovadores de distribución, generación y transmisión de energía.

La ilustración 37, indica el consumo promedio de kw/per cápita en distintos países del mundo, mostrando el tremendo potencial que Chile aún tiene para crecer en el consumo eléctrico, el cual se alcanza principalmente a través de adquirir más electrodomésticos y cambiar gas y/o otros combustibles a electricidad. De hecho se espera que el actual consumo se duplique en 12 años y se triplique en 20 años, previéndose un crecimiento acoplado con el crecimiento económico para los próximos años.

Ilustración 37



Por otra parte, la normativa local (Ley N°20.018 conocida como Ley Corta II) obliga a las empresas distribuidoras a licitar sus contratos de abastecimiento eléctrico.⁵⁰ Las condiciones bases de estas licitaciones son las siguientes:

- Cada distribuidora debe disponer del suministro de energía de a los menos los próximos 3 años. Dicho suministro debe provenir, ya sea de contratos o de generación propia.
- Los contratos de suministros deben ser obtenidos mediante licitaciones, las cuales deben ser: públicas, abiertas, no discriminatorias y transparentes.
- Se establece que las distribuidoras se pueden coordinar para licitar el conjunto de su demanda (agregada).
- Las bases de las licitaciones las deben elaborar las propias distribuidoras, previa aprobación de la Comisión Nacional de Energía, en adelante CNE.
- Los contratos licitados no deben exceder de un periodo de 15 años.
- Debe existir un umbral que representa el porcentaje máximo de los requerimientos de energía para clientes regulados a negociar en cada contrato. El precio de la energía presentado por el oferente en la licitación no puede ser superior a un umbral calculado en base al precio nudo de corto plazo. (Ver Art. 79-5 y Art. 101 ter)
- Para los contratos negociados mediante una licitación el precio de la potencia no se actualizará en cada cálculo de precio nudo, sino que se indexará según una fórmula previamente establecida.
- La licitación se adjudica por menor precio.
- La indexación de los precios de energía y potencia pueden ser definidas tanto en las bases, como en las mismas ofertas de los generadores.

Los bloques de energía a licitar se dividen en bloques fijos y variables. Ellos conformarán bloques de Suministro de Energía, que serán divididos en Sub Bloques. Las ofertas son referidas a cada bloque de suministro y los precios y cantidades sólo son válidos para el bloque ofertado.

Puede suceder que la licitación de ciertos bloques quede desierta porque el generador no le es conveniente dado los precios de la licitación (precio nudo vigente más 20%, como máximo). En esos casos la distribuidora debe volver a licitar llegando a precios que pueden ser hasta un 15% más alto que la banda de precios preestablecida.

Crecimiento esperado de consumo eléctrico, y la escasez de plantas de generación de energía como también la congestión de las líneas de transmisión, entrega a las empresas innovadoras de la distribución una oportunidad sin precedentes para poder aprovechar el status quo legal, a la vez que da pasos importantes en innovación, tecnología e incorporación de la demanda al negocio eléctrico.

Hay tres formas de que las compañías de distribución eléctrica pueden incentivar a sus clientes a disminuir su consumo punta en la demanda.

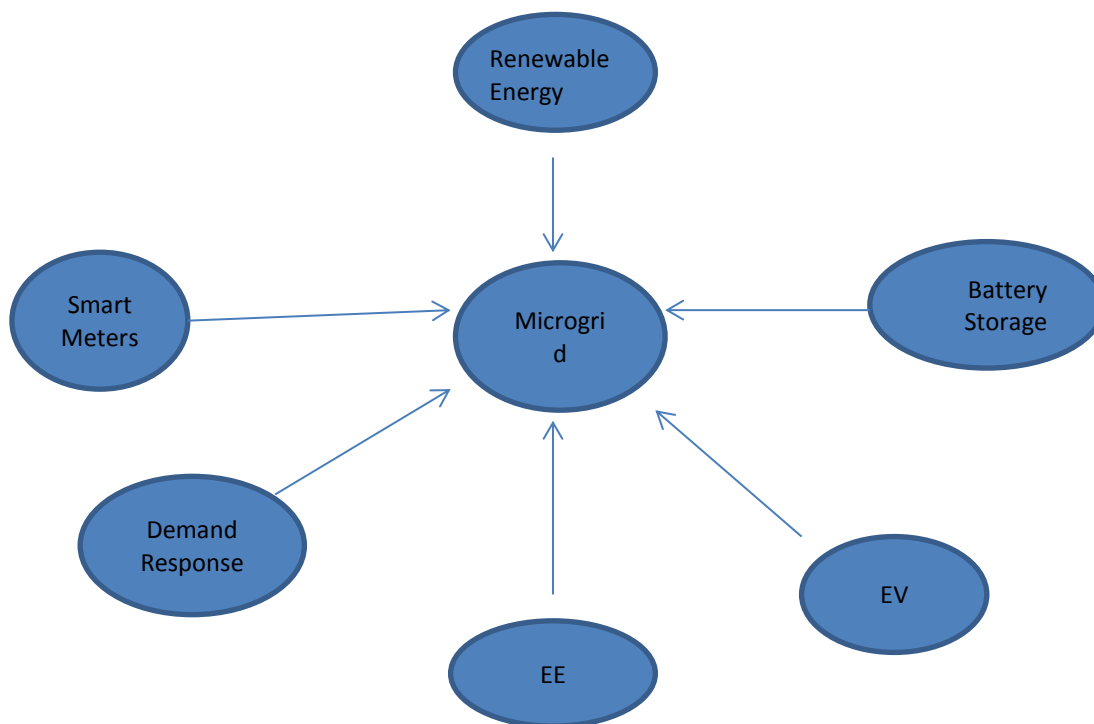
- Primero, pueden incentivar a desplazamiento de la carga, es decir, incentivar a sus clientes a utilizar sus electrodomésticos fuera del período de demanda máxima. Las compañías eléctricas pueden hacer esto proporcionando a los clientes información sobre su demanda de electricidad y los costos de a través de los medidores inteligentes, medidores que pueden proporcionar información de consumo en tiempo real.

⁵⁰ La idea era incentivar las inversiones en capacidad de generación.

En segundo lugar, las compañías eléctricas pueden proporcionar información y / o los incentivos financieros para la compra de más energía equipos eficientes, manteniendo lo mismo servicio o aumentar el servicio de sus aparatos, pero reduciendo de su demanda de energía.

En tercer lugar, las empresas eléctricas pueden incentivar a sus clientes a comprar a generadores de pequeña escala, a menudo llamadas, generación distribuida. En este caso, los clientes, la generación de electricidad en sitio reduce su demanda de energía de la red.

Adicionalmente, la reducción en la demanda máxima aparte de la disminución en el riesgo y la incertidumbre también puede ayudar la compañía de reducir sus costos relacionados con respecto de la actualización del sistema de distribución.



5.3.2. Mercado de la Gestión de Energía en el Hogar (Home Energy Management , HEM)

Las actuales tendencias de la tecnología, incluyendo la disminución de costos de sensores, la computación, y displays; la mayor penetración de la capacidad de integración de procesamiento de la información a nivel de dispositivos y de redes / comunicaciones; el mayor interés en la respuesta de la demanda eléctrica y la puesta en marcha de medidores de servicios inteligentes, han aumentado las oportunidades de la gestión de energía del hogar y su viabilidad potencial. Para explotar esas oportunidades, un número creciente de nuevos productos y empresas de Home Energy Management (HEM) han aparecido en la última década, las que van desde pantallas básicas para visualización de energía hasta sistemas de control de toda la casa y aplicaciones de teléfonos inteligentes. La gran diversidad de características y tipos de producto HEM puntos es indicativo del estado emergente de la

industria HEM que en la actualidad cuenta con un porcentaje relativamente bajo del mercado. Por ejemplo, Greentech Media (2011) estima que aproximadamente 6 millones de hogares en EE.UU. hogares tendría algún tipo de dispositivo de HEM en 2015, lo que equivale a alrededor de un 5% por ciento del total de hogares.

Algunos sistemas HEM ponen énfasis entre el consumidor y la *utility*. La direccionalidad y sofisticación de la comunicación varía mucho entre. Muchos productos solo envían información al consumidor en tiempo real. Sin embargo la tendencia creciente es desarrollar una HEM de dos vías que pueda conectarse a una área de red del hogar (HAN) y controlar distintos dispositivos en la casa, como es el caso de los esfuerzos para automatización del hogar (HA) y respuesta de la demanda (DR). En ese caso, el objetivo final del HEM y la red inteligente al nivel residencial en administrar perfiles de consumo de energía para reducir la demanda eléctrica en horas punta y reducir las cuentas de electricidad. Esto puede estar reflejando la gradual progresión hacia una red inteligente pero también puede ser debido a desafíos el consumidor final tiene para la adopción y uso efectivo de sistemas de feedback ((e.g. home energy displays (HEDs)) que están inicialmente desarrollados.

Para que cualquier sistema HEM alcance penetración masiva, la industria debe sobrepasar desafíos que le permitan al consumidor de manera fácil, vender, instalar, administrar y asegurar las soluciones HEM (CISCO, 2010). Actualmente HEM es un mercado pequeño y emergente. Adicionalmente, algunos de los players más significativos se han retirado del mercado (i.e. Google, Cisco and Microsoft) indicando falta de crecimiento del interés del consumidor.

El éxito de los productos HEM depende en gran medida de cómo los hogares actúan sobre la retroalimentación de información sobre energía (y en qué medida). Por lo tanto, la consideración de las preferencias de los usuarios y la entrega de información relevante debería ser el foco de la atención.

Tal vez la mayor barrera para mayor diseminación de HEM es que el consumidor debe invertir en herramientas adicionales (e.g., home energy displays [HEDs], software, sensors, etc.) para obtener *feedback* en tiempo real sobre su consumo eléctrico. (ACEEE 2010). Esto hace que el mercado sea sólo para los entusiastas tecnológicos y "early adopters". La investigación del consumidor sugiere que el usuario promedio no está dispuesto a aprender la información necesaria para instalar y navegar los actuales productos HEM. (SGCC 2011).

En esta perspectiva, la innovación que pudieran hacer las *utilities* en Chile para entregar un servicio al cliente que permita resolver sus necesidades de información, sin inducirlo a comprar dispositivos individuales o conocer la tecnología disponible o incluso requerir conocimientos tecnológicamente avanzados para poder administrar su consumo de energía.⁵¹

⁵¹ Home Energy Management Products & Trends. Janelle LaMarche, Katherine Cheney, Sheila Christian, Kurt Roth. Fraunhofer Center for Sustainable Energy Systems, Cambridge, MA

La propuesta de trabajo para la segunda etapa de esta investigación, se trataría de un nuevo negocio para la empresa distribuidora que, una vez incorporada la tecnología pueden transferirla a otras empresas distribuidoras en Chile y en Latinoamérica.

Esta nueva oportunidad podría ser parte de un programa de Demand response implementado por la empresa distribuidora. En este sentido, la empresa distribuidora se hace cargo del importante rol que toma el consumidor en los esfuerzos por reducir el consumo de horas punta y reducir los riesgos. La Demand response requiere de soluciones al interior del hogar y para ello los consumidores deben confiar y abrazar cualquier solución que se les pueda entregar.

Para que el programa de Demand Response sea exitoso se necesitan "las llaves del hogar" que los consumidores solo entregarán si el distribuidor cumple ciertas condiciones importantes. Se requiere proveer una tecnología confiable y sofisticada que pueda ser fácilmente comprendida por los consumidores.

El desarrollo realizado por Fraunhofer Fokus, Enyport aborda exactamente el problema indicado en la investigación hecha por Fraunhofer USA cual es la variedad de tecnologías en el mercado HAN. Enyport no desarrolla una nueva tecnología sino que trata de armonizar interfaces y accesos a las tecnologías HAN existentes. Puede ser fácilmente adaptada a las necesidades de un cliente específico y entregar una interfaz unificada sobre una variedad de dispositivos diferentes.

Una segunda etapa de trabajo, tomaría el enyport como base para generar una "solución" a ser entregada directamente como servicio desde la distribuidora al cliente, donde este último solo tenga que realizar un "plug and play" de la solución.

El desarrollo de esta solución y su potencial venta al mercado como servicio se calcula del siguiente modo:

- Cantidad clientes Chilectra: 1.658.637
- Supuesto: Clientes que toman el sistema 5%: 82.932 (Comunas de Las Condes, Vitacura, Providencia, Barnechea)
- Ventas de la distribuidora podría aumentar en más de 4MM euros al 1er año.
- Inversión en desarrollo y licencias por estimar.
- No se consideran ganancias de la empresa por ahorros operacionales ni transformación de clientes a electricidad o compras de equipamientos para EERR

5.4. Propuesta Proyecto Línea 2: Desarrollo De Microredes – Uso de tecnologías de la información y comunicación para entregar Información al Usuario y Optimizar Uso De Energía a través de Cambios de Hábitos En Chile

Fraunhofer Chile se basará en la información recogida del actual piloto de Smart City en Huechuraba en relación a la respuesta de la demanda, la experiencia internacional y los requerimientos y desafíos que enfrenta Chilectra en Chile, para hacer una propuesta de investigación aplicada que permitiría incrementar el valor de los servicios que Chilectra entrega a sus clientes regulados, y además permitiría desplazar cargas de energía con alta rentabilidad para la distribuidora como para el consumidor.

5.4.1. Objetivos y Actividades

El objetivo general del proyecto es: generar un sistema de comunicación e información que incentive al cambio de hábitos en los consumidores de energía, a ser probado en las residencias actualmente medidas con medidores inteligentes en la comuna de Huechuraba, por el proyecto Chilectra.

Esto se establece como una primera etapa hacia el avance de las microredes en Chile.

Actividades Propuestas

Actividades de I+D	Justificación
Medición de electrodomésticos individuales	<p>Objetivo: obtener medición detallada de los datos respecto de</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monto total de energía consumida por una familia - Monto de energía consumida por un dispositivo específico <p>- Las mediciones deberán hacerse frecuentemente (mediciones en periodos de minutos)</p> <p>- Las mediciones deberán incluir identificación horaria y de la fuente de consumo (dispositivo);</p> <p>- Las mediciones deberán hacerse con un medidor inteligente con interfaz de comunicación alámbrica o inalámbrica. En el caso de interfaz inalámbrica están las opciones Zigbee, Wireless mBus, 868Mhz. Etc para la interfaz alámbrica: powerline.</p> <p>- los valores medidos deberán ser almacenados en un sistema local (data logger) para posterior procesamiento, para lo cual se recomienda el sistema desarrollado por Fraunhofer FOKUS Enyport System.</p>
Visualización del consumo de energía	<p>Objetivo: aumentar la concientización de los clientes entregándoles mayor información sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consumo total de energía - Consumo de los electrodomésticos

	<ul style="list-style-type: none"> - Costos actuales de la energía - Costo proyectado (diario, semanal, mensual, anual) de consumo de energía. - Entrega de datos medidos a través de interfaces y dispositivos - - amigables, por ejemplo: Smartphone, in home display o Smart Tv. - Visualización vía: <ul style="list-style-type: none"> o Interfaz de gráficos para usuarios o Cabina de control para energía o Datos y tablas.
Comparación de consumos de energía	<p>Objetivo: Motivar a los consumidores para cambiar su comportamiento de consumo de energía (reducir consumo de energía)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comparación del consumo individual de energía (en términos de energía y dinero) con: <ul style="list-style-type: none"> o Actual data dinámica desde otros puntos de consumo o Data histórica respecto de los distintos niveles de consumo (en el vecindario, calle, comuna, país) o Comparación de electrodomésticos individuales con perfiles de data estática de energía del estado del arte (basado en info publica de productores de electrodomésticos) - Comparación del consumo de energía individual con la "mejor práctica" posible de consumo - Comparación de consumos de energía con la energía teóricamente disponible en un panel solar PV, calculando impacto financiero. (
Recomendaciones para reducir huella energética	<p>Objetivo: entregar recomendaciones a los consumidores para cambiar su comportamiento y/o invertir en nuevos electrodomésticos y /o hacer uso de nuevas fuentes de energía renovable.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perfilamiento de consumos "punta" y administración de carga a través de recomendaciones de uso de energía en puntos específicos en el tiempo (apoyado en tarifas variables) - Entregar recomendaciones referidas a nuevos y eficientes electrodomésticos eficientes para reducir consumos (entregar precios, comparar , calcular "retorno de la inversión") - Entregar recomendaciones para producir y/o almacenar energía localmente (entregar precios de paneles solares. Calcular

	posibilidades para producción de energía o reducción de costos, mostrar posibles ahorros basados en condiciones climáticas (y consumos) de los últimos periodos de tiempo.) -
Medición de impacto	Se evaluara el impacto de la incorporación de estos sistemas a través de la observación de los cambios en los hábitos de consumo y posibles incrementos en instalación de paneles solares (suministrados por Chilectra) y/o incrementos en consumos y perfiles de electricidad como fuente de energía. Su comparación con situación ex ante permitirá evaluar el impacto de las TICS en la eficiencia energética.

Resultados esperados

- Cumplir expectativas de información del consumidor
- Dirigir el comportamiento hacia los objetivos de la distribuidora:
 - Desplazamiento de carga
 - Eficiencia energética
 - Reemplazo de fuentes de energía por electricidad
 - Liderar innovación en redes inteligentes en la región

6. Actividad 6: BÚSQUEDA DE SOCIOS

Aunque el socio natural para la investigación en nuevas tecnologías y oportunidad de nuevos negocios es Chilectra, con quienes hemos establecido la alianza para investigar acerca de este despliegue en Huechuraba.

Sin embargo, las nuevas tecnologías de redes inteligentes abren posibilidades para una amplia gama de nuevos competidores de distintas industrias, tales como tecnologías de la información hardware y software), comunicación, electrónica etc.

En este sentido, nuestro primer socio es Chilectra, y con ellos prospectaremos seguir adelante con la propuesta indicada en la L2.

7. RESULTADOS

Resultado 1. Factibilidad Técnica de las diversas tecnologías analizadas en la realidad local.

El análisis de las tecnologías de la Smart grid analizada en Santiago y otras en el mundo están en la secciones: 1.2, 1.4, 2 , y 3 de este documento.

Para despliegues masivos, se requieren mayores desarrollos tecnológicos que permitan rebajar costos y cambio normativo que lo incentive desde el punto de vista de las empresas distribuidoras.

Resultado 2. Cuantificación del impacto económico de nuevas tecnologías para: clientes, distribuidoras de energía y economía local.

La información recogida y el análisis realizado indican que la instalación de medidores inteligentes permite mayor exactitud y transparencia en los cobros y mayores ahorros si hay un flujo claro y concreto de información al consumidor. A nivel mundial se comprueba que con estos dos requerimientos se logran ahorros de hasta 15% y disminuciones mayores en consumos en horas punta. En este documento la información de este resultado está en Sección 3 de este documento.

Resultado 3 - Investigación, Desarrollo Y Aplicación De Redes Inteligentes De Energía (Smart Grid):

- Estudio de la percepción de la comunidad respecto del uso de la energía con la aplicación de nuevas tecnologías de la información.

Se resume el estudio en la Sección 3 y se adjunta presentación completa del trabajo en Anexo.

Resultado 4 - investigación, desarrollo y aplicación de redes inteligentes de energía (smart grid):

- Estudios de ámbitos normativos a modificar para facilitar la implementación de redes inteligentes de energía en Chile.

Se realiza estudio de la normativa local en términos generales y relativos a aquellos aspectos que puedan ser aprovechados por la empresa mandante sin cambios legales, tales como la norma de licitación de bloques de energía de parte de las generadoras y los espacios de optimización existentes con eventuales cambios de hábito impulsados a través de nuevos servicios de comunicación con los clientes.

Para avanzar hacia microredes se requieren mayores incentivos para los usuarios y los proveedores de tecnología. Particularmente en el ámbito de las tarifas diferenciadas, claridad en el precio de energía distribuida inyectada a la red (net metering), propiedad de los medidores, obligaciones de transparencia en la información para el consumidor.

Mayor información en secciones 1.5 y 5.3

Resultado 5 - INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y APLICACIÓN DE REDES INTELIGENTES DE ENERGÍA (SMART GRID):

- Modelo de negocios para un nuevo modelo de red de distribución eléctrica que considere tecnologías Smart city-smart grid.

Se proponen modelos de microredes y plantas virtuales de energía, a la vez que se enuncian potenciales tecnologías en desarrollo y desarrolladas para poder generar nuevos negocios y modelos en Chile. Ver sección 4 y 5

Resultado 6 - INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y APLICACIÓN DE REDES INTELIGENTES DE ENERGÍA (SMART GRID):

Formulación proyecto línea 2 u otro en base a resultados de este perfil de I+D.

Ver sección 5.4 de este documento.

8. CONCLUSIONES Y CIERRE

El proyecto piloto de smart grid que ha desplegado Chilectra en Huechuraba es un hito muy relevante en el proceso de evolución hacia las nuevas tecnologías que necesariamente deberá experimentar el mercado eléctrico chileno, e incluso el mercado de la energía, en los próximos años.

El despliegue ha permitido que otros stakeholders pongan atención sobre los beneficios que significa la innovación para las empresas como para los consumidores, a la vez que ha empujado a la autoridad local a pensar mas alla de la coyuntura, en los desafíos que se vienen para la política pública.

Lo anterior en un escenario local que está requiriendo de manera urgente medidas para resolver los actuales problemas, particularmente: el crecimiento de la demanda por sobre la capacidad instalada; las dificultades para instalar mayor capacidad de centrales tradicionales; la creciente conciencia y demanda de los consumidores por mayor transparencia y mejor servicio; el incremento en el precio de los combustibles; y los compromisos de mitigación de emisiones de parte del gobierno en el ámbito internacional.

Este trabajo indica que el tema está instalado en el mundo, y que hay numerosos despliegues a nivel de pilotos que buscan resolver desafíos tecnológicos pero, principalmente, generar la necesaria colaboración y participación de los ciudadanos. También es cierto que no hay despliegues masivos en ninguna parte del mundo ya que aún los costos y las tecnologías no lo permiten. En este sentido, los desarrollos que puedan observarse en China próximamente podrían ser determinantes para dar la pauta de la rapidez que tendrán despliegues más masivos en el mundo entero.

Respecto de Smart City Santiago, este estudio solo pudo obtener datos para análisis de dos fuentes, la primera de los consumos de los hogares con medidores inteligentes, a partir de lo cual se hizo un perfilamiento de esos consumos y se comparó con la posibilidad de usar paneles solares, y la segunda, de la encuesta de precepción de la demanda de los hogares que han estado participando en este piloto.

Por otra parte, los innumerables beneficios que constituyen para las empresas eléctricas la implementación de redes y medidores inteligentes en términos del ahorro en gastos operativos y mejor predicción de la demanda; junto con el impacto que tiene en el sistema la incorporación de tecnologías de la información, transforman este sector y esta tecnología en un necesario campo de posteriores investigaciones para su aplicación en Chile.

Para ser más específicos, lo que se ha observado es que:

1. Las Smart grids reducen costos operativos a las distribuidoras de electricidad
2. Los consumidores requieren mayor transparencia en la información recibida, la cual debe adecuarse a sus perfiles socioeconómicos
3. La obtención de información de parte de los consumidores provoca cambios de hábitos en eficiencia energética y conservación de energía
4. Las energías renovables son un tema de interés para los consumidores
5. El cambio de hábitos de los consumidores, impulsado desde el proveedor de electricidad, puede llevar a:
 - Reemplazar otras fuentes de energía por la eléctrica;
 - Hacer desplazamientos de carga, con una adecuada tarifa diferenciada, lo que beneficia directamente a la empresa en su gestión de compras de potencia;
 - Comprar kit de paneles fotovoltaicos, también provistos por la empresa distribuidora;
 - Generar microredes con sistemas del tipo plantas virtuales de energía, para poder administrar la generación, transmisión y distribución en áreas más pequeñas de residencias.

Todo lo anterior requiere de mayores investigaciones y pruebas que pueden ser parte nuevos proyectos donde no solo la empresa Chilectra puede ser un partner interesado sino también otros en el área de los desarrollos tecnológicos, comunicaciones etc.

ⁱ Traducción Ilustración 8.

Degree of Importance: Grado de Importancia

Key Challenges: Desafío clave

Distributed generation and Co2 emissions: Generación distribuida y emisión de CO2.

Grid status: estado de la red

Impetus from public administration; ímpetu de la administración pública.

Regulatory framework: estructura regulatoria

Economic Stimulus: Estímulo Económico

Expected Development: Desarrollo Esperado

Nota 1. Este factor afecta la necesidad de modernizar las redes antiguas y mejorar desempeño y el incremento de la confianza en la red.

