



LA GENERACIÓN distribuida de energía eléctrica es aquella que se encuentra instalada en puntos cercanos al consumo donde se puede generar y consumir directamente, antes de pasar por las redes de interconexión, lo que marca una diferencia con las instalaciones centralizadas. Una de sus fuentes de energía son los paneles solares fotovoltaicos, los que permiten producir energía y además inyectar los excedentes a los sistemas interconectados. Con el objetivo de regular la generación distribuida en Chile se elaboró la Ley 20.571, la que debería estar operativa durante 2013.

NADIECHDA OLIVA P.  
Periodista SustentaBIT

## SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

# GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍA

LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA de energía con sistemas fotovoltaicos puede sonar desconocida para algunos, sin embargo, vale la pena conocerla más ya que apunta a influir en la generación y en el consumo de energía eléctrica de nuestro país a mediano y largo plazo.

Para comenzar, es importante mencionar que el sistema de suministro eléctrico nacional actualmente está conformado por varios actores, compuestos por generadoras, transmisoras y distribuidoras donde la generación habitualmente se encuentra en lugares apartados. También es fundamental exponer que existen cuatro sistemas de interconexión de la energía que unen a las centrales y empresas generadoras con las de transmisión y distribución. Hasta ahora, cada uno de estos sistemas opera de manera aislada, destacando el Sistema Interconectado Central (SIC) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) que abarcan alrededor del 94% de la producción nacional.

En este contexto se inserta la generación distribuida, también conocida como in-situ, que de manera complementaria a lo que ocurre actualmente, se caracteriza por estar instalada en puntos cercanos al consumo y donde la energía se puede generar y consumir en los centros de consumo (clientes). Este último aspecto,

dicen los especialistas, constituye una ventaja importante ya que se reducen las pérdidas de electricidad por kWh consumido efectivamente, al tener un mínimo recorrido desde la fuente de energía.

Para hacer funcionar el sistema distribuido, se utilizan fuentes de energía que generalmente son a pequeña escala (entre 3 kW y 10 kW de potencia instalada aproximadamente) y constituyen una ayuda para las centrales de generación eléctrica.

En este contexto, la energía solar fotovoltaica, explican los expertos, es apropiada para la generación distribuida ya que los módulos, en general cuentan con 20 a 25 años de garantía y una vida útil mucho mayor con un nivel de mantenimiento mínimo. Si bien su valor aún es alto, el costo de conservación es bajo y esto es fundamental para la viabilidad financiera de un proyecto de generación de energía solar fotovoltaica. Con ésta, se produce energía limpia al utilizar una fuente renovable, además de permitir la entrada de nuevos inversionistas, lo que genera un aumento de la competencia. Pero vamos por parte, comencemos con los detalles de esta fuente de generación de electricidad.

### ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica se genera por medio de la transformación de la luz (fotones) en energía eléctrica a través de células solares. Esta es inagotable, limpia y está disponible en cualquier lugar, aún cuando el nivel de producción de energía depende de las variaciones de la radiación que se produzca en determinada zona del país y en horas específicas del día.

La célula solar es un semiconductor en el que artificialmente se crea un campo eléctrico permanente, de manera tal que al exponer la célula al sol se produce la circulación de electrones y surge la corriente eléctrica entre las dos caras de ésta.

Entre los materiales semiconductores que se usan para la fabricación de paneles solares fotovoltaicos, el más utilizado es el silicio, que puede ser monocristalino, policristalino o amorfo, siendo el primero el de mayor eficien-



cia, ya que tiene una estructura atómica alineada, como explica Juan Negroni, académico investigador del Departamento de Electricidad y Director de Proyecto Chilectra – UTEM (Universidad Tecnológica Metropolitana).

En Chile cuando se habla de energía solar fotovoltaica, en su mayoría, se lleva a dos extremos: o se refiere al caso de electrificación rural, donde estamos hablando de un pequeño módulo compuesto por una batería y tres ampolletas (algo muy básico, relacionado con el autoconsumo y que no tiene relación directa con el sistema eléctrico). O se habla de proyectos de parques con grandes potencias de sistemas solares que en algún momento se instalarán en el norte del país. “Están los dos extremos y justamente la generación distribuida cubre lo que hay entremedio”, señala Gabriel Neumeyer, Gerente Técnico de Schüco International KG en Chile, empresa alemana que ofrece soluciones solares para todo tipo de aplicación de sistemas fotovoltaicos. El especialista lo grafica de la siguiente manera: “Supongamos una familia de 4 o 5 personas en una casa de Santiago, con el típico equipamiento eléctrico y un consumo de 3 mil kWh al año.

Si instala un sistema fotovoltaico de potencia nominal de 2 kWp (kilowatt peak), lo que se traduce en 8 módulos monocristalinos, ocupando 14 m<sup>2</sup> de la superficie del techo y un inversor adecuado para la conexión del sistema a la red pública. Dependiendo de la orientación e inclinación del techo (orientación norte con 20° a 30° grados de inclinación) este sistema podría generar la cantidad de electricidad que esta familia requiere cada año y por tanto cubrir el 100% del consumo. Eso no significa que se pueda desconectar de la red pública

**Estos medidores están instalados en la casa que se encuentra frente a la Universidad Técnica Metropolitana, que se utiliza para monitorear el consumo e inyección de energía del sistema de los paneles solares fotovoltaicos instalados. El de la izquierda mide el autoconsumo que tiene la casa y el de la derecha entrega la información sobre cuánta energía se entrega a la red pública.**

## DIAGRAMA DE CONSUMO

Ejemplo de lo que debería pagar una familia que tiene un consumo de 180 kWh si contara con el sistema fotovoltaico conectado de manera distribuida, una vez que se aplique la Ley 20.571.

	ENERGÍA	VALOR
Consumo mensual	180kWh	\$ 18.000
Generación propia	130kWh	–
Auto-consumo	50kWh	–
Excedentes (inyección a la red)	80kWh	\$ 4.219
<b>CONSUMO NETO</b>	<b>130kWh</b>	<b>\$ 13.000</b>
<b>PAGO MENSUAL</b>	<b>–</b>	<b>\$ 8.781</b>

porque el inversor de la instalación fotovoltaica, IFV, se guía por ella y no funciona de forma independiente. Además, el consumo eléctrico y la producción de la IFV no ocurren al mismo tiempo. Por lo tanto, se requiere de respaldo para el intercambio de electricidad. A medio día por ejemplo puede generar más de lo que se consume y se inyectan los excedentes a la red. Mientras que en la noche la IFV no genera y la energía eléctrica para consumo se obtiene de la red pública. El saldo al final del año es cero, porque la cantidad total de energía consumida es igual a la cantidad generada por la instalación fotovoltaica.

Este modelo perfectamente es aplicable a mayor escala en edificios residenciales y comerciales o plantas industriales.

Las ventajas de utilizar esta fuente de energía son compartidas por varios expertos. Como

nuestro país es muy largo, necesita llevar la energía de un lado a otro, los sistemas fotovoltaicos son modulares y por lo tanto, son aplicables a cualquier escala, indica Neumeyer. Con el uso de estos medios es posible generar a nivel distribuido en los lugares donde está el consumo y para ello se requieren menos redes de distribución. Así, además, cuando se producen excedentes se puede inyectar a la red de interconexión. Éste, en tanto, debe tener la capacidad de tomar los excedentes y llevar esa energía donde se necesita. Es aquí justamente donde se requiere una regulación.

## REGLAMENTO DE LA LEY DE NETBILLING EN CHILE

Con el objetivo de regular el sistema de generación distribuida en Chile, se elaboró la Ley 20.571 de NetBilling, que es la que regula el

## PROYECTO NODO SOLAR FOTOVOLTAICO

**EN LOS ÚLTIMOS AÑOS** se ha hecho evidente en nuestro país la necesidad de cubrir la demanda energética, especialmente respecto de la generación eléctrica. Por ello, se hace relevante que Chile evalúe otras fuentes energéticas, como las llamadas energías limpias. Ante esta realidad, se presenta como una solución viable la producción de energía eléctrica mediante la generación fotovoltaica, ya que además de presentar ventajas energéticas, industriales y medioambientales es una opción para ampliar la pequeña matriz energética chilena. En este contexto nace el Nodo Solar Fotovoltaico que impulsa la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara de la Construcción en conjunto con CORFO Innova. La idea es abordar la falta de especialización en diseño de soluciones adecuadas e integración a los sistemas eléctricos existentes; mejorar la deficiente y confusa información que tienen los

clientes finales; acercar la tecnología a sistemas de certificación ambientales; dar a conocer las aplicaciones residenciales y comerciales y el establecimiento de criterios respecto a las barreras de entrada y salida de la industria, pues esto genera crecimientos explosivos de empresas dedicadas a la energía solar. El desarrollo del Nodo implica la realización, por el período de dos años, de seminarios de carácter nacional e internacional, cursos de capacitación para profesionales y técnicos del área y la elaboración de un manual por parte de un equipo de especialistas encabezados por un grupo técnico de trabajo entre las que participan empresas distribuidoras eléctricas, ACESOL, proveedores de sistemas solares FV, académicos, el CER, el Ministerio de Energía, y es guiado por el académico investigador del Departamento de Electricidad de la UTEM, Juan Negroni.

[www.e-solar.cl](http://www.e-solar.cl)

pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales y que según indica Juan Pablo Urrutia, jefe de la división de seguridad y mercado eléctrico del Ministerio de Energía, debería estar operativa en el primer trimestre de 2013. El funcionamiento de esta ley está supeditado a la elaboración de un Reglamento y una norma técnica basados en los siguientes principios:

- ▶ La seguridad de las personas y los bienes.
- ▶ La confiabilidad del servicio eléctrico.
- ▶ La seguridad operacional del sistema y de las redes de distribución.
- ▶ La evolución tecnológica que se prevé en este tipo de dispositivos.
- ▶ El mecanismo para determinar costos de adecuaciones a la red.
- ▶ El mecanismo para determinar la capacidad instalada máxima para el conjunto de usuarios.

Actualmente el Ministerio de Energía, junto con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles y la Comisión Nacional de Energía, están trabajando en el desarrollo de dicho Reglamento y de una Norma Técnica de Conexión en Baja Tensión. Este reglamento y la norma son los que permiten poner en marcha la Ley 20.571, que establece el descuento y pago de tarifas eléctricas a las generadoras residenciales.

Con estas regulaciones, la distribuidora tendrá la responsabilidad de preservar los estándares de seguridad exigidos. El reglamento definirá detalladamente los roles y facultades de cada parte y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles resolverá los reclamos o controversias suscitadas.

Hasta ahora en Chile, cualquier persona tiene libertad de instalar y generar energía eléctrica en sus dependencias (casas, oficinas, parcelas e industrias) y autogenerarse de ese modo su propia electricidad. Una vez que entre en vigencia la ley, deberán ajustarse a ella cada una de las instalaciones que se realicen y que pretendan conectarse a la red para inyectar sus excedentes.

Según explica Juan Pablo Urrutia, a nivel de consumo domiciliario hay algunos minutos del día o fines de semana en los que no se necesita consumir la energía que se produce con el sis-



tema fotovoltaico, por lo tanto, el incentivo está en entregar algo para que no se desconecte y aprovechar esa energía para el consumo de otros clientes. “En términos económicos lo que vas a recibir por inyectar excedentes es menor que lo que tú pagas por la energía que consumes. Sin embargo, cuando tienes tu generador propio lo primero que vas a hacer es autoconsumir, por lo que se acorta la cadena completa de distribución”, explica el especialista. Además, se ahorra el costo de la compra e instalación de las baterías que encarecen el costo de los sistemas en un 30 a 40 por ciento.

Las inyecciones del cliente se valorizarán al precio de la energía que las empresas distribuidoras traspasan a sus clientes regulados, (denominado precio de nudo promedio), y recibirán el componente de la energía que pagan mes a mes.

Los especialistas calculan que si una familia tiene un consumo de 180 kWh y por ellos paga \$18.000 mensuales, al tener una instalación fotovoltaica su cuenta de electricidad se reducirá a \$8.781 ¿Cómo ocurre esto? La instalación fotovoltaica le permitirá generar 130 kWh, lo que correspondería a \$13.000 de consumo neto. Si la familia tiene un autoconsumo de 50 kWh se generarán 80 kWh de excedentes, los que podrán ser inyectados a la red y por lo tanto recompensados por la empresa al cliente (ver diagrama en pág. 50).

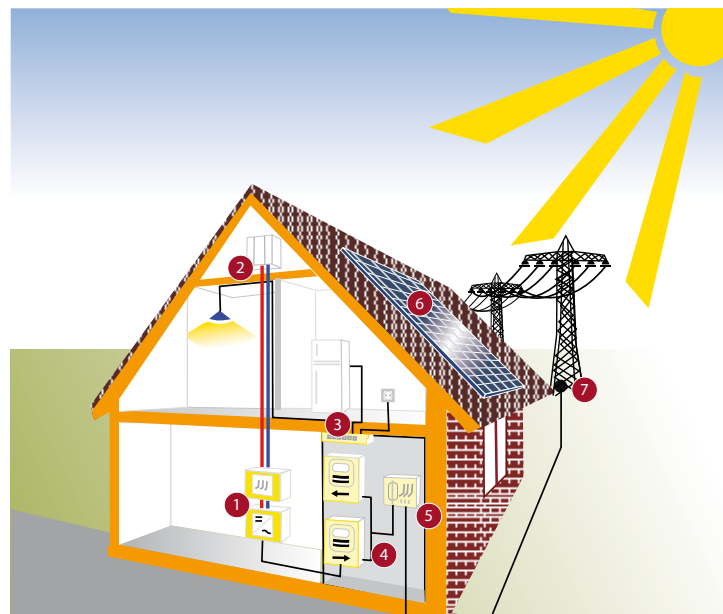
Adicionalmente, en la valorización se reconocerán las menores pérdidas medias de la empresa distribuidora, producto de las inyecciones del cliente. Estas pérdidas se calcularán con ocasión del valor agregado de distribución

**Instalación de Sistema Solar Fotovoltaico UTEM, compuesto por 21 paneles fotovoltaicos mono cristalinos con una potencia de 3,6 kWh.**

## INVESTIGACIÓN SOBRE GENERACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Actualmente se encuentra en desarrollo el proyecto de colaboración en investigación sobre generación de energía fotovoltaica entre la Universidad

Tecnológica Metropolitana y la Compañía Chilectra S.A. El objetivo de este trabajo se orienta al monitoreo permanente de la instalación de un Sistema Fotovoltaico de 21 paneles y tres inversores, con una potencia de 3,6 kWh, en esta casa de estudios. Aquí se evalúan aspectos fundamentales que derivan de la inyección de energía por parte de un particular a la red eléctrica urbana. Para la instalación de este plan, Chilectra realizó la inversión de la planta piloto que debe suministrar con energía a la red eléctrica de baja tensión, para analizar todas las variables de producción y calidad de estas conexiones.



### EJEMPLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DISTRIBUIDO CONECTADO A LA RED

1. Tablero eléctrico
2. Inversor
3. Consumo domiciliario con energía solar fotovoltaica
4. Medidores
5. Conexión a la red.
6. Paneles solares fotovoltaicos
7. Red pública

(VAD). Esta valorización se descontará mensualmente de la cuenta del usuario final.

Para que esto se aplique deberá existir un contrato tipo entre el usuario final y la concesionaria de distribución con menciones mínimas establecidas en el reglamento, entre las que deberán considerarse:

- ▶ Equipamiento de generación del usuario final y sus características técnicas esenciales.
- ▶ Capacidad instalada de generación.
- ▶ Opción tarifaria.
- ▶ Propiedad del equipo medidor.
- ▶ Mecanismo de pago de los remanentes no descontados.

Las inyecciones de energía del cliente podrán ser consideradas por las empresas eléctricas para los efectos del cumplimiento de la obligación establecida en el Artículo 150° bis de la Ley, donde se señala que serán reconocidos para efectos de acreditación de la obligación de inyección de electricidad con Energías Renovables No Convencionales que recae sobre quienes sean generadores. Para ello, anualmente o cuando el cliente lo solicite, la empresa distribuidora emitirá un certificado que dé cuenta de las inyecciones realizadas por el cliente a través de medios de generación renovables no convencionales.

El certificado de inyecciones leídas constituirá título suficiente para acreditar el atributo de ERNC, que puede ser traspasado a las empresas que efectúan retiros.

El gran logro que tiene esta Ley, dice Juan Pablo Urrutia, es el facilitar y simplificar el procedimiento mediante el cual, un generador de menor tamaño pueda inyectar energía a la red y recibir una compensación econó-

mica por esa energía.

“Ahora queda esperar la evolución del mercado de tecnologías de generación e infraestructura asociada para que en un futuro cercano alcance el “grid parity” (paridad con la red)” lo que se refiere a un punto en el cual una instalación consiga generar electricidad al mismo precio que los usuarios podrían comprarla de la red eléctrica y “de esa manera sea económicamente más atractiva la instalación de estas tecnologías”, expresa Urrutia.

### LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL

Alemania es uno de los países que más experiencia tiene en generación distribuida y plantas de energía a través de paneles solares fotovoltaicos. En 1991 se estableció en ese país la ley de inyección de electricidad de energías renovables. Desde entonces las distribuidoras tienen que comprar la energía, a precio promedio de mercado. En ese momento se produjo un mayor crecimiento de la energía fotovoltaica, comparada con la eólica, aunque no alcanzó a ser rentable.

El año 2000 el Gobierno alemán puso en marcha la ley para la preferencia de las energías renovables y en el año 2009 las tarifas bajaron de acuerdo a la potencia adicional instalada. Desde entonces, se observa un fuerte impacto en el desarrollo de las energías no renovables en ese país. Panorama que se intenta replicar en Chile con el sistema distribuido de energía. ☺

—<http://www.schueco.com/web/cl>

—<http://www.utem.cl/investigacion/proyectos-proteinlab/proyecto-de-generacion-fotovoltaica-chilectra-utem/>

—<http://www.xatakaciencia.com/energia/alemania-bate-records-en-energia-solar>

Producto Nuevo

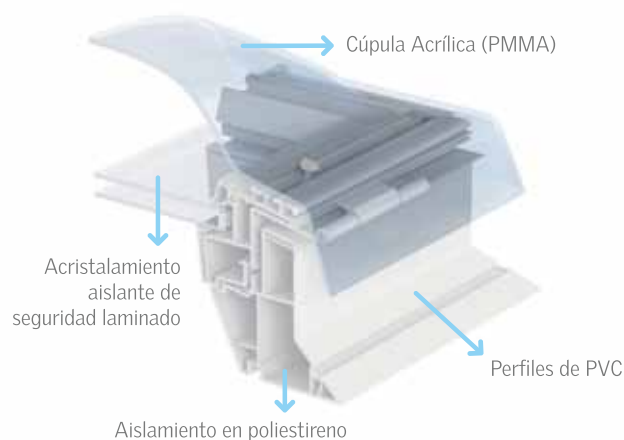
Más información en  
[www.velux.cl](http://www.velux.cl)



Indoor swimming pool, Hotel Castell dels Hams  
A2 Arquitectos : Juan Manzanares Suárez - Cristian Santandreu Utermark

## Kit Ventana para Techo Plano CFP + ISD

- Cristal aislante de seguridad templado y laminado
- Respeto por el medio ambiente: no contiene plomo ni metales pesados y es 100% reciclable
- Transmisión térmica  $U= 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Libre de mantenimiento del acabado interior
- Perfiles de PVC con aislante térmico (poliestireno)
- Transmisión UV 0,05
- Atenuación acústica  $R_w 36\text{dB}$
- Transmisión de la radiación solar  $g 0,51$
- Cúpula exterior de policarbonato transparente resistente al impacto
- Indicada para pendientes entre  $0^\circ$  y  $15^\circ$



*Brindando luz a su vida*

**VELUX®**