

# Investigación de Energía Solar en Chile

---

Programa de Desarrollo Tecnológico

**Carrie Fernández Pinto**

**Lunes 02 de Mayo de 2016**

Si bien existen múltiples negocios y posibilidades de innovar en materia de energía solar, los cuales involucra proveer a grandes proyectos de generación de energía hasta el diseño y la producción de soluciones para diversas industrias, que van desde productos de iluminación hasta vehículos solares, se considera relevante realizar una investigación con asesoría especializada tendente a identificar la cadena del valor de las distintas tecnologías con últimas innovaciones desarrolladas y/o en avance, análisis de gaps dentro de la cadena de valor y la Identificación y creación de una base de datos con empresas y soluciones en el ámbito nacional e internacional para identificar nichos para el desarrollo de tecnologías y soluciones innovadoras en el ámbito local.

## CONTENIDO

|  |     |
|--|-----|
| INTRODUCCION .....   | 2   |
| ESTADO DE LA ENERGIA SOLAR EN CHILE .....  | 3   |
| SISTEMA TARIFARIO .....  | 28  |
| COSTOS DE LA ENERGÍA SOLAR.....  | 55  |
| DESCRIPCIÓN DE LA CADENA DE VALOR DE LA ENERGÍA SOLAR EN SUS DIVERSAS MODALIDADES<br>(TERMOSOLAR, FOTOVOLTAICA Y OTRAS)..... | 57  |
| IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y COMPONENTES VINCULADOS A LA CADENA DE VALOR DE<br>CADA TIPO DE ENERGÍA SOLAR.....            | 69  |
| TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL ÁMBITO NACIONAL .....  | 86  |
| TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL (ALEMANIA, EEUU Y ESPAÑA) .....   | 91  |
| ROL Y LABOR DE LAS ENTIDADES VINCULADAS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....   | 99  |
| CENTROS DE INVESTIGACIÓN.....  | 105 |
| CAPACIDADES TÉCNICO PROFESIONALES Y/O DE RRHH.....   | 119 |
| PROGRAMAS DE FOMENTO .....   | 131 |
| IDENTIFICACIÓN DE NICHOS PARA EL DESARROLLO DE NEGOCIOS CON INCORPORACIÓN DE<br>TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN .....                | 135 |
| BIBLIOGRAFIA.....  | 139 |

## INTRODUCCION

Si bien existen múltiples negocios y posibilidades de innovar en materia de energía solar, lo cual involucra proveer a grandes proyectos de generación de energía, hasta el diseño y la producción de soluciones para diversas industrias, que van desde productos de iluminación hasta vehículos solares, se considera relevante realizar una investigación con asesoría especializada tendente a identificar la cadena del valor de las distintas tecnologías con últimas innovaciones desarrolladas y/o en avance, análisis de gaps dentro de la cadena de valor y la Identificación y creación de una base de datos con empresas y soluciones en el ámbito nacional e internacional para identificar nichos para el desarrollo de tecnologías y soluciones innovadoras en el ámbito local.

En el presente informe cuenta con una investigación realizada mayormente en revistas indexadas, en bibliotecas Scielo, por su contenido altamente académico y fidedigno, además de indagar en diversas páginas web, que promueven las diversas energías renovables, en las que podemos encontrar noticias relacionadas con la industria, tanto nacional como internacionalmente. Anexando además información de otros sitios web que cuentan con el contenido profesional apropiado para ser incluido en el trabajo investigativo.

Los tópicos más relevantes que de la industria corresponden a:

- Estado de la energía solar en Chile
- Sistema tarifario
- Costos de la energía solar
- Descripción de la Cadena de valor de la energía solar en sus diversas modalidades (Termosolar, fotovoltaica y otras)
- Identificación de tecnologías y componentes vinculados a la cadena de valor de cada tipo de energía solar
- Tecnología e innovación en el ámbito nacional
- Tecnología e Innovación en el ámbito internacional (Alemania, EEUU y España)
- Rol y labor de las entidades vinculadas a las energías renovables
- Grupos tecnológicos
- Centros de Investigación
- Capacidades técnico profesionales y/o de RRHH
- Programas de fomento
- Identificación de nichos para el desarrollo de negocios con incorporación de tecnología e innovación

## ESTADO DE LA ENERGIA SOLAR EN CHILE

### **"La energía que requiere nuestro territorio**

#### **Resumen**

*En esta columna de opinión, el Ministro de Energía nos invita a enfrentarnos a un problema crucial para un país como Chile: sin energía a precios razonables, esa desigualdad social que tanto criticamos terminará por expandirse. Pero a la vez el Ministro nos invita a cambiar el foco, y así «transformar la energía en un ecualizador de la igualdad», con un Estado más activo en la solución de esta crucial problemática.*

---

*La tecnología y la conectividad han generado una revolución de proporciones en las industrias del mundo y han impactado la vida de millones de personas. Poco a poco, los mercados emergentes se hacen cargo del crecimiento mundial. En 2009, por primera vez en 200 años, estos mercados contribuyeron al crecimiento global más que todos los países desarrollados juntos. Debido a los saltos cuánticos tecnológicos, en los próximos 18 meses se duplicará el poder y la velocidad de los computadores, generando aún más revuelo, desconcierto y cambios en empresas y personas. Al mismo tiempo, la fertilidad cae con rapidez y la población mundial envejece sin pausa.*

*Y muchos cambios todavía están por venir.*

*«Todo lo sólido se desvanece en el aire». Esta inquietante frase de Karl Marx refleja con propiedad la estupefacción del presente. Por este motivo, la sabiduría en el mundo de hoy no reside en la aseveración rotunda ni en la razón concluyente. Está más bien en el terreno de las preguntas, en su despliegue sin trabas y en la concatenación de dudas que se hilvanan hasta una verdad posible.*

*En este terreno tan esquivo a ratos y con tantas interrogantes por resolver, podemos constatar que el mundo chileno de la energía gira en torno a tres grandes temas.*

*En primer lugar, destaca la ciudadanía y la energía donde hoy resulta muy notorio el empoderamiento de la gente, la necesidad de participación ampliada, la judicialización de proyectos de inversión emblemáticos y también la discusión en cuanto al nivel de legitimidad social con que opera nuestro sector.*

*En segundo lugar, está el tema de las grandes reformas del área energética que apuntan al fortalecimiento y perfeccionamiento de los mercados para hacerlos más competitivos y así enfrentar el desafío de bajar los precios de la energía.*

*Y, en tercer lugar, se presentan las dificultades en materia de nuestra industrialización y descentralización. Es necesario frenar el proceso de desindustrialización e impulsar el desarrollo industrial para crear mejores trabajos, mayores exportaciones y reducir la desigualdad.*

*Las políticas públicas insuficientes o inadecuadas frente al tema de la energía amplifican la desigualdad. No es aceptable que en las comunas de nuestro país donde están instaladas las grandes centrales eléctricas se pague el doble que en Santiago por el mismo consumo.*

*Tampoco es justo que, al no existir un ordenamiento territorial para la convivencia de las actividades económicas con las comunidades, el levantamiento de las centrales dependa exclusivamente de la decisión comercial de los privados.*

*No puede ser que en pleno siglo XXI las empresas muchas veces reduzcan su gestión social a soluciones locales y puntuales sin jugársela por una relación de largo plazo que integre sus proyectos de inversión con el desarrollo local de manera sustentable, logrando que estas inversiones sean verdaderamente beneficiosas para la gente que acoge un proyecto energético.*

*Es hora de transformar la energía en un ecualizador de la igualdad.*

*Un gran problema es que la concepción que tenemos los chilenos acerca de la energía sufre de un desabrido encanto económico. Es un fenómeno que puede homologarse a la escasa vinculación que sentimos con la minería, siendo Chile un país minero de tomo y lomo.*

*Hoy la energía destaca sólo por su valor de uso como si no tuviera valor de cambio alguno. En una zona chilena tan vital en materia energética como la v región, donde se encuentra el gran puerto de Valparaíso y que además es la segunda región más grande del país en generación de energía eléctrica, no se desarrolla una identidad y un orgullo sobre esta valiosa contribución y su correspondiente recurso.*

*Una excepción distinta y destacable a nivel nacional es la comuna de Mejillones, cuyas centrales hacen que la gente se refiera a esta ciudad como la capital nacional de la energía.*

*Esta carencia de piso y sustento hace que las voces que por diversas razones se oponen al desarrollo energético tengan gran resonancia, haciendo que el país sufra las consecuencias de una energía cara, escasa y no siempre bienvenida. Este es un sector que debe y puede avanzar hacia la construcción de su merecida legitimidad social.*

*Sin energía no habrá crecimiento. Sin energía se desindustrializa el país, baja la producción y las exportaciones pierden competitividad. Sin energía a precios razonables no lograremos los aumentos de productividad que necesitamos. La calidad de los empleos se estanca. Los salarios no suben. Las cuentas de la luz en los hogares son más altas. Definitivamente, sin energía la desigualdad se expande.*

*Es por eso que no deja de sorprenderme que tantos de nuestros líderes sociales, de nuestros parlamentarios, de nuestros trabajadores y pobladores, de nuestros alcaldes y concejales, de nuestros líderes de opinión, de nuestros maestros y estudiantes, de nuestros comentaristas y columnistas económicos y sociales, que no sean parte de un esfuerzo potente y sostenido de cara al público para echar a andar la máquina, ponerse la camiseta y promover la energía desde sus nichos y rincones construyendo una masa crítica pro energía, escribiendo artículos pro energía, marchando por las calles en favor de la energía, hablando en los medios de los beneficios que trae la energía para el desarrollo social y económico y para contener, de una vez por todas, esta desigualdad que tanto daña el corazón y el desarrollo sustentable de Chile.*

*Estos desafíos son tanto públicos como privados, porque la motivación para salir en defensa de los beneficios que acarrea la energía requiere la participación libre, abierta, generosa y crítica de la ciudadanía desde los hogares, desde las empresas y también desde el Estado.*

*El Estado puede hacerlo. El Estado también puede hacerlo mejor. El Estado debe, asimismo, hacerlo mejor. Si algo hemos aprendido el 2014 es eso: el Estado puede.*

*Y, desde ya, lo hace mejorando el trabajo interministerial, el diálogo entre los alcaldes, los ministros y los otros poderes públicos en pos de una acción conjunta.*

*Aunque hasta ahora la energía en Chile no ha sido capaz de construir identidad, tengo una esperanza y veo que se está incubando la siguiente idea: por calidad, abundancia y estabilidad de su recurso, Chile puede llegar a ser un gran productor y un exportador de clase mundial de energía solar. Si conseguimos eso, habremos cambiado el mapa de Chile. Y también habremos generado una visión compartida sobre la energía y nuestra posición en el futuro. Tenemos los recursos. Hoy necesitamos construir una identidad que, entre otras cosas, movilice las aspiraciones de la gente hacia el desarrollo de una energía limpia, sustentable, incluyente y a precios justos. Pero también debemos enriquecer la discusión sobre la energía para que nuestra agenda eche raíces profundas en nuestra tierra.*

*Para ello, estamos requiriendo la participación ampliada de todos los sectores del país. En la primera parte de nuestros encuentros de Energía 2050 (1), desarrollados el 2014 con miras a establecer una política energética a largo plazo, consultamos a 3.500 personas en 100 talleres de trabajo y encuentros ciudadanos a lo largo del país con el apoyo técnico de diez universidades y 250 académicos.*

*Debemos continuar conversando y avanzando con Energía 2050 para obtener la legitimidad social que este proyecto requiere. Esas conversaciones apuntan a debatir temas tan relevantes como el acceso equitativo a la energía, la urgencia de generar energía limpia y gestionar el increíble aumento de las ERNC (2); sobre cómo avanzar en la generación distribuida; sobre cómo enfrentar el desafío de la seguridad energética y la transmisión; sobre cómo ser un buen ciudadano; sobre cómo se consume la energía evitando el derroche y el mal uso.*

*En estos últimos diez años, a pesar de un esfuerzo real y sostenido no hemos avanzado significativamente en eficiencia energética. Sabemos que el país tiene un bajo nivel de consumo energético per cápita, pero también sabemos que va a aumentar. El desafío es incrementar el bienestar de nuestros hogares sin derroche y ampliar nuestra actividad productiva cuidando el buen uso de la energía.*

*A pesar de los muchos logros en este último año en materias de nuestra competencia, nosotros también quedamos al debe en la eficiencia energética. ¿Cuál es la razón? Para ser franco, hoy en día no tenemos una buena respuesta. Entre todas las dudas e incertidumbres que nos aquejan, por lo menos hay una que hemos logrado derrotar: el cortoplacismo. El éxito inmediato importa, pero en el contexto de una evolución correcta en el largo plazo. Es así que nuestra Agenda de Energía tiene metas al año 2025 y 2050, lo que significa abordar tareas urgentes, pero sólo materializables en propiedad en un horizonte extenso.*

*Hay experiencias exitosas de este desarrollo que pueden servir como referencia. Algunas compañías multinacionales con escaso crecimiento en la última década, hoy se han concentrado en el perfeccionamiento de un nuevo modelo sustentable y generador de utilidades, pero dejando de lado el cortoplacismo agobiante y disruptivo.*

*En el caso de Unilever, su CEO Paul Polman dio un primer paso muy radical. Contraviniendo una costumbre muy arraigada en el modelo empresarial del siglo XX, este ejecutivo pidió eliminar los*

*informes trimestrales sobre la marcha de la empresa y se focalizó en tendencias y estrategias de largo aliento, informando sólo una vez al año. La idea fue construir una base de accionistas más identificados con esta política de largo alcance, eliminando la urgencia en la generación de dividendos y la pérdida del rumbo de la empresa, terminando también con la volatilidad accionaria. La empresa construye así una estrategia consolidada, sustentable en el tiempo y que ha duplicado su producción.*

*Me sorprendí al constatar que este modelo de largo plazo también concita la atención de algunos historiadores de Harvard, quienes recientemente han publicado un manifiesto en el que rechazan la especialización cortoplacista de la historia. En él refutan el valor de las encuestas como predicción del acontecer y toman distancia de los estudios de procesos ocurridos sólo unos años antes para insistir en la gran historia, en la historia del largo plazo, aquella que entrega el contexto, el horizonte de largo aliento en el que se escribe y perdura aquello que importa, sin lo cual, ninguna visión es posible. Nuestro desafío en la tarea de construir y renovar la potencia energética de Chile radica sin duda en el largo plazo.*

*Tal vez esta sea la respuesta para la difícil tarea de la eficiencia energética: darle tiempo al tiempo, perseverar en la educación y el ejemplo, dejar que la conciencia madure. Sin embargo, podemos estar optimistas, porque ya estamos viendo cambios significativos en distintos ámbitos de la energía. Por ejemplo, debido a la poca competencia en el mercado de generación, la Agenda de Energía se propuso impulsar la inversión y reducir el costo marginal en un 30% durante este período de gobierno. Sólo en 2014 la baja en el costo marginal de electricidad fue de 15% con respecto al año anterior.*

*También propusimos reducir en un 25% los precios de las licitaciones de suministro eléctrico que determinarán en gran medida el valor de las cuentas de luz a partir de 2021.*

*Para sorpresa de muchos, hubo 17 ofertas más en comparación con lo ocurrido en las últimas licitaciones del año 2013, cuando en cuatro oportunidades las licitaciones se declararon desiertas. El precio de esta última licitación fue 17% más bajo que el registro de 2013. Además, las obras relacionadas con este proceso de licitación significarán una inversión cercana a los 6.000 millones de dólares, considerando la generación y transmisión que se requiere para dar respuesta a los contratos adjudicados. En el terreno de la inversión, buscamos incentivar el desarrollo de nuevas centrales de generación y levantar las barreras existentes para las ERNC. Pues bien, en marzo de 2014 había 28 unidades en construcción con 1.949 MW de capacidad. En noviembre del mismo año, el número había crecido a 45, correspondiendo un 39% de ellas a generación de energías renovables.*

*Jeremy Rifkin nos recuerda en su libro *La Tercera Revolución Industrial* que la economía siempre es una cuestión de confianza. En ese sentido, Rifkin plantea que hubo un tiempo en que creímos que el comercio y el intercambio estaban respaldados por el oro y la plata, pero, en realidad, siempre han estado avalados por una reserva más importante: la confianza pública, porque cuando esta es sólida, la economía florece y el futuro nos invita a avanzar.*

*En estos meses hemos defendido la institucionalidad con todo el rigor que le corresponde al Estado con el fin de que la sociedad chilena retome la confianza en el sistema de evaluación que da sustento a los proyectos energéticos. De antemano, como gobierno sabíamos que era imposible no enfrentar contratiempos o costos, pero ya era hora que la autoridad velara por el bien común sin estar pendiente de la última encuesta.*

*No hay otra forma para construir o, en este caso, recobrar la confianza. Sólo así podemos avanzar hacia un modelo energético inclusivo, verdaderamente democrático y sensible frente a los requerimientos del país y la calidad de vida de nuestra gente.*

### **Notas**

1. Energía 2050 es una iniciativa impulsada por el Ministerio de Energía del Gobierno de Chile, tendiente a construir una visión compartida para el desarrollo futuro del sector energético con la validación social, política y técnica requerida para transformarse en la política energética. Es un proceso que contempla diversas instancias de discusión y participación incluyendo un Comité Consultivo, una serie de grupos de trabajo, talleres regionales, y una plataforma virtual para convocar a una participación ciudadana amplia.

2. Energías Renovables No Convencionales.

### **Referentes**

RIFKIN, Jeremy. *The Third Industrial Revolution* (New York: Palgrave Macmillan, 2011) [ [Links](#) ]

1. **Máximo Pacheco** | Ministro de Energía del Gobierno de Chile desde 2014, nombrado por la presidenta Michelle Bachelet. Es Ingeniero Comercial y Economista de la Universidad de Chile. Militante del Partido Socialista de Chile. Desde 2004 a 2013 fue Vicepresidente Senior de International Paper (IP); paralelamente entre los años 2010 y 2013 fue el presidente de la unidad regional de esta empresa para Europa, Medio Oriente, África, y Rusia. En 1990 fue nombrado Vicepresidente Ejecutivo de Operaciones de la Corporación del Cobre de Chile, CODELCO.”(Pacheco, 2015)

## ***“Chile, energía y desarrollo***

### ***Chile, energy and development***

*El uso de diversos indicadores demuestra que el desarrollo de Chile está íntimamente asociado a su consumo energético. Esta relación se basa en el análisis de la evolución de su consumo energético primario en el contexto mundial y su impacto en indicadores de desarrollo y sostenibilidad ambiental. Los resultados en este análisis también indican una fuerte dependencia de combustibles fósiles, cuyo uso está asociado a importantes impactos ambientales. Esta situación empeorará debido al creciente uso de fuentes fósiles en la generación eléctrica y los costos asociados a sus externalidades. Para aminorar estos efectos se debe estimular principalmente el aprovechamiento de abundante energía solar y marina en el norte y sur del país, respectivamente. De esta forma, el desarrollo sostenible del país será compatible con restricciones ambientales y de abastecimiento.*

#### ***Introducción***

*El consumo energético sostiene las actividades socioeconómicas y el desarrollo de una nación. Los países industrializados con economías de gran escala requieren abundantes cantidades de energía sólo para mantener su funcionamiento. Por otro lado, los países en vías de desarrollo requieren incrementar sus consumos energéticos para sostener su crecimiento (IEA, 2008). El tipo de energía que utiliza un país depende de los recursos naturales disponibles dentro de su territorio y las fuentes energéticas importadas, cuyo creciente consumo compromete la seguridad energética del país. En Chile, el recientemente formado Comité de Seguridad Energética reconoce que un abastecimiento seguro y confiable de energía es clave para el desarrollo económico y social del país (CNE, 2010b).*

*Un excesivo consumo energético puede afectar el medio ambiente. Por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero, producto del consumo de combustibles fósiles, están asociadas a un incremento sostenido de la temperatura global (IPCC, 2007). Si bien no se ha establecido fehacientemente una relación causa-efecto, la comunidad científica reconoce un desbalance de origen antropogénico. Es por esto que una de las problemáticas mundiales de mayor importancia es asegurar un suministro de energía constante manteniendo el balance de los ecosistemas. Los países desarrollados, y en menor medida los países en vías de desarrollo, reconocen estas limitaciones y están optando por asegurar sus suministros con fuentes energéticas renovables y domésticas para no depender de bloqueos de abastecimiento y fluctuaciones de precios.*

*Si se compara el promedio de un periodo presidencial (4 años), el periodo entre el diseño y la puesta en marcha de una central eléctrica (del orden de 10 a 50 años dependiendo de su complejidad) y la permanencia en la atmósfera de los gases de efecto invernadero (del orden de cientos de años), se reconoce que la problemática energética tiene una fuerte discrepancia entre las escalas temporales que motivan las decisiones y los efectos que éstas provocan. En Chile, esta discrepancia se ha evidenciado debido a la discusión sobre el rechazado proyecto termoeléctrico Barrancos y los polémicos proyectos Central termoeléctrica Castilla y Central HidroAysén (Raineri y Contreras, 2010).*

*El crecimiento del consumo energético en Chile está asociado al crecimiento económico, por lo que se espera que la demanda por electricidad crezca a una tasa cercana al 5% anual (O’Ryan, 2008). La escasez de fuentes energéticas convencionales, tales como petróleo, carbón y gas natural, sugiere que este crecimiento debe ser compensado con un conjunto de alternativas que deben incluir, además de centrales termoeléctricas e hidroeléctricas, centrales solares, eólicas y*

*mareomotrices, entre otras. Las energías geotérmica y nuclear tampoco deben descartarse aunque su implementación conlleva desafíos técnicos y económicos de mayor envergadura (CNEC, 2009; Morata, 2011).*

*Dos importantes características del territorio de Chile son su gran extensión longitudinal con acceso al mar y la presencia del desierto de Atacama. El mar representa una fuente energética que se puede explotar por medio de las mareas, las olas, las corrientes y los gradientes térmicos (Khaligh y Onar, 2010). El fácil acceso al mar desde cualquier lugar del territorio hace atractiva la explotación de este recurso y necesaria la cuantificación de su potencial (Cruz et al., 2009). De la misma forma, una gran fuente de energía solar es el desierto de Atacama (CNE, 2009). Si bien las ciudades emplazadas en esta zona representan sólo el 8% de la población del país (INE, 2003), la gran industria minera concentra sus actividades en esta área.*

*Por esta razón, cabe preguntar si el consumo eléctrico de estas empresas puede satisfacerse con el uso de energía solar.*

*Teniendo en cuenta estos antecedentes, Chile debe optar por desarrollar una matriz energética que le permita asegurar el suministro y aprovechar el potencial de las energías renovables. Al mismo tiempo, aprovechando que los niveles de consumo son menores que los de muchos países industrializados, se debe estimular la conservación energética a través de hábitos de consumo y la inserción de nuevas tecnologías. Un ejemplo de esto es la incorporación de sistemas distribuidos de generación y almacenamiento de energía renovable que no requieren la construcción de centrales y redes de distribución.*

*Este artículo analiza la relación entre el consumo energético y el desarrollo de las naciones, destacando el caso de Chile en el contexto mundial. Este análisis clasifica el consumo energético por fuentes, destacando sus implicaciones en la seguridad de suministro y en la generación de contaminantes. Además, se analiza el desarrollo del sector eléctrico y el potencial aporte de las energías solar, eólica y marina a la matriz energética de Chile.*

### **Consumo energético mundial**

*La tasa de consumo de energía primaria TCE [W], que corresponde al consumo de energía primaria anual E [J] dividido en el tiempo t [s], considera el uso de fuentes energéticas fósiles como petróleo, gas natural y carbón, y el uso de energías renovables como energía eólica, solar, geotérmica, hidroelectricidad y biomasa (CNE, 2010a). El consumo energético per cápita se obtiene dividiendo el consumo energético primario por el número de habitantes del país.*

*La tasa de consumo mundial de energía primaria el 2007 fue de 16.1 TW (TW = Tera-Watt =  $10^{12}$  W) (EIA, 2010). Los mayores consumidores fueron Estados Unidos, China, Rusia, Japón e India con un 52% del consumo total. El consumo per cápita de algunos de estos países se presenta en la Figura 1. Si bien el consumo total de India y China es elevado, su consumo per cápita es menor que el promedio mundial (2.4 kW/persona el 2007). El consumo promedio de Chile, en cambio, ha sido superior al promedio mundial desde el año 2000.*

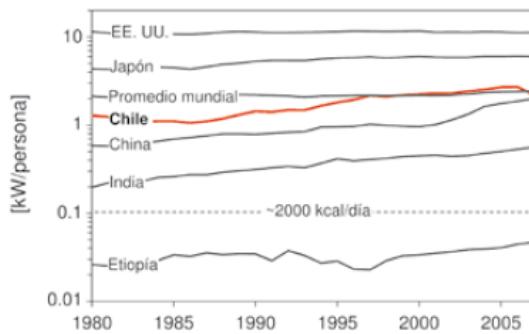


Figura 1: Tasa de consumo per cápita de energía primaria (datos de EIA, 2010)

El consumo energético está asociado al desarrollo de un país, el cual se puede estimar mediante el Índice de Desarrollo Humano IDH (PNUD, 2010). Este índice no sólo considera el ingreso bruto nacional como medida del bienestar, sino que incorpora índices referentes a salud y educación. El IDH se define a partir del 2010 como la media geométrica de los índices de esperanza de vida, de educación y del ingreso nacional bruto. El índice de educación incluye los índices de años de educación promedio y de años esperados de instrucción. La Figura 2 muestra el IDH como función de la tasa de consumo energético per cápita el 2007 y destaca la evolución de Chile, EE.UU., China e India desde 1980 hasta 2007 (UNDP, 2010a; UNDP, 2010b). Como es evidente, el nivel de desarrollo de los países es directamente proporcional a su consumo energético. El consumo mínimo de los países con altos índices de desarrollo es aproximadamente 4 kW/persona. Este valor contrasta con el bajo consumo de muchos países africanos que no supera los 100 W/persona, el equivalente a una dieta alimenticia de 2000 kcal/día (Santamarina, 2006). En el otro extremo se encuentran países como EE.UU. con una tasa de consumo de 11 kW/ persona, cuatro veces superior al promedio mundial.

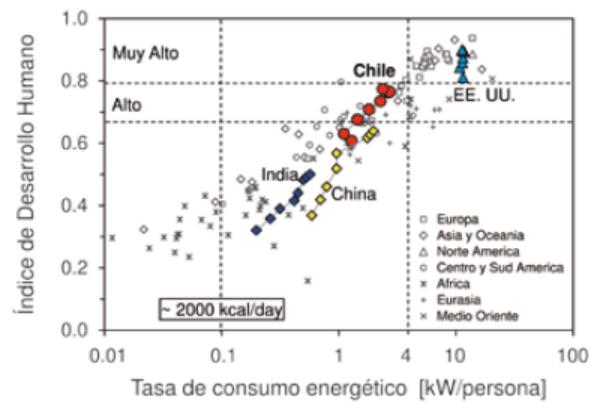


Figura 2: Consumo energético y desarrollo. La evolución de Chile, India, China y EE.UU. corresponde a los años 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2006 y 2007. El resto de los países con población superior a tres millones de habitantes corresponde a datos del año 2007 (datos de EIA, 2010; UNDP 2010a; UNDP 2010b)

*La trayectoria de crecimiento de un país se puede considerar como una medida de eficiencia del uso energético. La Figura 3 muestra un detalle del índice de desarrollo humano de algunos países con tasas de consumo energético menor a 5 kW/persona. Países latinoamericanos como Uruguay y Cuba han alcanzado índices de desarrollo comparables al chileno, pero con menores incrementos de consumo. Países como Portugal e Israel, con índices "muy altos" (superiores a 0.785) y que consumen a tasas menores que la mayoría de los países industrializados, pueden considerarse como modelos de desarrollo. Casos como el de China, con un consumo energético similar al de Chile en 1995, evidencian que un pronunciado desarrollo económico no implica necesariamente un desarrollo social en educación y salud. Chile ha experimentado un incremento sostenido de aproximadamente 0.06 puntos por kW/persona (excluyendo el año 2007). Siguiendo esta tendencia, el país podría alcanzar un índice de desarrollo "muy alto" con una tasa de consumo energético de 3.3 kW/ persona, muy similar a la de Portugal (3.5 kW/persona).*

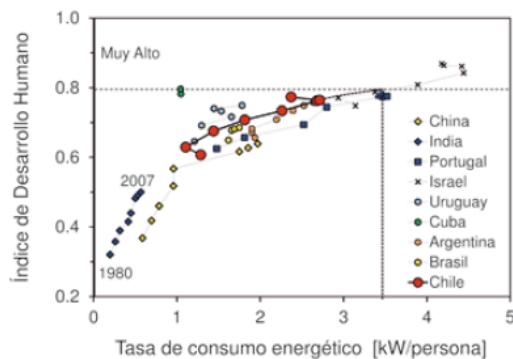


Figura 3: Consumo energético y desarrollo. Chile en el contexto mundial. La evolución de todos los países corresponde a los años 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2006 y 2007 salvo Cuba solo en 2006 y 2007 (datos de EIA, 2010; UNDP 2010a; UNDP 2010b)

### **Consumo energético en Chile**

*La evolución por fuentes de la tasa de consumo bruto de energía primaria en Chile desde 1991 hasta 2008 se muestra en la Figura 4. La figura distingue entre fuentes energéticas importadas y domésticas. La tasa de consumo total el 2008 fue de 33.2 GW, de los cuales el 71% corresponde a combustibles fósiles como petróleo, gas natural y carbón. Del total de energía, 64% corresponde a importaciones principalmente de petróleo y carbón. Estos elevados valores anticipan que problemas asociados al deterioro de relaciones con países proveedores y la escasez de recursos, como el experimentado con el gas natural durante la crisis Argentina (Kozulj, 2005), pueden afectar el suministro energético.*

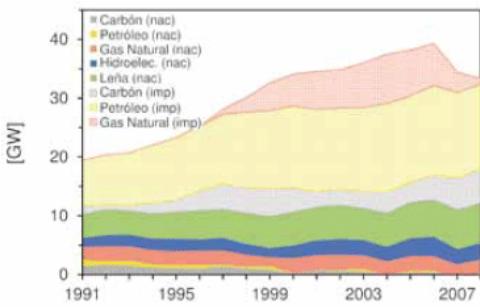
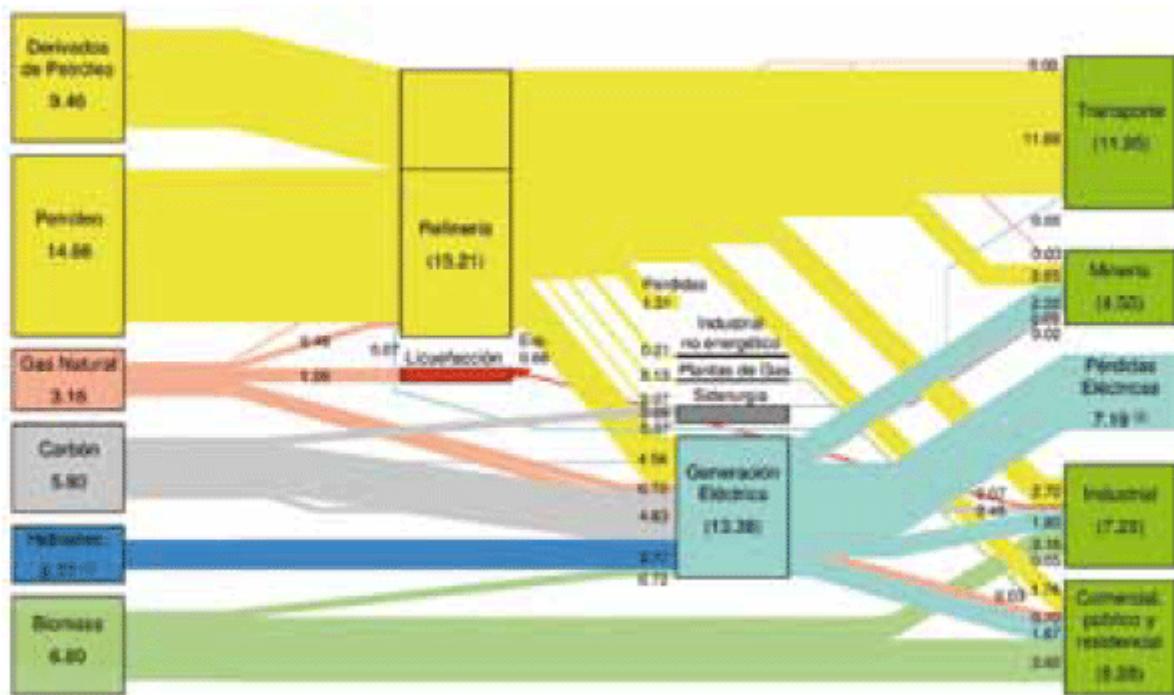


Figura 4: Tasa de consumo energético bruto primario de Chile. Fuentes energéticas nacionales (nac) e importadas (imp). El contenido calórico de la hidroelectricidad es 1 kWh/kWh<sub>e</sub> (datos de CNE, 2010a)

*El flujo energético de Chile el 2008 se presenta en la Figura 5. El consumo neto de energía que se muestra es la suma del consumo bruto de energía primaria más las importaciones netas de energía secundaria (importaciones menos exportaciones). La mayoría de los productos derivados del petróleo son importaciones que se suman a las de energía primaria. El excesivo uso de fuentes energéticas importadas compromete la seguridad energética del país ya que aumenta el riesgo de suministro y los niveles de dependencia. La Figura 5 indica que el petróleo se destina principalmente al sector transporte. Sin embargo, la reducción de las importaciones de gas natural ha estimulado un incremento del petróleo diesel como fuente de generación eléctrica. El detalle del consumo de este sector se analiza a continuación.*

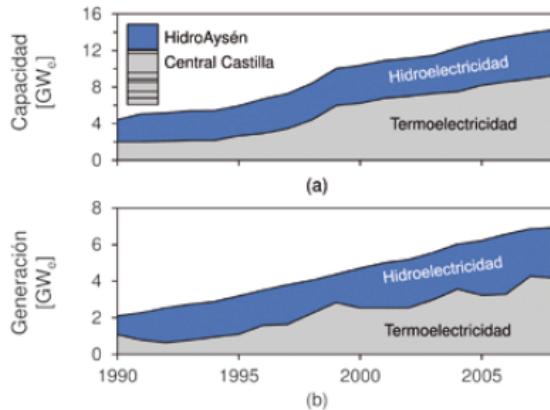


*Figura 5: Flujo de energía en Chile. Los valores corresponden al 2008 y son expresados como tasa de consumo energético en GW. Los consumos de sectores secundarios no consideran el autoconsumo (datos de CNE, 2010a)*

### **Generación y capacidad eléctrica en Chile**

*La Figura 6 muestra un detalle de la capacidad instalada y la generación eléctrica en Chile desde 1990 hasta 2008 y especifica la fracción correspondiente a hidro y termoelectricidad. La generación total el 2008 fue 6.95 GW<sub>e</sub>, aproximadamente la mitad de la capacidad (14.30 GW<sub>e</sub>), y el consumo per cápita fue 0.42 kW<sub>e</sub>/persona. La tasa de crecimiento anual de la generación desde 1990 es aproximadamente 7%.*

*A partir del 2007, cerca del 60% de la electricidad se generó en centrales termoeléctricas. Las fuentes energéticas utilizadas por estas centrales son, en su mayoría, importaciones de carbón y derivados del petróleo (Figura 5). Sólo la generación hidroeléctrica, que alcanzó el 40% del total el 2008, puede considerarse como una fuente energética doméstica.*



*Figura 6: (a) Capacidad instalada y b) generación eléctrica por fuentes en Chile. El inserto en a) corresponde a los 8.85 GW<sub>e</sub> de centrales eléctricas proyectadas (datos de CNE, 2010a; SEA, 2010)*

*Del flujo energético de la Figura 5 y la generación eléctrica de la Figura 6 se puede estimar la eficiencia de las plantas termoeléctricas. El consumo de combustibles fósiles, es decir, petróleo y derivados, gas natural y carbón, fue equivalente a 9.89 GW el 2008, mientras que la generación eléctrica en plantas termoeléctricas fue 4.17 GW<sub>e</sub> (CNE, 2010a; SEA, 2010). Por lo tanto, la eficiencia obtenida dividiendo la generación por el consumo de combustibles fósiles es 42%.*

*La Figura 6 también muestra la capacidad de las plantas eléctricas proyectadas, algunas de las cuales se encuentran en etapa de evaluación ambiental (SEA, 2010). Las más destacadas son el proyecto Hidroeléctrico Aysén con 2.75 GW<sub>e</sub> y la central termoeléctrica Castilla con 2.10 GW<sub>e</sub>. Si se asume un factor de planta del 78% (Rainieri y Contreras, 2010), ambas centrales generarían 3.78 GW<sub>e</sub>, equivalente a un 54% de la generación del país el 2008.*

La demanda eléctrica total dentro de  $n$  años  $De_n [GW_e]$  basada en el consumo del año 2008  $De_0 [GW_e]$  y una tasa de crecimiento anual constante  $t_c [\%]$  se puede estimar como,

$$De_n = De_0 \left(1 + \frac{t_c}{100}\right)^n \quad (1)$$

Considerando  $De_0 = 6.95 GW_e$  y una tasa de crecimiento anual  $t_c = 4\%$ , como la experimentada entre 2005 y 2008, el consumo dentro de 15 años (para el año 2023) sería  $De_n = 12.52 GW_e$ . Este valor concuerda con estimaciones más detalladas que asumen un acoplamiento entre el consumo eléctrico y el crecimiento del producto interno bruto PIB (O'Ryan, 2008).

Si se suma la generación actual de  $6.95 GW_e$  y la proporcionada por HidroAysén y la central Castilla  $3.78 GW_e$ , la generación total sería de  $10.73 GW_e$ , es decir, el 86% de la demanda el 2023. Considerando un aporte extra de  $8.37 GW_e$  de generación, correspondiente a  $15.22 GW_e$  de capacidad planificada (SEA, 2010) con un factor de planta de 55%, la oferta total sería  $19.10 GW_e$ . Este valor excede en un 53% la generación necesaria para satisfacer el incremento de demanda para los próximos 15 años previamente calculado. Cabe preguntarse si la apuesta por fuentes energéticas convencionales es exagerada o si la apuesta por energías renovables muy exigua.

### **Desarrollo sostenible**

El crecimiento de las naciones debe asegurar un desarrollo sostenible, que compatibilice el uso y la capacidad de regeneración de los recursos naturales. El calentamiento global asociado al exceso de emisiones de gases que agudizan el efecto invernadero es un ejemplo del desbalance que existe actualmente (IPCC, 2007). Si bien se puede argumentar sobre las causas de esta problemática, no se puede desconocer que sus efectos pueden tener fuertes repercusiones en la economía Chilena (CEPAL, 2009).

Uno de los aportes más directos de un país al incremento global en la concentración de gases de efecto invernadero es la emisión de dióxido de carbono  $CO_2$  (IPCC, 2007). La Figura 7 muestra la evolución de las emisiones de  $CO_2$  con respecto a la tasa de consumo energético para diferentes países desde 1980 hasta 2007 (WB, 2010). La clara relación de proporcionalidad entre el consumo energético y las emisiones de  $CO_2$  indica que éstas son un producto directo del crecimiento económico y el desarrollo. Chile ha experimentado un aumento sostenido de las emisiones, lo que puede ser explicado por el elevado consumo de combustibles fósiles, mayoritariamente por los sectores transporte y generación eléctrica.

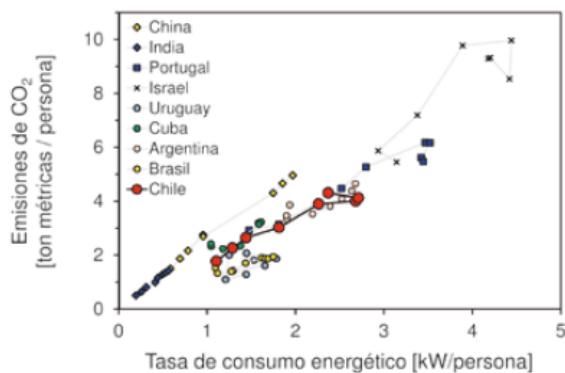


Figura 7: Emisiones de dióxido de carbono per cápita. La evolución de los países corresponde a los años 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2006 y 2007 (datos del WB, 2010; EIA, 2010)

Considerando el sector eléctrico, estimaciones de emisiones de dióxido de carbono equivalente por kWh<sub>e</sub> de electricidad generada por distintas tecnologías se muestran en la Figura 8 (Weisser, 2007). Las emisiones de plantas a petróleo diesel y carbón son al menos 10 y 20 veces mayores que las de plantas hidroeléctricas, respectivamente. Esto indica que la mitad de la electricidad generada en Chile contamina al menos 10 veces más que la hidroelectricidad.

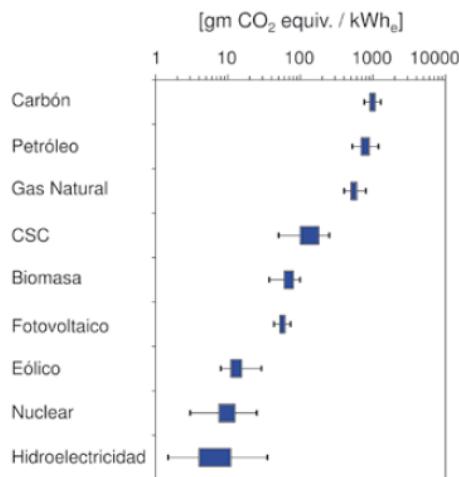


Figura 8: Emisiones de gases de efecto invernadero durante el ciclo de vida de plantas eléctricas. Los cuadros representan la desviación estándar mientras que las barras los mínimos y máximos valores reportados, CSC: captura y secuestro de carbono (datos de Weisser, 2007)

Otro indicador que cuantifica el impacto de las actividades de una sociedad en el ambiente es la huella ecológica. Este indicador, expresado en hectáreas globales por persona, se define como el territorio ecológicamente productivo de un país necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos de su población (Ewing et al., 2008). El cálculo de la huella ecológica incluye la huella de carbono y por ende las emisiones de dióxido de carbono. Del mismo modo, se define bio-capacidad como el territorio necesario para generar los recursos y absorber los desechos. La Figura 9a muestra la huella ecológica de diversos países en relación a su tasa de

consumo de energía primaria per cápita. Claramente se observa que la huella ecológica aumenta con el consumo energético. La Figura 9b presenta el índice de reserva ecológica, que se define como la razón entre la bio-capacidad y la huella ecológica, versus la tasa consumo de energía primaria per cápita. Países con índices de reserva ecológica menores a uno no tienen una capacidad de desarrollo sostenible. Dentro de este grupo de países se encuentran aquellos que consumen a tasas elevadas y/o poseen una alta densidad de población. El índice de reserva de Chile el 2008 fue 1.4. Si bien este valor es aceptable, su evolución en el futuro depende del balance entre el crecimiento de la huella ecológica y la protección de la bio-capacidad del país.

Todos estos antecedentes indican que el desarrollo de Chile en el largo plazo debe estar acompañado por un incremento del uso de energías renovables y una reducción del consumo de combustibles fósiles. Como se demuestra en la siguiente sección, Chile cuenta con inmejorables posibilidades de explotar una considerable variedad de alternativas renovables.

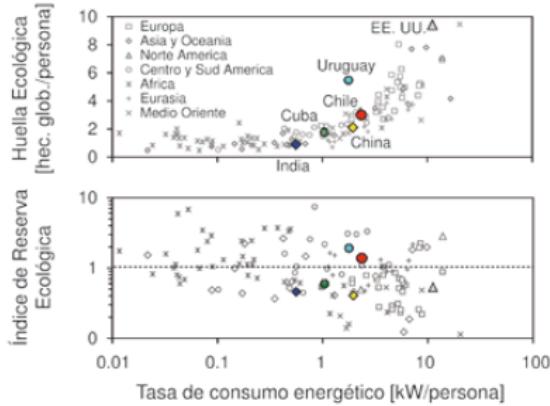


Figura 9: Huella ecológica e índice de reserva ecológica según tasa de consumo de energía primaria (datos de EIA, 2010; Ewing et al., 2008)

### Potencial de energías renovables en Chile

A continuación se presenta un análisis que permite cuantificar el potencial de la energía solar, eólica y marina en Chile. El análisis estima el orden de magnitud de la energía aprovechable basado en ecuaciones físicas fundamentales. El objetivo es demostrar las favorables condiciones del país para la explotación de este tipo de energía. Al final de la sección se comparan los costos de generación eléctrica mediante el uso de fuentes renovables y fósiles.

#### Energía solar

El norte de Chile cuenta con excepcionales niveles de irradiación debido a su escasa nubosidad y cercanía al trópico. Sin embargo, a pesar de estas incomparables ventajas, muy pocos esfuerzos se han orientado a la masificación del uso de paneles fotovoltaicos y colectores solares. Ni siquiera la gran minería, que concentra sus actividades en esta zona, en sus mejores tiempos de bonanza ha intentado desarrollar estas tecnologías. El siguiente análisis cuantifica el potencial de la energía solar como fuente de energía eléctrica utilizando paneles fotovoltaicos.

Considerando una irradiación global anual  $I_g$  [ $\text{kWh}/\text{m}^2$ ], el número de horas de sol equivalente HSE [hrs] con una irradiación estándar  $I_e$  [ $\text{kW}/\text{m}^2$ ] (se adopta  $I_e = 1 \text{ kW}/\text{m}^2$ ) es

$$HSE = \frac{I_g}{I_e} \quad (2)$$

La potencia eléctrica  $P_{gs}$  [kW] que se puede generar si se dispone de  $NP$  paneles fotovoltaicos con potencia nominal  $P_{PV}$  [kW<sub>max</sub>], donde  $W_{pmax}$  es la potencia máxima de un panel bajo irradiación estándar  $I_e = 1 \text{ kW/m}^2$ , a una temperatura de 25°C y una masa de aire  $MA = 1.5$  (Lynn, 2010), se determina como

$$P_{gs} = NP P_{PV} \frac{HSE}{HA} \quad (3)$$

donde  $HA$  es la cantidad de horas anuales, es decir,  $HA = 8760$  hrs. El área de un panel fotovoltaico  $A_p$  [ $\text{m}^2$ ] se puede definir en función de la eficiencia de conversión de energía del panel  $\eta$ , la potencia del panel  $P_{pv}$  y la irradiación estándar  $I_e$  como

$$A_p = \frac{P_{PV}}{I_e \eta} \quad (4)$$

El área total de paneles  $AT_p$  [ $\text{m}^2$ ] necesaria para generar una potencia eléctrica  $P_{gs}$  se puede obtener reordenando (3) para obtener el número de paneles  $NP$  y multiplicando por  $A_p$

$$AT_p = \frac{P_{gs} HA}{I_g \eta} \quad (5)$$

En este simple análisis, el área total depende sólo de la potencia eléctrica necesaria, la irradiación promedio del sitio y la eficiencia de conversión de energía del panel fotovoltaico. Si se define la tasa de irradiación global anual  $I_t$  [ $\text{kW/m}^2$ ] como

$$I_t = \frac{I_g}{HA} \quad (6)$$

el área total es

$$AT_p = \frac{P_{gs}}{I_t \eta} \quad (7)$$

Asumiendo una irradiación global anual similar a la medida en la ciudad de Calama  $I_g = 2190 \text{ kWh/m}^2$ , equivalente a una tasa de irradiación global anual  $I_t = 250 \text{ W/m}^2$  (CNE et al., 2008), y una eficiencia de los paneles  $\eta = 0.15$  (Lynn, 2010), el área necesaria para generar una potencia eléctrica similar al consumo de la industria minera el 2008  $P_{gs} = 2.4 \text{ GW}$  (Figura 5) es  $AT_p = 64 \text{ km}^2$ . Este simple análisis demuestra que si esta generación se pudiera concentrar en la Región de Antofagasta, donde se encuentra la mayor parte de la industria minera, la energía solar sería capaz de sostener este consumo con una superficie de paneles fotovoltaicos del orden de 64

$\text{km}^2$  ( $\sim 8 \text{ km} \times 8 \text{ km}$ ). La potencia eléctrica que se puede generar usando paneles fotovoltaicos por unidad de área horizontal  $PA_s$  [ $\text{W/m}^2$ ] es

$$PA_s = I_t \eta \quad (8)$$

### Energía Eólica

La energía cinética  $EC$  [J] de un flujo de aire de densidad  $\rho$  [ $\text{kg/m}^3$ ] que atraviesa un área transversal  $A$  [ $\text{m}^2$ ] en un tiempo  $t$  [s] a una velocidad  $v$  [ $\text{m/s}$ ] es (Khaligh y Onar, 2010)

$$EC = \frac{1}{2} \rho v^3 A t \quad (9)$$

La densidad de potencia  $DP_v$  [ $\text{W/m}^2$ ] se obtiene dividiendo la energía por el tiempo y el área transversal

$$DP_v = \frac{1}{2} \rho v^3 \quad (10)$$

Esta expresión sugiere que la energía que se puede extraer de un flujo de aire es fuertemente dependiente de su velocidad. Si bien la densidad del aire es una función de la temperatura y la presión atmosférica, se puede considerar constante en términos prácticos. Sin embargo, la velocidad puede fluctuar considerablemente durante el año. Es por esto que una adecuada estimación de la velocidad es clave para determinar la densidad de potencia.

Para estimar la densidad de potencia en un sitio en forma más precisa se debe adoptar en la ecuación (10) la mejor aproximación de la velocidad del viento al cubo  $(v^3)_{\text{prom}}$ .

Asumiendo que la función de densidad de probabilidad del viento durante el año es Rayleigh (Masters, 2004), este valor se puede asociar a la velocidad promedio anual del sitio  $v_p$  [ $\text{m/s}$ ]

$$(v^3)_{\text{prom}} = \frac{6}{\pi} v_p^3 \quad (11)$$

Para estimar la velocidad promedio del viento durante un año se debe considerar además que la velocidad del viento es directamente proporcional a la altura desde la superficie. Los aerogeneradores capturan la energía cinética del viento a través de aspas de largo  $r$  [m] conectadas a un rotor. El área que abarcan las aspas es  $A = \pi r^2$  [ $\text{m}^2$ ]. Este sistema se monta sobre una torre de altura  $H$  [m] que se diseña para alcanzar las más favorables velocidades y densidades. La eficiencia de los aerogeneradores, llamada coeficiente de potencia  $C_p$  (Khaligh y Onar, 2010) depende de la eficiencia del rotor, del sistema de transmisión y del generador, y se expresa como función de la velocidad del viento. En términos prácticos, este valor es aproximadamente  $C_p = 0.3$ , como referencia, la máxima energía que se puede extraer de la energía cinética del viento es 59.3% según la ley de Betz (Khaligh y Onar, 2010). Con todas estas consideraciones, la potencia eléctrica que se puede generar a partir de la energía eólica  $P_{gv}$  [ $\text{kW}$ ] es

$$P_{gv} = \frac{3}{\pi} \rho v_p^3 A C_p \quad (12)$$

donde  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] y  $v_p$  [m/s] son la densidad y la velocidad promedio del aire a una altura  $H$  [m], respectivamente,  $A$  [m<sup>2</sup>] es el área que abarcan las aspas del aerogenerador y  $C_p$  [-] su coeficiente de potencia. Adoptando una densidad del aire  $\rho = 1.225$  kg/m<sup>3</sup>, una velocidad promedio anual  $v_p = 5$  m/s, similar al reportado por la CNE según simulación numérica para la Región de Antofagasta (CNE, 2009), la densidad de potencia es  $DP_v = 146$  W/m<sup>2</sup>. Considerando además un área  $A = 5027$  m<sup>2</sup> equivalente al área que abarcan las aspas de 40 m de largo de los aerogeneradores del Parque Eólico Canela y un coeficiente de potencia  $C_p = 0.3$ , correspondiente al del aerogenerador a  $v_p = 5$  m/s (Vestas, 2008), la potencia eléctrica que se puede generar es  $P_{gv} = 221$  kW.

Considerando un factor por eficiencia de grupo y un área horizontal por aerogenerador  $A_{ha}$  [m<sup>2</sup>], la potencia eléctrica que se puede generar usando aerogeneradores por unidad de área horizontal  $PA_a$  [W/m<sup>2</sup>] es

$$PA_a = \frac{P_{gv} \eta_g}{A_{ha}} \quad (13)$$

Asumiendo una eficiencia de grupo  $\eta_g = 0.8$  y un área horizontal por aerogenerador dada por seis largos de aspa entre aerogeneradores contiguos y diez largos de aspa entre filas de aerogeneradores (Masters 2004), la potencia eléctrica es  $PA_a = 1.8$  W/m<sup>2</sup>. Este valor indica que el uso de energía eólica es menos eficiente que el uso de paneles fotovoltaicos en términos de uso de suelo. Por ejemplo, para generar una potencia eléctrica  $P_{gv} = 2.4$  GW se requieren 10,860 aerogeneradores, que es equivalente a un área horizontal aproximada de 1300 km<sup>2</sup>.

### **Energía marina**

Dos formas de extraer energía del mar son a través de la energía de las mareas y la energía de las olas (Holthuijsen, 2007; Khaligh y Onar, 2010). La energía de las mareas se puede estimar en forma análoga a como se estimó la energía cinética del viento en la sección anterior. La diferencia radica en la densidad del medio, en este caso agua de mar, y la velocidad del flujo. La densidad del mar fluctúa alrededor de  $\rho_m = 1025$  kg/m<sup>3</sup> y la velocidad del flujo es generalmente menor que la del viento. La energía de una ola se puede estimar considerando una ola sinusoidal como la mostrada en la Figura 10. La energía potencial y cinética total de esta ola  $E_w$  [J/m<sup>2</sup>] con respecto a su nivel basal es (Holthuijsen, 2007).

$$E_w = \frac{1}{2} \rho_m g \left( \frac{H}{2} \right)^2 \quad (14)$$

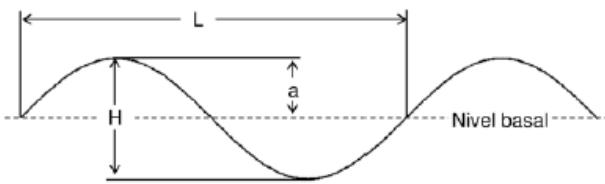


Figura 10: Parámetros de una ola sinusoidal

donde  $\rho_m$  [kg/m<sup>3</sup>] es la densidad del agua de mar,  $g$  [m/s<sup>2</sup>] es la aceleración de gravedad y  $H$  [m] es el doble de la amplitud de la ola.

La velocidad de fase de la ola  $v_f$  [m/s] es la longitud de onda  $L$  [m] dividido por el periodo de la ola  $T$  [s]. En sistemas profundos, la velocidad de grupo es (Holthuijsen, 2007).

$$v_g = \frac{gT}{4\pi} \quad (15)$$

la mitad de la velocidad de fase.

La potencia de una ola por unidad de longitud  $P_w$  [W/m] es la energía cinética total de la ola multiplicado por la velocidad de grupo, es decir,

$$P_w = \frac{\rho_m g^2 H^2 T}{32\pi} \quad (16)$$

Multiplicando este valor por el largo del frente de la ola, perpendicular a la dirección de propagación, se obtiene la potencia total.

Las olas de la costa de Chile son muy propicias para la generación eléctrica por la reducida variabilidad estacional, su baja dispersión direccional y altos periodos (Monárdez et al., 2008). Además, la batimetría es apropiada dada las fuertes pendientes que permiten alcanzar grandes profundidades cerca de la costa. Por ejemplo, una ola típica en el centro de la costa chilena de altura  $H = 2$  m, periodo  $T = 12$  s, considerando una densidad  $\rho_m = 1025$  kg/m<sup>3</sup>, tiene una potencia por unidad de longitud  $P_w = 47$  kW/m. En general, la potencia de las olas aumenta de 20 a 90 kW/m desde el extremo norte hasta el extremo sur del país (Monárdez et al. , 2008).

Considerando una eficiencia de conversión energética  $\eta_v$  [-], la potencia eléctrica que se puede generar utilizando convertidores de energía undimotriz por unidad de longitud  $PA_m$  [W/m] es

$$PA_m = P_w \eta_v \quad (17)$$

Utilizando una eficiencia de conversión energética  $\eta_v = 0.3$  correspondiente a la de un convertidor Pelamis (<http://www.pelamiswave.com>), se requiere una longitud aproximada de  $L = 170$  km para satisfacer una demanda de  $P_{gv} = 2.4$  GW.

La Figura 11 resume en forma aproximada el potencial undimotriz y solar a lo largo del territorio chileno. La irradiación global aumenta de sur a norte mientras que la potencia de ola lo hace de norte a sur. La Tabla 1 presenta estimaciones de la potencia eléctrica que se puede generar utilizando paneles fotovoltaicos, aerogeneradores y convertidores de energía undimotriz.

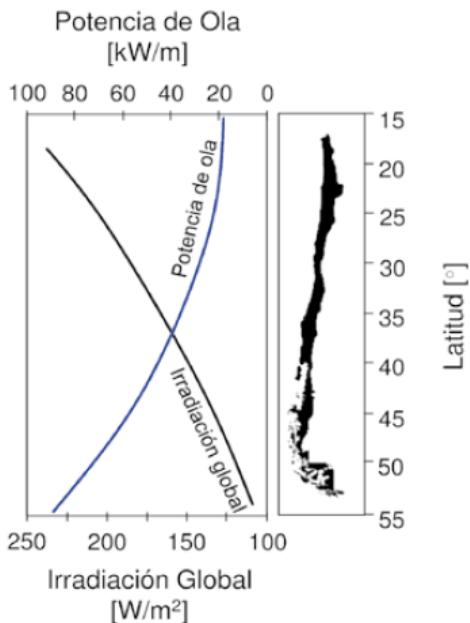


Figura 11: Estimación de irradiación solar global y potencia de ola en Chile. La potencia de la ola corresponde a una profundidad de 50 m (datos de Monárdez *et al.*, 2008; CNE, PNUD y UTFSM, 2008)

Tabla 1: Estimaciones de potencia eléctrica por unidad de área/longitud en Chile

| Energía                   | Valor | Unidad           |
|---------------------------|-------|------------------|
| Solar <sup>(1)</sup>      | 38    | W/m <sup>2</sup> |
| Eólica <sup>(2)</sup>     | 1.8   | W/m <sup>2</sup> |
| Undimotriz <sup>(3)</sup> | 47    | W/m              |

Notas: (1) Estimación para el norte de Chile  
 (2) Estimación para el centro norte de Chile  
 (3) Estimación para la zona central de Chile

## Conclusiones

La tasa de consumo energético per cápita de Chile el 2007 fue de 2.4 kW/persona, similar al promedio mundial. Este valor sostiene un índice de desarrollo humano de 0.773, catalogado como "alto". El mismo valor asciende a 0.783 el 2010, pero se reduce considerablemente debido a la inequidad social. El incremento de este índice está directamente relacionado al consumo energético y si bien el consumo de Chile es menor que el de otros países con un mismo nivel de desarrollo, aún se pueden reconocer países con mayor eficiencia energética. En este sentido, el consumo energético en Chile aún permite tomar decisiones tendientes a mejoras en eficiencia y

*conservación, situación distinta a la de países como EE.UU. donde estas alternativas son difíciles de implementar (Pasten y Santamarina, 2012).*

*Del consumo total de energía primaria, el 64% corresponde a importaciones. Si se considera el consumo neto de energía, este valor se incrementa, dejando en evidencia la fuerte dependencia chilena de fuentes energéticas foráneas. Cerca del 70% del consumo energético de Chile corresponde a combustibles fósiles como gas natural, carbón, petróleo y sus derivados. Este consumo tiene un impacto directo en el incremento global de las emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y gases de efecto invernadero. Las emisiones per cápita de CO<sub>2</sub> alcanzaron 4.3 ton métricas/persona el 2007 y se espera un incremento que afectará el balance entre la huella ecológica y la bio-capacidad del país. Actualmente, el índice de reserva ecológica de Chile es levemente superior a la unidad, lo que refleja la crítica situación del país en materia de sostenibilidad energética.*

*La generación eléctrica alcanzó un valor cercano a los 7 GW<sub>e</sub> el 2008 y se estima que el consumo se duplicará en los próximos 15 a 20 años. Para satisfacer esta demanda, existe una serie de proyectos termoeléctricos que impactarán directamente en las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, la mayoría de estos proyectos dependería de combustibles importados que seguirían comprometiendo la seguridad energética del país.*

*Chile cuenta con abundantes fuentes de energía solar y marina en el norte y sur del país, respectivamente. Si bien su aprovechamiento depende en gran medida de considerables inversiones iniciales, la internalización de los costos asociados a las emisiones de contaminantes, la seguridad de suministro y transmisión-distribución de otras fuentes, harían estas alternativas más competitivas en el futuro. Probablemente, la contribución de este tipo de energías a la generación total del país no sea significativa en el corto plazo, pero se debe invertir fuertemente en su desarrollo comenzando, por ejemplo, por la industria minera cuya ubicación coincide con las zonas de mayor irradiación del país. La inversión en fuentes alternativas de energía podría representar enormes beneficios para el desarrollo sostenible de Chile, más aun si se considera la fuerte dependencia actual del uso de combustibles fósiles importados." (Pastén, 2012)*

### ***"Sociedad fotovoltaica***

*¿Habrían supuesto cuatro eminentes físicos como Becquerel, Hertz, Albert Einstein o Robert Millikan, que en los albores del siglo XXI la sociedad mundial consideraría de manera seria recurrir al efecto fotoeléctrico como alternativa para hacer frente a una creciente escasez de los recursos naturales no renovables utilizados como combustible?*

*Puede que las brillantes mentes de estos científicos hayan soñado con ello y también que la utilización tecnológica de sus descubrimientos se convertiría en un negocio lucrativo para empresarios visionarios, capaces de aprovechar estos adelantos y de paso acumular conspicuas riquezas. Pero además es respetuoso suponer que todos ellos pensaron que la inevitable mercantilización de sus descubrimientos sería la única forma de acercar los beneficios de la ciencia a la gente común y corriente. Quizás solo por esto último se mostrarían agradecidos.*

*Un conjunto de celdas de silicio forma un panel fotovoltaico, resultante tecnológico que por estos días es el dispositivo fabricado más ampliamente desarrollado para el aprovechamiento de la conversión de energía solar en energía eléctrica, que ocurre en el choque de fotones sobre los electrones libres en cadenas de cristales de silicio. Hoy en día existen millones de unidades de paneles fotovoltaicos instalados en todo el mundo, cubriendo un área cercana a los 600.000 kilómetros cuadrados, superficie superior al territorio de 150 naciones independientes de un total de 197 países asociados a la Organización de Naciones Unidas.*

*En el informe anual 2012 de la EPIA (European PV Industry Association) se afirma que ese año se superó la barrera de los 100 GW de energía solar fotovoltaica instalada en el mundo, cosa que nadie hubiera imaginado hace 10 años, como lo ha declarado el mismo presidente de EPIA, Winfried Hoffmann. Esta prestigiosa asociación señala que el mercado de la industria fotovoltaica en Europa se enfrenta, claramente, a tiempos económicos difíciles, pero a pesar de la creciente incertidumbre regulatoria, el viejo continente ha logrado repetir el récord del 2011 y, en el mundo entero, la instalación de nuevos generadores fotovoltaicos logra mantener la tendencia de crecimiento exponencial del porcentaje de su participación frente a las otras fuentes de la matriz energética. Un informe anterior de la EPIA, "Unlocking the Sunbelt Potential of Photovoltaics" (Liberar el potencial de la energía fotovoltaica) del año 2011, muestra el desarrollo de la energía fotovoltaica fuera de Europa, señalando que China, Australia, India e Israel han experimentado un incremento del desarrollo en el mercado fotovoltaico y también otros países como México, Sudáfrica y Chile se están sumando a esta carrera. Un dato más, la energía solar fotovoltaica producida en el mundo, hoy evita la emisión de 53 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> cada año, las que de otro modo se hubiesen producido en centrales generadoras a carbón, funcionando las 24 horas del día.*

*Los expertos mundiales fijan en tres los factores que permitirán la expansión definitiva de las instalaciones fotovoltaicas en otros países del mundo, fuera de Europa, zona que ya posee un mercado fotovoltaico maduro. Estos factores son: 1) La capacidad de atracción de capitales (foráneos o propios) debido a la adopción de políticas económicas permanentes con respaldo estatal, 2) Leyes regulatorias de explotación y expansión del sistema eléctrico existente, que le permitan competir sanamente a los nuevos inversionistas de generadores fotovoltaicos y 3) El atractivo y la plena aceptación ciudadana que supone la utilización de la energía fotovoltaica asociándola a un noble valor, acuñado a fuerza en estos últimos treinta años (Protocolo de Kioto de por medio, 1997), la protección del medioambiente.*

*Es sencillo demostrar que respecto del desarrollo de los sistemas de generación eléctrica utilizando paneles fotovoltaicos, como de sus aplicaciones, de sus ventajas y desventajas, se han escrito miles o quizás millones de documentos publicados por entidades gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, universidades, centros de investigación, empresas tecnológicas, entidades bursátiles, agrupaciones políticas, etc., pero lo que ha faltado decir, quizás por el hecho de que aún no se ha percibido cabalmente, que los autores de esos informes han estado transformando a la sociedad actual, dirigiéndola sin apreciar nítidamente el norte, hacia una comunidad más sensible, que descubre poco a poco cómo la existencia de otras fuentes de energía pueden sustentar la vida, como la concebimos hoy, apegada a la tecnología, pero no sometida a la urbe. Una sociedad que tampoco quiere ser cómplice de seguir erosionando el planeta Tierra, sino que ahora entiende que es posible mantener en alto grado los privilegios de la ciudad, viviendo en un agradable sector rural. Poco falta que el ciudadano común se sienta partícipe de una nueva comunidad mundial donde parte de su afán cotidiano esté por aprovechar las ventajas de los sistemas fotovoltaicos, una sociedad fotovoltaica.*

*Los conceptos de "eficiencia energética", "matriz energética sustentable", "smartgrid city", "inyección a la red" son cada vez más internalizados por las comunidades modernas, grupos organizados de ciudadanos por todo el mundo demandan a sus gobernantes proteger el medioambiente, teniendo como respaldo innumerables ejemplos del uso de las energías renovables en reemplazo de las fuentes contaminantes y en eso la utilización de los sistemas fotovoltaicos es visto con buenos ojos. La promulgación de leyes de incentivos como "net metering" o "generación distribuida" acercan los beneficios de poseer pequeños generadores eléctricos a la gente común. Pareciera ser que una nueva tecnología de inversores, en realidad "microinversores" de pequeña potencia, será la piedra angular desde la cual se constituirá una nueva clase de sociedad muy cercana a la utilización habitual de la electricidad producida por los paneles fotovoltaicos. Estos microinversores automáticamente gestionan la calidad de la energía que inyectan a la red en perfecta sincronía con ella, basta que la superficie de paneles fotovoltaicos asociados a uno de estos microinversores reciba los rayos del sol para que con un tomacorriente normal, el hogar comience a ahorrar energía eléctrica, ya que la prefiere a la proveniente de las redes de la compañía distribuidora.*

*Manifestar que el compromiso para la protección del medioambiente es una consecuencia lógica del pensamiento conservador y, por ende, sostenerlo en la aplicación de políticas conservadoras porque se piensa que son mucho más efectivas, es no entender lo que puede significar el aporte magnífico de las nuevas tecnologías y de la ingeniería, para ayudar a la humanidad, a la deseada evolución del pensamiento que hoy enfrenta la economía con el medioambiente. Ninguna otra fuente de energía no convencional expresa con tanta claridad el deseo de las nuevas comunidades de aportar con soluciones para reparar el daño causado por el hombre al medioambiente como los sistemas fotovoltaicos, que parecen poseer un aura mágica y aunque pocos entienden el principio físico de su funcionamiento, simplemente lo asocian a un "aparato" fácil de usar, que hace posible recibir parte de la infinita generosidad de la mayor deidad de la humanidad: el Sol.*

*Los generadores fotovoltaicos de electricidad de la modalidad de "inyección a la red" para uso residencial tienen poco impacto ambiental, la superficie captadora de los rayos del sol, en los casos más simples, puede ser fácilmente instalada en las cercanías del hogar, acomodada en los techos o magníficamente integradas a la arquitectura en caso de las viviendas modernas. En los países europeos, en Estados Unidos, en China, Japón y Corea del Sur, las superficies de paneles fotovoltaicos inundan edificios, plazas, techos de industrias, establecimientos educacionales, barrios residenciales, pequeñas localidades rurales. Hoy en día, la silueta de los paneles*

*fotovoltaicos, su aspecto físico y su color azul metálico es reconocida por millones de seres humanos, quizás en mayor porcentaje por los que habitan las zonas rurales que los de la ciudad.*

*Cualquiera sea el caso, el propietario de un generador fotovoltaico de pequeña potencia alcanzará un nivel de igualdad legal frente a la empresa eléctrica de su área, ambos son productores de energía eléctrica. Mientras los generadores convencionales van perdiendo eficiencia, el combustible es cada vez más caro y contaminante, en cambio, para los generadores fotovoltaicos su fuente primaria es gratis, limpia e inagotable y con los precios actuales de los paneles fotovoltaicos, a una razón de US\$ 2 por cada unidad de Watt, el rango de retorno de la inversión de proyectos fotovoltaicos está entre los 5 y los 8 años, al ciudadano común, preferentemente a un adulto joven se le muestra una magnífica oportunidad de aportar desde su propio hogar para conformar una matriz energética más amable con el medioambiente."(Ovalle Cubillos, 2014)*

***“Si algo funciona bien en Chile, es la agenda energética***

*Declaró Bart Doyle a Revista Energía. El Gerente General de la irlandesa Mainstream Renewable Power Chile, considera que el Ministro ha hecho cambios necesarios que requiere el país para seguir el camino propuesto.*

*Desde el año 2014, cuando se permitió a las renovables presentarse a las licitaciones, el precio de la energía bajó en un 20% y se espera hasta un 40% de descenso en el corto plazo.*

*Esto fue realmente una gran sorpresa para el Gobierno y los privados, pues las renovables lograron lo que no se esperaba: disminuir el precio y dar un servicio de 24 horas, explicó el alto ejecutivo.*

*“La decisión del Gobierno el 2014 de permitir a las renovables participar en las licitaciones ha sido el sueño de este pequeño equipo, que comenzó con no más de 7 personas el 2008 en Chile, cuando el mercado para las renovables aún no se iniciaba. A pesar de ese obstáculo, Mainstream apostó por este país y hoy en día es uno de los países donde contamos con uno de los portafolios de proyectos más amplios y diversos geográficamente” aclaró Doyle.*

*Todo gracias al cambio de las reglas que permitió a la renovables participar a la par con las convencionales, destacó.*

*Por años, aclara Doyle, existió la premisa que el precio no bajaría de los 100 dólares. Y llegaron las renovables al juego y el precio sí bajó, dijo. El mercado se ha hecho, por supuesto, más difícil, pero más competitivo, precisó.*

*Su presencia en Chile desde hace 7 años ha sido una experiencia sólo de ascenso. Confiesa que en un principio se dieron cuenta de que aterrizaron muy pronto, cuando el mercado nacional aún no estaba listo para las renovables, pero apostaron y hoy ven los resultados. Cuentan con una proyección de inversión que sobrepasa los 2 mil millones de dólares en sus proyectos a lo largo del país. Actualmente poseen 33 MW en operación y 2.415 MW en proyectos, de los cuales el 60% es eólico y el 40% solar.*

*Sin embargo, para cumplir sus metas, el problema de la transmisión y saturación de las líneas es una barrera que se debe derribar. Por ejemplo, “si tenemos un proyecto en La Serena para dar energía a Santiago, tenemos que subir el precio, porque hay que cubrir el riesgo de comprar en el mercado Spot, si es que no podemos trasladar la electricidad al destino deseado”.*

*Esta situación, claramente, es menos problemática para empresas convencionales, que tienen varios proyectos en distintas partes, pues pueden “prender y apagar” sus plantas de acuerdo a su necesidad, explicó. Pero para los renovables es un problema y deben incluirlo en el precio.*

*El ejecutivo se pregunta quién financiará esas líneas, lo que califica como un problema que debe solucionar el Gobierno.”(Revista Energia, 2016)*

***"Comisión Nacional de Energía informa nuevo calendario de Licitación de Suministro Eléctrico para clientes regulados.***

*La Comisión Nacional de Energía (CNE) informa que el miércoles 27 de julio de este año, entre las 9:00 y las 13:00 horas, se realizará la Presentación de las Propuestas por parte de las empresas generadoras interesadas en participar en el proceso de Licitación Pública Nacional e Internacional para el Suministro de Potencia y Energía Eléctrica para abastecer los consumos de sometidos a regulación de precios (proceso 2015/01).*

*El próximo proceso licitatorio – cuyo diseño, coordinación y dirección está a cargo de la Comisión Nacional de Energía, en el marco de la nueva ley de licitaciones (N°20.805) – representa la subasta de mayor energía (13.750 GWh/año, equivalente a un tercio del consumo de los clientes regulados) que se ha realizado en el país desde que este esquema regulatorio se implementó y se realizaron las primeras licitaciones en el año 2006.*

*Esta licitación permitirá obtener contratos de largo plazo por 20 años a las empresas generadoras que resulten adjudicadas, y abastecerá las necesidades de energía de los clientes regulados del SIC y SING a partir del año 2021.”(Revista Energía, 2016)*

## SISTEMA TARIFARIO

### **“TARIFAS SUMINISTRO ELECTRICO**

*Las tarifas de suministro eléctrico son establecidas de acuerdo con fórmulas de cálculo fijadas cada cuatro años. Las fórmulas vigentes fueron fijadas por el Decreto Nº 276 de 2004, del Ministerio de Economía, las que regirán hasta noviembre de 2008. Dicho decreto contiene las distintas opciones tarifarias a las que puede acceder un usuario final, dependiendo de su tipo de consumo, el cual puede elegir libremente la opción tarifaria de su conveniencia, por un plazo mínimo de un año, al cabo del cual puede modificarla o mantenerla.*

*Las empresas concesionarias de distribución eléctrica están obligadas a aceptar la opción tarifaria de cada cliente. Tales opciones se han estructurado de acuerdo con diversas formas para el consumo (sólo energía; potencia máxima leída o contratada; y potencia leída o contratada horariamente), bajo dos categorías de clientes: en alta tensión (AT) y en baja tensión (BT).*

*La inclusión en una u otra categoría depende de si el usuario está conectado con su empalme a líneas de voltaje superiores o inferiores a 400 volts. Así, las opciones tarifarias para los clientes en baja tensión son:*

- BT1:** *Medición de energía cuya potencia conectada sea inferior a 10 kW o la demanda sea limitada a 10 kW (residencial)*
- BT2:** *Medición de energía y contratación de potencia (comercial y alumbrado público)*
- BT3:** *Medición de energía y medición de demanda máxima*
- BT4:** *Medición de energía y alguna de las siguientes modalidades*
  - BT4.1:** *Contratación de demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia*
  - BT4.2:** *>Medición de demanda máxima de potencia en horas de punta y contratación de la demanda máxima de potencia*
  - BT4.3:** *Medición de demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia suministrada*

*Cada una de estas tarifas tiene su correspondiente paralelo para clientes en alta tensión.*

*En resumen, las tarifas que cobran las distribuidoras eléctricas a sus clientes dependen de:*

- *Si el suministro es de alta o baja tensión*

- *La potencia requerida por el cliente y/o la distribución temporal de sus consumos máximos*
- *El costo asumido por la compañía distribuidora para llegar hasta las instalaciones del cliente y la forma en que lo hizo (cableado aéreo o subterráneo)."*

## Normas Generales

### PODER EJECUTIVO

### Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción

#### SUBSECRETARIA DE ECONOMIA, FOMENTO Y RECONSTRUCCION

#### FIJA FORMULAS TARIFARIAS APLICABLES A LOS SUMINISTROS SUJETOS A PRECIOS REGULADOS QUE SE SEÑALAN, EFECTUADOS POR LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS DE DISTRIBUCION QUE SE INDICAN

Nºm. 275 - Santiago, 4 de Noviembre de 2004.- Vistos:

- 1) Lo dispuesto en los artículos 90, 92, 96 106 y siguientes del Decreto con Fuerza de Ley N° 1 de Minería, de 1982, que establece la Ley General de Servicios Eléctricos.
- 2) Lo dispuesto en la ley N° 19.489, de 1994.
- 3) Lo dispuesto en la ley N° 10.336, de 1964.
- 4) Lo dispuesto en los artículos 294 y siguientes del Decreto Supremo N° 327 del Ministerio de Minería, de 1997, que establece el Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.
- 5) Lo informado por la Comisión Nacional de Energía en su oficio Ord. CNE N° 1386/2004 de fecha 4 de noviembre de 2004, en que se incluye el Informe Técnico de Fijación de Fórmulas Tarifarias para Concesionarios de Servicio Público de Distribución para el cuadriennio noviembre de 2004 – noviembre de 2008.

Considerando:

- 1) Que, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 113 del Decreto con Fuerza de Ley N° 1 de Minería, de 1982, que establece la Ley General de Servicios Eléctricos, en adelante, indistintamente, la "Ley", el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, debe fijar las fórmulas tarifarias para los concesionarios de servicio público de distribución, mediante Decreto expedido bajo la fórmula "por orden del Presidente de la República", de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 92 de la misma Ley.
- 2) Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 110 de la Ley, las fórmulas tarifarias que se fijan en el Decreto aludido en considerando precedente, tendrán un periodo de validez de cuatro años, el que, en conformidad al Decreto tarifario actualmente vigente, corresponde al periodo noviembre de 2004 a noviembre de 2008.
- 3) Que, la Comisión Nacional de Energía, con fecha 4 de noviembre de 2004, comunicó al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción el Informe Técnico sobre las Fórmulas Tarifarias para el periodo indicado, el cual da cuenta de los resultados del proceso de fijación de tarifas, cumpliéndose de esta forma todas las disposiciones legales y reglamentarias para la fijación de las tarifas indicadas.

Decreto:

**Artículo Primero:** Fíjase a continuación las fórmulas tarifarias aplicables a los suministros de precio regulado que se señalan, efectuados por las empresas concesionarias de distribución que se indican. Las fórmulas tarifarias y sus condiciones de aplicación comenzarán a regir a partir del anterior día hábil siguiente a la fecha de publicación de este decreto, sin perjuicio de lo dispuesto en el Artículo N°115 del DFL N° 1 de 1982 del Ministerio de Minería.

### I. EMPRESAS CONCESIONARIAS DE DISTRIBUCIÓN

#### 1.1 Número de empresas concesionarias de distribución

| EMPRESA  | SIGLA       | REGION ADMINISTRATIVA            |
|--|-------------|----------------------------------|
| Empresa Eléctrica de Antofagasta S.A.                                | EMELARI     | I                                |
| Empresa Eléctrica de Iquique S.A.                                    | ELIQUA      | I                                |
| Empresa Eléctrica de Arica S.A.                                      | ELECDA      | II                               |
| Empresa Eléctrica de Atacama S.A.                                    | EMILAT      | III                              |
| Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica S.A. (Ex BMFC)                 | CONAFE A    | III, IV y V                      |
| Chilequinta Energía S.A.   | CHILEQUINTA | V                                |
| Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica S.A.                           | CONAFE B    | V y VII                          |
| Empresa Eléctrica de Casablanca S.A.                                 | EMELCA      | V                                |
| Compañía Eléctrica del Litoral S.A.                                  | LITORAL     | V                                |
| Chilectra S.A.   | CHILECTRA   | Metropolitana                    |
| Compañía Eléctrica del Río Maipo S.A.                                | RIO MAIP    | Metropolitana                    |
| Empresa Eléctrica de Colina Ltda.                                    | COLINA      | Metropolitana                    |
| Empresa Eléctrica Municipal de Til Til                               | TIL TIL     | V y Metropolitano                |
| Empresa Eléctrica Peñuelas Alto Ltda.                                | PUENTE ALTO | Metropolitana                    |
| Luz Andes Ltda.  | LUZ ANDES   | Metropolitana                    |
| Empresa Eléctrica de Melipilla, Colchagua y Maule S.A.               | EMELECTRIC  | V, Metropolitana, VI, VII y VIII |
| Compañía General de Electricidad S.A.                                | CGE         | Metropolitana VI, VII, VIII y IX |
| Empresa Eléctrica de Patricota S.A.                                  | EMELPAR     | I                                |
| Cooperativa de Abastecimiento de Energía Eléctrica "SOCORDOMA" Ltda. | COOPERSOL   | I                                |
| Cooperativa Eléctrica Los Angeles Ltda.                              | COOPELAN    | VIII                             |

| EMPRESA   | SIGLA        | REGION ADMINISTRATIVA |
|---|--------------|-----------------------|
| Empresa Eléctrica de la Frontón S.A.                              | FRONTEL      | VIII y IX             |
| Sociedad Austral de Electricidad S.A.                             | SAESA        | IX y X                |
| Empresa Eléctrica de Aysén S.A.                                   | EDFLAYSEN    | XI                    |
| Empresa Eléctrica de Magallanes S.A.                              | EDELMAG      | XII                   |
| Compañía Distribuidora de Energía Eléctrica S.A.                  | CODINER      | IX                    |
| Cooperativa Eléctrica Línea Lida                                  | ELBECOOP     | IV                    |
| Energía de Casablanca S.A.  | E CASABLANCA | V y Metropolitana     |
| Cooperativa Eléctrica Cariel Ltda                                 | COOP. CARILO | VII                   |
| Empresa Eléctrica de Talca S.A.                                   | EMETAL       | VII                   |
| Fox Líneas S.A.   | FUZILINARES  | VII                   |
| Distribuidora Pampa S.A.  | LIZPAMPAH    | VII y VIII            |
| Cooperativa de Consumo de Energía Eléctrica Chilán Lida           | COPELCO      | VIII                  |
| Sociedad Cooperativa de Consumo de Energía Eléctrica Chonchi Lida | COELCHA      | VIII                  |
| Cooperativa Eléctrica Paita                                       | SOCDEPA      | X                     |
| Cooperativa Rural Eléctrica Bio Buelna Lida                       | COOPREL      | X                     |
| Compañía Eléctrica Osorno S.A.                                    | LUXOSORNO    | X                     |

#### 1.2 Clasificación de áreas típicas

Los usuarios sometidos a regulación de precio (en adelante e indistintamente clientes) que a la fecha de entrada en vigencia de este decreto se encuentren ubicados en zonas de concesión de las empresas que se indican, estarán sujetos a los niveles tarifarios dados por la clasificación de área típica correspondiente a la empresa que le otorga el suministro, y conforme a las estructuras tarifarias que se explicitan más adelante.

La clasificación de área típica correspondiente a cada empresa es la siguiente:

| EMPRESA      | AREA TÍPICA |
|--------------|-------------|
| EMELARI      | 3           |
| ELIQUA       | 2           |
| ELECDA       | 2           |
| EMILAT       | 2           |
| CONAFE A     | 3           |
| CHILEQUINTA  | 3           |
| CONAFE B     | 2           |
| EMELCA       | 6           |
| LITORAL      | 5           |
| CHILECTRA    | 1           |
| RIO MAIP     | 2           |
| COLINA       | 4           |
| TIL TIL      | 5           |
| PUENTE ALTO  | 2           |
| LUZ ANDES    | 2           |
| EMELECTRIC   | 3           |
| CGE          | 2           |
| EMELPAR      | 6           |
| COOPERSOL    | 6           |
| COOPELAN     | 6           |
| FRONTEL      | 5           |
| SAESA        | 5           |
| EDFLAYSEN    | 4           |
| EDELMAG      | 3           |
| CODINER      | 6           |
| ELBECOOP     | 4           |
| EDFESA       | 3           |
| COOP. CARILO | 2           |
| EMETAL       | 5           |
| FUZILINARES  | 5           |
| LIZPAMPAH    | 8           |
| COPELCO      | 6           |
| COELCHA      | 6           |
| SOCDEPA      | 6           |
| COOPREL      | 6           |
| LUXOSORNO    | 5           |

#### 2. CLIENTES CON SUMINISTROS DE PRECIO REGULADO

##### 2.1 Suministros sujetos a regulación de precios

Las fórmulas tarifarias que se fijan en el presente decreto se aplicarán a los siguientes suministros de energía eléctrica, indicados en el N° 1 y el N° 2 del artículo 90º del DFL 1 de 1982, del Ministerio de Minería, y con las excepciones que indica el inciso segundo del mismo artículo del referido cuerpo legal:

1. Los suministros a usuarios finales cuya potencia conectada es inferior o igual a 2.000 kilowatts, ubicados en zonas de concesión de servicio público de distribución o que se conecten mediante líneas de su propiedad o de terceros a las instalaciones de distribución de la respectiva concesionaria;
2. Los suministros a usuarios finales de potencia conectada inferior o igual a 2.000 kilowatts, efectuados desde instalaciones de generación o transporte de una empresa eléctrica, en sistemas eléctricos de tamaño superior a 1.500 kilowatts en capacidad instalada de generación;

A los suministros indicados en el punto 2 anterior, se les aplicarán las fórmulas tarifarias correspondientes al sector de distribución que se encuente geográficamente más próximo al punto de suministro, y en las condiciones que se establecen en el presente decreto.

## 2.2 Elección de opciones tarifarias

Los clientes podrán elegir libremente cualquiera de las opciones de tarifas que se describen más adelante con las limitaciones y condiciones de aplicación establecidas en cada caso y dentro del nivel de tensión que les corresponda.

Las empresas concessionarias de servicio público de distribución, en adelante las Empresas, estarán obligadas a aceptar la opción que los clientes elijan.

Salvo acuerdo con las distribuidoras, la opción tarifaria contratada por el cliente regirá por 12 meses.

## 2.3 Clientes en alta tensión y baja tensión

Son clientes en alta tensión aquellos que están conectados con su empalme a líneas cuyo voltaje es superior a 400 voltios.

Son clientes en baja tensión aquellos que están conectados con su empalme a líneas cuyo voltaje es igual o inferior a 400 voltios.

## 3. OPCIONES TARIFARIAS

Los clientes podrán elegir libremente una de las siguientes opciones tarifarias, con las limitaciones establecidas en cada caso.

### Tarifa BT1

Opción de tarifa simple en baja tensión. Para clientes con medidor simple de energía.

Solo podrán optar a esta tarifa los clientes alimentados en baja tensión cuya potencia conectada sea inferior a 10 kW y aquellos clientes que instalen un limitador de potencia para cumplir esta condición.

Se considerarán los siguientes casos:

#### Case a:

- 1) Aplicable a los clientes abastecidos por empresas cuya demanda máxima anual de consumo en esta opción (BT1) se produce en meses en que se han definido horas de punta; y
- 2) Aplicable a los clientes abastecidos por empresas cuya demanda máxima anual de consumo en esta opción (BT1) se produce en meses en que no se hayan definido horas de punta y cuyo Factor de Clasificación, calculado según se indica más adelante, sea igual o inferior a dos.

#### Case b:

Aplicable a los clientes abastecidos por empresas cuya demanda máxima anual de consumo en esta opción (BT1) se produce en meses en que no se han definido horas de punta, y cuyo Factor de Clasificación, calculado según se indica más adelante, sea superior a dos.

### Tarifa BT2

Opción de tarifa en baja tensión con potencia contratada. Para clientes con medidor simple de energía y potencia contratada.

Los clientes que decidan optar por la presente tarifa podrán contratar libremente una potencia máxima con la respectiva distribuidora, la que regirá por un plazo de 12 meses. Durante dicho período los consumidores no podrán disminuir ni aumentar su potencia contratada sin el acuerdo de la distribuidora. Al término de la vigencia anual de la potencia contratada los clientes podrán contratar una nueva potencia.

Los consumidores podrán utilizar la potencia contratada sin restricción en cualquier momento durante el período de vigencia de dicha potencia contratada.

La potencia contratada que solicite el cliente deberá ceñirse a las capacidades de limitadores disponibles en el mercado.

### Tarifa BT3

Opción de tarifa en baja tensión con demanda máxima leída. Para clientes con medidor simple de energía y demanda máxima leída.

Se entenderá por demanda máxima leída del mes, el más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos.

### Tarifa BT4

Opción de tarifa horaria en baja tensión. Para clientes con medidor simple de energía y demanda máxima contratada o leída, y demanda máxima contratada o leída en horas de punta del sistema eléctrico.

En esta opción existirán las siguientes tres modalidades de medición:

**BT4.1** Medición de la energía mensual total consumida, y contratación de la demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia.

**BT4.2** Medición de la energía mensual total consumida y de la demanda máxima de potencia en horas de punta, y contratación de la demanda máxima de potencia.

**BT4.3** Medición de la energía mensual total consumida, de la demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia suministrada.

La demanda máxima de potencia que contrate el cliente deberá ceñirse a las capacidades de limitadores disponibles en el mercado.

### Tarifa AT2

Opción de tarifa en alta tensión con potencia contratada. Para clientes con medidor simple de energía y potencia contratada.

Los clientes que decidan optar por la presente tarifa podrán contratar libremente una potencia máxima con la respectiva distribuidora, la que regirá por un plazo de 12 meses. Durante dicho período los consumidores no podrán disminuir ni aumentar su potencia contratada sin el acuerdo de la distribuidora. Al término de la vigencia anual de la potencia contratada los clientes podrán contratar una nueva potencia.

Los consumidores podrán utilizar la potencia contratada sin restricción en cualquier momento durante el período de la vigencia de dicha potencia contratada.

La potencia contratada que solicite el cliente deberá ceñirse a las capacidades de limitadores disponibles en el mercado.

### Tarifa AT3

Opción de tarifa en alta tensión con demanda máxima leída. Para clientes con medidor simple de energía y demanda máxima leída.

Se entenderá por demanda máxima del mes, el más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos.

### Tarifa AT4

Opción de tarifa horaria en alta tensión. Para clientes con medidor simple de energía y demanda máxima contratada o leída, y demanda máxima contratada o leída en horas de punta del sistema eléctrico.

En esta opción existirán las siguientes tres modalidades de medición:

**AT4.1** Medición de la energía mensual total consumida, y contratación de la demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia.

**AT4.2** Medición de la energía mensual total consumida y de la demanda máxima de potencia en horas de punta, y contratación de la demanda máxima de potencia.

**AT4.3** Medición de la energía mensual total consumida, de la demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia suministrada.

La demanda máxima de potencia que contrate el cliente deberá ceñirse a las capacidades de limitadores disponibles en el mercado.

## 4. CARGOS TARIFARIOS

### 4.1 Tarifa BT1

#### 4.1.1 Case a

La tarifa BT1a comprenderá los siguientes cargos:

- a) Cargo fijo mensual.
- b) Cargo único por uso del sistema troncal.
- c) Cargo por energía base.
- d) Cargo por energía adicional de invierno.

El cargo fijo mensual es independiente del consumo y se aplicará incluso si éste es nulo.

El cargo único, por concepto de uso del sistema troncal, se determinará en proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

El cargo por energía base se obtendrá multiplicando los kWh de consumo base por su precio unitario.

El consumo base se determinará mensualmente según se señala a continuación:

En el período 1º de mayo – 30 de septiembre, el consumo base será igual al límite de invierno del cliente, en caso de que al cliente se le aplique el cargo adicional de invierno. En caso contrario su valor corresponderá a la totalidad de la energía consumida.

En el periodo 1º de octubre – 30 de abril, el consumo base será igual a la totalidad de la energía consumida.

El cargo por energía adicional de invierno se aplicará en cada mes del periodo 1º de mayo - 30 de septiembre, en que el consumo del cliente excede 250 kWh/mes, a cada kWh consumido al mes en exceso del límite de invierno del cliente.

El límite de invierno de cada cliente será igual al mayor valor que resulte de comparar: 200 kWh, con un séptimo de la totalidad de la energía consumida en el periodo 1º de octubre - 30 de abril inmediatamente anterior, incrementada en 20%. Para aquellos clientes que se hubieren incorporado como tales después del 1º de octubre, se les considerará para el cálculo del límite de invierno un consumo de 250 kWh/mes entre el 1º de octubre y la fecha de energización del medidor.

El cargo por energía adicional de invierno no se aplicará en el caso de las empresas abastecidas desde el Sistema Interconectado del Norte Grande; facturándose la totalidad de la energía consumida al precio unitario de la energía base.

En la empresa LUZANDES no regirá el límite de 250 kWh/mes para la aplicación del cargo por energía adicional de invierno y el límite de invierno se calculará como un séptimo de la totalidad de la energía consumida en el periodo 1º de octubre - 30 de abril inmediatamente anterior, incrementada en 20%. Sin perjuicio de lo anterior, regirá la disposición relativa a los clientes que se incorporen después del 1º de octubre.

#### 4.1.2 Caso b

La tarifa BT1b comprenderá los siguientes cargos que se sumarán en la factura o boleta, cuando corresponda:

- a) Cargo fijo mensual
- b) Cargo único por uso del sistema troncal
- c) Cargo por energía
- d) Cargo por potencia base
- e) Cargo por potencia de invierno

El cargo fijo mensual es independiente del consumo, y se aplicará incluso si éste es nulo.

El cargo único, por concepto de uso del sistema troncal, se determinará en proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

El cargo por energía se aplicará en todos los meses del año y se obtendrá multiplicando los kWh de consumo por su precio unitario.

El cargo por potencia base se aplicará en todos los meses del año, incluso si el consumo del mes respectivo es nulo, y se obtendrá multiplicando el mayor de los consumos de energía de los meses de enero y febrero inmediatamente anteriores por su precio unitario.

El cargo por potencia de invierno se aplicará sólo en los meses de invierno (mayo a septiembre inclusive), y será igual al producto del consumo del mes de invierno respectivo por el precio unitario de potencia de invierno.”

#### 4.2 Tarifa BT2

La tarifa comprenderá los siguientes cargos que se sumarán en la factura o boleta:

- a) Cargo fijo mensual
- b) Cargo único por uso del sistema troncal
- c) Cargo por energía
- d) Cargo por potencia contratada

El cargo fijo mensual es independiente del consumo y se aplicará incluso si éste es nulo.

El cargo único, por concepto de uso del sistema troncal, se determinará en proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

El cargo por energía se obtendrá multiplicando los kWh de consumo por su precio unitario.

El cargo por potencia contratada se obtendrá multiplicando los kW contratados por su precio unitario.

#### 4.3 Tarifa BT3

La tarifa comprenderá los siguientes cargos que se sumarán en la factura o boleta:

- a) Cargo fijo mensual
- b) Cargo único por uso del sistema troncal
- c) Cargo por energía
- d) Cargo por demanda máxima

El cargo fijo mensual es independiente del consumo y se aplicará incluso si éste es nulo.

El cargo único, por concepto de uso del sistema troncal, se determinará en proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

El cargo por energía se obtendrá multiplicando los kWh de consumo por su precio unitario.

La facturación mensual del cargo por demanda máxima del mes corresponderá al mayor de los dos valores siguientes:

Cargo por demanda máxima determinada de acuerdo al procedimiento siguiente:

Se considera como demanda máxima de facturación del mes, la más alta que resulte de comparar la demanda máxima leída del mes con el promedio de los dos más altas demandas registradas en aquellos meses que contengan horas de punta, dentro de los últimos 12 meses, incluido el mes que se factura. El cargo por demanda máxima resulta de multiplicar la demanda máxima de facturación por el precio unitario correspondiente.

40% del mayor de los cargos por demanda máxima registrado en los últimos 12 meses.

#### 4.4 Tarifa BT4

##### 4.4.1 Tarifa BT4.1

Esta tarifa comprende los siguientes cargos que se sumarán en la factura o boleta:

- a) Cargo fijo mensual
- b) Cargo único por uso del sistema troncal
- c) Cargo por energía
- d) Cargo mensual por demanda máxima contratada en horas de punta.
- e) Cargo mensual por demanda máxima contratada

##### 4.4.2 Tarifa BT4.2

Esta tarifa comprende los siguientes cargos que se sumarán en la factura o boleta:

- a) Cargo fijo mensual
- b) Cargo único por uso del sistema troncal
- c) Cargo por energía
- d) Cargo mensual por demanda máxima leída de potencia en horas de punta.
- e) Cargo mensual por demanda máxima contratada

##### 4.4.3 Tarifa BT4.3

Esta tarifa comprende los siguientes cargos que se sumarán en la factura o boleta:

- a) Cargo fijo mensual
- b) Cargo único por uso del sistema troncal
- c) Cargo por energía
- d) Cargo mensual por demanda máxima leída de potencia en horas de punta.
- e) Cargo mensual por demanda máxima contratada

El cargo fijo mensual es independiente del consumo y se aplicará incluso si éste es nulo.

El cargo único, por concepto de uso del sistema troncal, se determinará en proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

El cargo por energía se obtendrá multiplicando los kWh de consumo por su precio unitario.

Los cargos por demanda máxima contratada en horas de punta y por demanda máxima contratada de la tarifa BT4.1, así como el cargo por demanda máxima contratada de la tarifa BT4.2 se facturarán incluso si el consumo de energía es nulo. Ellos se obtendrán multiplicando los kW de potencia contratada por el precio unitario correspondiente.

Los cargos mensuales por demanda máxima leída de potencia en horas de punta de las tarifas BT4.2 y BT4.3 se facturarán de la siguiente manera:

Durante los meses que contengan horas de punta, se aplicará a la demanda máxima en horas de punta efectivamente leída en cada mes el precio unitario correspondiente, excepto en las empresas abastecidas por el Sistema Interconectado del Norte Grande en que se aplicará al promedio de las dos demandas máximas leídas en las horas de punta de los últimos 12 meses, incluido el propio mes que se factura.

Durante los meses que no contengan horas de punta se aplicará al promedio de las dos mayores demandas máximas en horas de punta registradas durante los meses del periodo de punta inmediatamente anteriores, al precio unitario correspondiente.

El cargo mensual por demanda máxima de potencia suministrada de la tarifa BT4.3 se facturará aplicando al promedio de las dos más altas demandas máximas registradas en los últimos 12 meses, incluido el mes que se factura, al precio unitario correspondiente.

#### 4.5 Tarifas de alta tensión

En alta tensión las tarifas AT2, AT3, AT4.1, AT4.2 y AT4.3, comprenderán los mismos cargos y se facturarán de la misma forma que las tarifas BT2, BT3, BT4.1, BT4.2 y BT4.3, respectivamente, difiriendo solo en los precios unitarios correspondientes.

#### 4.6 Recargos tarifarios

##### 4.6.1 Recargo por consumo reactivo

Las empresas concesionarias aplicarán mensualmente un cargo determinado en función de la relación de consumo activo y reactivo en el punto de suministro de los clientes, conforme el monto y condiciones de aplicación que se establecen en el decreto de precios de nodo vigente.

## 5.6 Condición de aplicación de las tarifas subterráneas

### 5.6.1 Condición de aplicación para clientes con suministro subterráneo a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto

Se aplicará a los clientes ubicados en áreas típicas 1, 2 y 3, que a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto se encontraban abastecidos total o parcialmente por tendidos subterráneos, dependiendo de las siguientes condiciones:

#### a) Condición de clasificación para clientes de alta tensión de distribución

El cliente en alta tensión de distribución será clasificado como alimentado por redes de alta tensión subterráneas si a la fecha de entrada en vigencia de este decreto cumple cualquiera de las tres condiciones siguientes:

1. El alimentador de alta tensión de distribución que lo abastece se encuentra canalizado en forma subterránea en el punto de conexión con el empalme del cliente, en virtud de una disposición municipal.
2. El alimentador de alta tensión de distribución que lo abastece se encuentra canalizado subterráneamente, en virtud una la disposición municipal, en más de un 50% de su longitud en la comuna. Para la contabilización de este porcentaje se considerarán, adicionalmente a los tramos que deberán canalizarse subterráneamente en virtud de la referida disposición municipal, aquellos tramos que a la fecha de entrada en vigencia de este decreto se encontraban canalizados en forma subterránea dentro de los límites comunales.
3. El alimentador de alta tensión de distribución que lo abastece se encuentra canalizado subterráneamente en más de un 50% de su longitud total.

Si ninguna de estas tres condiciones se cumple, el cliente será clasificado como alimentado por redes de alta tensión aéreas.

#### b) Condición de clasificación para clientes de baja tensión

##### Condición AT :

El cliente en baja tensión será clasificado como alimentado por redes de alta tensión subterráneas si a la fecha de entrada en vigencia de este decreto se cumple cualquiera de las siguientes tres condiciones:

1. El transformador de distribución asociado al cliente se encuentra abastecido desde un alimentador de alta tensión de distribución que, en virtud de una disposición municipal, se encuentra canalizado subterráneamente en el punto de conexión con el referido transformador de distribución.
2. El transformador de distribución asociado al cliente está siendo abastecido desde un alimentador de alta tensión de distribución que se encuentra canalizado subterráneamente, en virtud una la disposición municipal, en más de un 50% de su longitud en la comuna. Para la contabilización de este porcentaje se considerarán, adicionalmente a los tramos que deberán canalizarse subterráneamente en virtud de la referida disposición municipal, aquellos tramos que a la fecha de entrada en vigencia de este decreto se encontraban canalizados en forma subterránea dentro de los límites comunales.
3. El transformador de distribución asociado al cliente está siendo abastecido desde un alimentador de alta tensión de distribución que se encuentra canalizado subterráneamente en más de un 50% de su longitud total.

Si ninguna de estas tres condiciones se cumple, el cliente será clasificado como alimentado por redes de alta tensión aéreas.

##### Condición BT :

El cliente en baja tensión será clasificado como alimentado por redes de baja tensión subterráneas si a la fecha de entrada en vigencia de este decreto se cumple alguna de las siguientes dos condiciones:

1. El transformador de distribución asociado al cliente es subterráneo; la red de distribución de baja tensión que abastece al cliente es subterránea en el punto de conexión con el empalme del cliente, estando además esta red completamente canalizada en forma subterránea en el frente de la propiedad del cliente, todo lo anterior, en virtud de una disposición municipal.
2. El transformador de distribución asociado al cliente es subterráneo; la red de distribución de baja tensión que abastece al cliente es subterránea en el punto de conexión con el empalme del cliente, estando además esa red completamente canalizada en forma subterránea en el frente de la propiedad del cliente.

Si ninguna de estas dos condiciones se cumple, el cliente será clasificado como alimentado por redes de baja tensión aéreas.

Se entenderá para los efectos señalados, que el transformador de distribución asociado al cliente es el que se encuentra más próximo a su punto de suministro considerando la distancia medida a través de la red de baja tensión.

Se considerarán tres casos de aplicación de la tarifa subterránea según la clasificación del cliente BT:

Caso 1: Red de Baja Tensión Aérea y Red de Alta Tensión Subterránea

Caso 2: Red de Baja Tensión Subterránea y Red de Alta Tensión Aérea.

Caso 3: Red de Baja Tensión Subterránea y Red de Alta Tensión Subterránea

A los nuevos clientes que con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia de este decreto, se conecten a las redes que alimentan a los clientes que cumplen las condiciones a) y b) señaladas, y que a su vez cumplen las condiciones de suministro descritas en este punto, se les aplicará la tarifa que corresponda de acuerdo a las mismas condiciones anteriores.

### 5.6.2 Condición de aplicación para clientes con suministro subterráneo provisto por nuevos desarrollos

Se aplicará a los clientes con suministro subterráneo conforme a las condiciones físicas de suministro establecidas en el punto 5.6.1 precedente, que adquirieren la condición de tales en virtud del desarrollo de redes subterráneas habilitadas con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia de este decreto, por efecto de disposiciones municipales o de nuevos desarrollos inmobiliarios, independientemente del Área Típica en que los clientes se ubiquen.

La tarifa para estos clientes se estructurará de la misma forma que para el resto de los clientes conforme a las condiciones de clasificación definidas en 5.6.1.

Con treinta días de anticipación a la aplicación de las tarifas asociadas a los nuevos desarrollos, los concesionarios deberán enviar a la Superintendencia el listado de las obras ejecutadas, una copia de la disposición municipal que les dio origen cuando corresponda, y la nominación de los clientes a los que se les aplicará la tarifa.

## 6. FÓRMULAS TARIFARIAS

A continuación se indican las fórmulas para obtener los precios unitarios en las distintas opciones tarifarias.

### 6.1.- Tarifa BT1

#### a) Tarifa BT1a

| CARGO                                  | UNIDAD    | FÓRMULA  |
|--|-----------|--|
| Fijo                                   | S/cliente | CFBS   |
| Cargo único por uso de sistema troncal | S/cliente | CU   |
| Energía                                | S/kWh     | PEBT x PEAT x Pp + $\frac{COST}{NHUB}$ x NHUB                  |
| Energía adicional de invierno          | S/kWh     | PEBT x PEAT x Pp + 2.4 x PPEB x PPAT x Pp + 2.4 x CIEBE x NHUE |

#### b) Tarifa BT1b

| CARGO                                  | UNIDAD    | FÓRMULA                               |
|--|-----------|---------------------------------------|
| Fijo                                   | S/cliente | CFBS                                  |
| Cargo único por uso de sistema troncal | S/cliente | CU                                    |
| Energía                                | S/kWh     | PEBT x PEAT x Pp                      |
| Potencia base                          | S/kWh     | (Pp - PNPT) x PFBT x PPAT + COST NHUE |
| Potencia de invierno                   | S/kWh     | 2.4 x PFBT x PEAT x PNPT NHUE         |

### 6.2.- Tarifa BT2

| CARGO                                   | UNIDAD    | FÓRMULA                                 |
|---|-----------|---|
| Fijo                                    | S/cliente | CFBS                                    |
| Cargo único por uso de sistema troncal  | S/cliente | CU                                      |
| Energía                                 | S/kWh     | PEBT x PEAT x Pp                        |
| Potencia presente en punto              | S/kW/mes  | PNPPB x PFBT x PPAT x Pp + PDPPB x CDPT |
| Potencia parcialmente presente en punto | S/kW/mes  | PNDPB x PFBT x PPAT x Pp + FDOPB x CDPT |

### 6.3.- Tarifa BT3

| CARGO                                   | UNIDAD    | FÓRMULA                                 |
|---|-----------|---|
| Fijo                                    | S/cliente | CFBS                                    |
| Cargo único por uso de sistema troncal  | S/cliente | CU                                      |
| Energía                                 | S/kWh     | PEBT x PEAT x Pp                        |
| Potencia presente en punto              | S/kW/mes  | PNPPB x PFBT x PPAT x Pp + PDPPB x CDPT |
| Potencia parcialmente presente en punto | S/kW/mes  | PNDPB x PFBT x PPAT x Pp + FDOPB x CDPT |

## 6.4.- Tarifa BT4

### 6.4.1 Tarifa BT4.1

| CARGO                                  | UNIDAD     | FÓRMULA  |
|--|------------|--|
| Pijo                                   | \$/kWh     | CFDS   |
| Cargo único por uso de sistema troncal | \$/cliente | CU   |
| Energía                                | \$/kWh     | PFAT x PEAT x Pp   |
| Potencia contratada                    | \$/kWmes   | FDPPB x CDBT - PMPPB x CDAT                                      |
| Potencia contratada en horas de punta  | \$/kWmes   | FNPPB x PPAT x Pp + FDPPB x CDBT - FDPPB x (CDBT - PMPPB x CDAT) |

### 6.4.2 Tarifa BT4.2

| CARGO                                     | UNIDAD     | FÓRMULA  |
|---|------------|--|
| Pijo                                      | \$/kWh     | CFDS   |
| Cargo único por uso de sistema troncal    | \$/cliente | CU   |
| Energía                                   | \$/kWh     | PFAT x PEAT x Pp   |
| Potencia contratada                       | \$/kWmes   | FDPPB x (CDBT - PMPPB x CDAT)                                    |
| Demandas máximas leídas en horas de punta | \$/kWmes   | FNPPB x PPAT x Pp + FDPPB x CDBT - FDPPB x (CDBT - PMPPB x CDAT) |

### 6.4.3 Tarifa BT4.3

| CARGO                                     | UNIDAD     | FÓRMULA  |
|---|------------|--|
| Pijo                                      | \$/cliente | CFHS   |
| Cargo único por uso de sistema troncal    | \$/cliente | CU   |
| Energía                                   | \$/kWh     | PFAT x PEAT x Pp   |
| Demandas máximas consumidas               | \$/kWmes   | FDPPB x (CDBT - PMPPB x CDAT)                                    |
| Demandas máximas leídas en horas de punta | \$/kWmes   | FNPPB x PPAT x Pp + FDPPB x CDBT - FDPPB x (CDBT - PMPPB x CDAT) |

### 6.5.- Tarifa AT2

| CARGO                                   | UNIDAD     | FÓRMULA                          |
|---|------------|----------------------------------|
| Pijo                                    | \$/kWh     | CFDS                             |
| Cargo único por uso de sistema troncal  | \$/cliente | CU                               |
| Energía                                 | \$/kWh     | PEAT x Pp                        |
| Potencia presente en punta              | \$/kWmes   | FNPPA x PPAT x Pp + FDPPA x CDAT |
| Potencia parcialmente presente en punta | \$/kWmes   | FNPPA x PPAT x Pp + FDPPA x CDAT |

### 6.6.- Tarifa AT3

| CARGO                                   | UNIDAD     | FÓRMULA                          |
|---|------------|----------------------------------|
| Pijo                                    | \$/kWh     | CFDS                             |
| Cargo único por uso de sistema troncal  | \$/cliente | CU                               |
| Energía                                 | \$/kWh     | PEAT x Pp                        |
| Potencia presente en punta              | \$/kWmes   | FNPPA x PPAT x Pp + FDPPA x CDAT |
| Potencia parcialmente presente en punta | \$/kWmes   | FNPPA x PPAT x Pp + FDPPA x CDAT |

### 6.7.- Tarifa AT4

#### 6.7.1 Tarifa AT4.1

| CARGO                                  | UNIDAD     | FÓRMULA   |
|--|------------|---|
| Pijo                                   | \$/cliente | CFDS  |
| Cargo único por uso de sistema troncal | \$/cliente | CU  |
| Energía                                | \$/kWh     | PEAT x Pp                                       |
| Potencia contratada                    | \$/kWmes   | FDPPA x CDAT                                    |
| Potencia contratada en horas de punta  | \$/kWmes   | FNPPA x PPAT x Pp + FDPPA x CDAT - FDPPA x CDAT |

#### 6.7.2 Tarifa AT4.2

| CARGO                                     | UNIDAD     | FÓRMULA   |
|---|------------|---|
| Pijo                                      | \$/cliente | CFDS  |
| Cargo único por uso de sistema troncal    | \$/cliente | CU  |
| Energía                                   | \$/kWh     | PEAT x Pp                                       |
| Potencia contratada                       | \$/kWmes   | FDPPA x CDAT                                    |
| Demandas máximas leídas en horas de punta | \$/kWmes   | FNPPA x PPAT x Pp + FDPPA x CDAT - FDPPA x CDAT |

### 6.7.3 Tarifa AT4.3

| CARGO                                     | UNIDAD     | FÓRMULA   |
|---|------------|---|
| Pijo                                      | \$/cliente | CFHS  |
| Cargo único por uso de sistema troncal    | \$/cliente | CU  |
| Energía                                   | \$/kWh     | PFAT x Pp                                       |
| Demandas máximas consumidas               | \$/kWmes   | FDPPA x CDAT                                    |
| Demandas máximas leídas en horas de punta | \$/kWmes   | FNPPA x PPAT x Pp + FDPPA x CDAT - FDPPA x CDAT |

### 6.8.- Definición de términos

#### 6.8.1 Precios de nodo

P: Precio de nodo de energía en nivel de distribución. Se expresa en \$/kWh.  
 Pp: Precio de nodo de potencia en nivel de distribución. Se expresa en \$/kWmes.  
 PNPT: Precio de nodo de potencia en nivel troncal. Se expresa en \$/kWmes.

Estos precios se determinan según lo establecido en el punto 7.1.

#### 6.8.2 Cargo único por uso de sistema troncal

CU: Cargo único por concepto de uso del sistema troncal, al que se refieren los Artículos 71°, 30, 96° y 105° del DFL N°1/82. Este cargo se determinará en proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

La aplicación de este cargo está sujeta a lo dispuesto en el Artículo 3º transitorio de la Ley 19.940 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial con fecha 13 de marzo de 2004.

Estos precios se determinan según lo establecido en el punto 7.2.

#### 6.8.3 Costos de distribución

CDAT: Costo de distribución en alta tensión. Se expresa en \$/kWmes.

CDBT: Costo de distribución en baja tensión. Se expresa en \$/kWmes.

Estos costos se especifican para cada empresa según su área típica en el punto 7.3.

#### 6.8.4 Cargos fijos

CFES: Cargo fijo sectorizado cliente con medidor de energía. Se expresa en \$/cliente.  
 CFDS: Cargo fijo sectorizado cliente con medidor de energía y medidor de demanda. Se expresa en \$/cliente.  
 CFHS: Cargo fijo sectorizado con medidor de energía y medidor horario. Se expresa en \$/cliente.

Estos valores se especifican en el punto 7.4.

#### 6.8.5 Horas de uso y factores de coincidencia

NHUNB: Número de horas de uso para el cálculo de la potencia base coincidente con la punta del sistema.

NHUDB: Número de horas de uso para el cálculo de la potencia base coincidente con la punta del sistema de distribución.

NHUNI: Número de horas de uso para el cálculo de la potencia adicional de invierno coincidente con la punta del sistema.

NHUDI: Número de horas de uso para el cálculo de la potencia adicional de invierno coincidente con la punta del sistema de distribución.

NHUDV: Número de horas de uso para el cálculo de la potencia base adicional de verano coincidente con la punta del sistema de distribución según la opción BT1b.

FNPPB: Factor de coincidencia en baja tensión de las demandas presentes en la punta del sistema.

FDPPB: Factor de coincidencia en baja tensión de las demandas presentes en la punta del sistema de distribución.

FNPPD: Factor de coincidencia en baja tensión de las demandas parcialmente presentes en la punta del sistema.

FDPPD: Factor de coincidencia en baja tensión de las demandas parcialmente presentes en la punta del sistema de distribución.

FNPPA: Factor de coincidencia en alta tensión de las demandas presentes en la punta del sistema.

FDPPA: Factor de coincidencia en alta tensión de las demandas presentes en la punta del sistema de distribución.

FNDPA: Factor de coincidencia en alta tensión de las demandas parcialmente presentes en la punta del sistema.

FDDPA: Factor de coincidencia en alta tensión de las demandas parcialmente presentes en la punta del sistema de distribución.

FDDPA: Factor de coincidencia en alta tensión de las demandas consumidas fuera de las horas de punta.

Estos valores se especifican en el punto 7.5.





|             |                     |       |       |
|-------------|---------------------|-------|-------|
| CHILECTRA   | LO PRADO            | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | MAEUL               | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | MAIPU               | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | NUNOA               | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | PEDRO AGUIRRE CERDA | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | PERALDOLEN          | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | PROVIDENCIA         | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | PUDAHUEL            | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | QUILICURA           | 1,039 | 1,095 |
| CHILECTRA   | QUINTA NORMAL       | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | RECOLETA            | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | RENCA               | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | SAN JOAQUIN         | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | SAN MIGUEL          | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | SAN RAMON           | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | VITACURA            | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | PUENTE ALTO         | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | SAN JOSE DE MAIPU   | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | COLINA              | 1,057 | 1,626 |
| CHILECTRA   | LAMPA               | 1,057 | 1,626 |
| CHILECTRA   | TILTIL              | 1,057 | 1,626 |
| CHILECTRA   | SAN BERNARDO        | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | CURACAVI            | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | ISLA DE MAIPU       | 0,914 | 0,885 |
| CHILECTRA   | PEÑAFLOR            | 0,914 | 0,885 |
| RIO MAIPO   | EL BOSQUE           | 0,945 | 0,798 |
| RIO MAIPO   | LA PINTANA          | 0,945 | 0,798 |
| RIO MAIPO   | FUENTE ALTO         | 0,945 | 0,798 |
| RIO MAIPO   | SAN JOSE DE MAIPU   | 1,089 | 1,505 |
| RIO MAIPO   | SAN BERNARDO        | 1,074 | 1,081 |
| RIO MAIPO   | CALERA DE TANGO     | 1,088 | 1,505 |
| RIO MAIPO   | CURACAVI            | 1,088 | 1,505 |
| RIO MAIPO   | TALAGANTE           | 1,088 | 1,505 |
| RIO MAIPO   | ISLA DE MAIPU       | 1,088 | 1,505 |
| RIO MAIPO   | PADRE HURTADO       | 1,076 | 1,081 |
| RIO MAIPO   | PEÑAFLOR            | 1,076 | 1,081 |
| COLINA      | COLINA              | 1,000 | 1,000 |
| TILTIL      | ILLAILAY            | 1,000 | 1,000 |
| TILTIL      | TILTIL              | 1,000 | 1,000 |
| PUENTE ALTO | PUENTE ALTO         | 1,000 | 1,066 |
| LIZANDO     | LO BARNICHEA        | 1,000 | 1,000 |
| EMELECTRIC  | SAN ANTONIO         | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | CARTAGENA           | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | SANTO DOMINGO       | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | MELIPILLA           | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | ALHUE               | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | CURACAVI            | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | MARIA PINTO         | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | SAN PEDRO           | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | TALAGANTE           | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | EL MONTE            | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | ISLA DE MAIPU       | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | LAS CABRAS          | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | PICHIDEGUA          | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | PICHILEMU           | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | LA ESTRELLA         | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | LITUECHE            | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | MARCHI              | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | NAVIDAD             | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | PAREDONES           | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | CHEPICA             | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | CHIMBARKONDO        | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | LOLOL               | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | NANCAGUA            | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | PALMILLA            | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | PERALILLO           | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | PLACILLA            | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | PUMANQUE            | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | SANTA CRUZ          | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | TALCA               | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | CONSTITUCION        | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | CUREPTO             | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | EMPEDRADO           | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | MAULE               | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | PELARCO             | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | PENCAHUE            | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | RIO CLARO           | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC  | SAN CLEMENTE        | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | SAN RAFAEL          | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC  | CAUQUENES           | 1,010 | 1,288 |

|            |                     |       |       |
|------------|---------------------|-------|-------|
| EMELECTRIC | CHANCO              | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | PELLUQUE            | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | CURICO              | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | HUALANE             | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | LICANTEN            | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | MOLINA              | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | RAUCO               | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | SAGRADA FAMILIA     | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | VICUQUEN            | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | COLBUR              | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | LONGAVI             | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | PARRAL              | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | RETIRO              | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | SAN JAVIER          | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | YERBAS BUENAS       | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | TOME                | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | CHILLAN             | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | COHUECURA           | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | COELEMU             | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | COIHUECO            | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | NINHUEN             | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | NIQUEN              | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | PINTO               | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | PORTEZUELO          | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | OURIHUE             | 1,010 | 1,288 |
| EMELECTRIC | RANQUEL             | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | SAN CARLOS          | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | SAN FABIAN          | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | SAN NICOLAS         | 0,993 | 0,871 |
| EMELECTRIC | TREGUACO            | 0,993 | 0,871 |
| CGE        | RANCACUA            | 1,019 | 0,903 |
| CGE        | CODEGUA             | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | COINCO              | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | COLTACO             | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | DONIHUE             | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | GRANFROS            | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | LAS CABRAS          | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | MACHALI             | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | MALLA               | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | MOSTAZAL            | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | OLIVAR              | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | PEUMO               | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | PICHEDUGUA          | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | QUINTA DE TILOCO    | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | RENO                | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | REQUINDA            | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | SAN VICENTE         | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | SAN FERNANDO        | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | CHIMBARONGO         | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | TALCA               | 1,019 | 0,903 |
| CGE        | MAULE               | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | PENCAHUE            | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | SAN RAFAEL          | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | TENO                | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | PIROQUE             | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | BUIN                | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | PAIN                | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | LOS ANGELES         | 1,019 | 0,903 |
| CGE        | MULCHEN             | 1,019 | 0,903 |
| CGE        | CHILLAN             | 1,019 | 0,903 |
| CGE        | CHILLAN VIEJO       | 1,019 | 0,903 |
| CGE        | CONCEPCION          | 0,898 | 0,833 |
| CGE        | CORONEL             | 1,019 | 0,903 |
| CGE        | CHIGUAYANTE         | 0,898 | 0,833 |
| CGE        | FLORIDA             | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | HUALQUI             | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | LOTA                | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | PENCO               | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | SAN PEDRO DE LA PAZ | 0,898 | 0,833 |
| CGE        | TALCAHUANO          | 0,896 | 0,833 |
| CGE        | TOME                | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | LERU                | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | COELEMU             | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | COHURCO             | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | SAN CARLOS          | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | SAN NICOLAS         | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | TEMUCO              | 1,019 | 0,903 |
| CGE        | CURARREHUE          | 1,054 | 1,961 |
| CGE        | FREIRE              | 1,029 | 1,266 |
| CGE        | LAUTARO             | 1,029 | 1,266 |

| COD           | VILLARRICA           | TARIF | T.DS  |
|---------------|----------------------|-------|-------|
| CCE           | PADRE LAS CASAS      | 1,029 | 1,266 |
| CCE           | MITRUFQUEN           | 1,029 | 1,266 |
| CCE           | PUCON                | 1,029 | 1,266 |
| CCE           | VILCUN               | 1,029 | 1,266 |
| CCE           | VILLARROCA           | 1,029 | 1,266 |
| EMULPAR       | PUTRE                | 1,000 | 1,000 |
| COPERSOL      | PUTRE                | 1,000 | 1,000 |
| COOPELAN      | LOS ANGLES           | 1,000 | 1,004 |
| COOPELAN      | LAJA                 | 0,983 | 0,632 |
| COOPELAN      | MULCHEN              | 1,000 | 1,004 |
| COOPELAN      | QUILLECO             | 1,000 | 1,004 |
| COOPELAN      | SANTA BARBARA        | 1,000 | 1,004 |
| FRONTEL       | CONEPCION            | 0,999 | 0,999 |
| FRONTEL       | CORONEL              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | FLORIDA              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | HUQUI                | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | LOTA                 | 0,989 | 0,635 |
| FRONTEL       | SANTA JUANA          | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | TOME                 | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | LIBRU                | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | ARAUCO               | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | CANITE               | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | CONTULMO             | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | CURANILAHUE          | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | LOS ALAMOS           | 0,963 | 0,899 |
| FRONTEL       | TIRUA                | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | LOS ANGELES          | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | ANTUCHO              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | CABRERO              | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | LAJA                 | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | MULCHEN              | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | NACIMIENTO           | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | NEGRETE              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | QUELACO              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | QUILLICO             | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | SAN ROSEND           | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | SANTA BARBARA        | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | TUCAPEL              | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | YUMBEL               | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | CHILLAN              | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | BULNES               | 0,963 | 0,899 |
| FRONTEL       | EL CARMEN            | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | PEMUCCO              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | PINTO                | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | QUELLON              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | RANQUIL              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | SAN IGNACIO          | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | YUNGAY               | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | TEMUCO               | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | CARAHUE              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | CUNCO                | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | FREIRE               | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | GALVARINO            | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | GURBEA               | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | LAUTARO              | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | MILPUECO             | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | NUEGA IMPERIAL       | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | PADRE LAS CASAS      | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | PERQUENO             | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | MITRUFQUEN           | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | SAAVEDRA             | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | TEODORO SCHMIDT      | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | TOLTEN               | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | VILCUN               | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | VILLARRICA           | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | ANGOL                | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | COLLIPULLI           | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | CURACAUTIN           | 0,993 | 0,899 |
| FRONTEL       | ERCILLA              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | LONQUIMAY            | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | LOS SAUCES           | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | LUMACO               | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | PUREN                | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | RENAICO              | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | TRAIGUEN             | 1,010 | 1,312 |
| FRONTEL       | VICTORIA             | 0,993 | 0,899 |
| SAESA         | GURBEA               | 0,987 | 1,069 |
| SAESA         | CONSTITUCION         | 0,987 | 1,069 |
| SAESA         | LOCONCOHE            | 0,987 | 1,069 |
| SAESA         | TOLTIEN              | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | PUEBLO MONTT         | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | CALBUCO              | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | FRESIA               | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | FRUTILLAR            | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | LOS MUERMOS          | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | LLANQUEHUE           | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | MAULLIN              | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | PUEBTO VARAS         | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | CASTRO               | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | ANCUD                | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | CHONCHI              | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | CURACO DE VELEZ      | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | DALLAHUE             | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | PUQUELDON            | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | QUELLON              | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | QUELLON              | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | QUIMCHI              | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | QUINCHAO             | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | OSORNO               | 0,983 | 0,763 |
| SAESA         | FIUERTO OCTAY        | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | FURRANQUE            | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | FUYEHUE              | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | RIO NEGRO            | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | SAN JUAN DE LA COSTA | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | SAN PABLO            | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | VALDIVIA             | 0,983 | 0,763 |
| SAESA         | CORRAL               | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | FUTRONO              | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | LA UNION             | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | LAGO RANCO           | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | LANCO                | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | LOS LAGOS            | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | MAJIL                | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | MARIQUINA            | 1,005 | 1,563 |
| SAESA         | PAILLACO             | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | PANGUPELLI           | 0,987 | 1,059 |
| SAESA         | RIO BUENO            | 0,987 | 1,059 |
| EDELAYSEN     | COHAIQUE             | 1,000 | 1,000 |
| EDELAYSEN     | AISIN                | 1,000 | 1,000 |
| EDELAYSEN     | RIO IBANEZ           | 1,000 | 1,000 |
| EDELMAG       | PUNTA ARENAS         | 0,994 | 0,951 |
| EDELMAG       | PORVENIR             | 0,996 | 1,318 |
| EDELMAG       | NATALES              | 0,996 | 1,318 |
| CODINER       | TEMUCO               | 0,978 | 0,763 |
| CODINER       | CUNCO                | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | FREIRE               | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | GALVARINO            | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | GURBEA               | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | LAUTARO              | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | LOCONCOHE            | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | NUEVA IMPERIAL       | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | PADRE LAS CASAS      | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | PERQUENO             | 0,978 | 0,763 |
| CODINER       | MITRUFQUEN           | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | VILLCUN              | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | VILLARRICA           | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | CURACAUTIN           | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | ERCIILLA             | 0,995 | 1,090 |
| CODINER       | TRAIGUEN             | 0,978 | 0,763 |
| CODINER       | VICTORIA             | 0,995 | 1,090 |
| ELECOOP       | OVALLE               | 0,992 | 0,984 |
| ELECOOP       | COMBARBALA           | 1,012 | 1,749 |
| ELECOOP       | MONTE PATRIA         | 0,992 | 0,984 |
| ELECOOP       | PUNTAQUE             | 0,992 | 0,984 |
| E. CASABLANCA | VALPARAISO           | 0,961 | 0,557 |
| E. CASABLANCA | CASABLANCA           | 0,999 | 0,992 |
| E. CASABLANCA | ALGARROBO            | 1,025 | 1,579 |
| E. CASABLANCA | CARTAGENA            | 0,999 | 0,992 |
| E. CASABLANCA | EL QUISCO            | 1,025 | 1,579 |
| E. CASABLANCA | EL TABO              | 1,025 | 1,579 |
| E. CASABLANCA | CURACAVI             | 0,999 | 0,992 |
| COOP. CURICO  | CURICO               | 1,000 | 1,000 |
| COOP. CURICO  | MOLINA               | 1,000 | 1,000 |
| COOP. CURICO  | ROMERAL              | 1,000 | 1,000 |
| COOP. CURICO  | TENO                 | 1,000 | 1,000 |
| EMETAL        | TALCA                | 0,997 | 0,666 |
| EMETAL        | CONSTITUCION         | 1,004 | 0,990 |
| EMETAL        | CUREPTO              | 1,004 | 0,990 |
| EMETAL        | MAULE                | 1,025 | 1,329 |

|            |                      |       |       |
|------------|----------------------|-------|-------|
| EMETAL     | PELARCO              | 1,004 | 0,990 |
| EMETAL     | PENCAHUE             | 1,004 | 0,990 |
| EMETAL     | RIO CLARO            | 1,025 | 1,129 |
| EMETAL     | SAN CLEMENTE         | 1,004 | 0,990 |
| EMETAL     | SAN RAFAEL           | 1,004 | 0,990 |
| EMETAL     | COLBUN               | 1,004 | 0,990 |
| EMETAL     | SAN JAVIER           | 1,004 | 0,990 |
| EMETAL     | YERBAS BUENAS        | 1,004 | 0,990 |
| LULZINARES | CONSTITUCION         | 0,963 | 0,745 |
| LULZINARES | LINALES              | 0,063 | 0,745 |
| LULZINARES | COLBUN               | 0,980 | 1,160 |
| LULZINARES | LONGAVI              | 0,980 | 1,160 |
| LULZINARES | SAN JAVIER           | 0,980 | 1,160 |
| LULZINARES | VILLA ALEGRE         | 0,980 | 1,160 |
| LULZINARES | YERBAS BUENAS        | 0,980 | 1,160 |
| LULZPARRAL | CALQUENES            | 1,000 | 1,000 |
| LULZPARRAL | LONGAVI              | 1,000 | 1,000 |
| LULZPARRAL | FARRAL               | 1,000 | 1,000 |
| LULZPARRAL | RETIRO               | 1,000 | 1,000 |
| LULZPARRAL | SAN JAVIER           | 1,000 | 1,000 |
| LULZPARRAL | NIQUEN               | 1,000 | 1,000 |
| COPLELC    | SAN CARLOS           | 1,000 | 1,000 |
| COPLELC    | FLORIDA              | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | TOME                 | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | CHILIAN              | 0,977 | 0,713 |
| COPLELC    | BULNES               | 0,977 | 0,713 |
| COPLELC    | COBUQUECURA          | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | COELEMU              | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | COHUECO              | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | CHILLAN VIEJO        | 0,977 | 0,713 |
| COPLELC    | EL CARMEN            | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | NINIADE              | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | RIQUEÑA              | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | PEMUDO               | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | PINTO                | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | PORTEZUELO           | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | QUILLON              | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | QUIRIHUE             | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | RANQUIL              | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | SAN CARLOS           | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | SAN FABIAN           | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | SAN IGNACIO          | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | SAN NICOLAS          | 0,987 | 1,209 |
| COPLELC    | TREGUACO             | 0,987 | 1,209 |
| COELCHA    | FLORIDA              | 0,997 | 1,021 |
| COELCHA    | HUALQUI              | 0,997 | 1,021 |
| COELCHA    | LOS ANGELES          | 0,997 | 1,021 |
| COELCHA    | CAMPERO              | 0,997 | 1,021 |
| COELCHA    | NACIMIENTO           | 0,997 | 1,021 |
| COELCHA    | QUITILICCO           | 0,997 | 1,021 |
| COELCHA    | TUCAPIL              | 0,977 | 0,635 |
| COELCHA    | YUMBEL               | 0,997 | 1,021 |
| COELCHA    | PEMUDO               | 0,997 | 1,021 |
| COELCHA    | QUILLON              | 0,997 | 1,021 |
| COELCHA    | YUNGAY               | 0,997 | 1,021 |
| SOCOCPA    | FUTRONO              | 0,974 | 0,854 |
| SOCOCPA    | LA UNION             | 0,974 | 0,854 |
| SOCOCPA    | LOS LAGOS            | 0,974 | 0,854 |
| SOCOCPA    | MARIPI               | 0,962 | 1,221 |
| SOCOCPA    | PABLAICO             | 0,992 | 1,221 |
| SOCOCPA    | PANGUILLI            | 0,992 | 1,221 |
| COOPREL    | SAN PABLO            | 0,949 | 0,710 |
| COOPREL    | LA UNION             | 0,949 | 0,710 |
| COOPREL    | LAGO RANCO           | 0,966 | 1,139 |
| COOPREL    | RIO BUENO            | 0,966 | 1,139 |
| LULZOSORNO | FRUTELAR             | 0,899 | 0,884 |
| LULZOSORNO | LLANQUITUE           | 0,899 | 0,884 |
| LULZOSORNO | PUERTO VAIRAS        | 0,899 | 0,884 |
| LULZOSORNO | OSORNO               | 0,899 | 0,884 |
| LULZOSORNO | PUERTO OCTAY         | 0,916 | 1,406 |
| LULZOSORNO | PURRANQUI            | 0,899 | 0,884 |
| LULZOSORNO | PUYEHUE              | 0,899 | 0,884 |
| LULZOSORNO | RIO NEGRO            | 0,899 | 0,884 |
| LULZOSORNO | SAN JUAN DE LA COSTA | 0,916 | 1,406 |
| LULZOSORNO | SAN PABLO            | 0,916 | 1,406 |
| LULZOSORNO | LA UNION             | 0,916 | 1,406 |
| LULZOSORNO | RIO BUENO            | 0,899 | 0,884 |

Si con posterioridad al 31 de diciembre de 2003, se crearan o se hubiesen creado nuevas comunas, los clientes ubicados en ellas, y a los cuales se les esté efectuando una aplicación tarifaria en los términos establecidos en el presente decreto, mantendrán dichos niveles tarifarios.

Si con posterioridad al 31 de diciembre de 2003, la empresa extienda o hubiese extendido su zona de concesión, abarcando comunas que no se encuentran señaladas en el listado de facturas de sectorización para la empresa indicada, y en donde no existe aplicación tarifaria previa en los términos del presente decreto, los factores FSTCF y FSTCD correspondientes a los clientes en las comunas referidas tomarán el valor igual a uno (FSTCF =1,000 y FSTCD =1,000).

Las empresas concesionarias que a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto tengan clientes con suministro subterráneo conforme la condición de aplicación y criterios de clasificación establecidos en el punto 5.6.1, deberán multiplicar los factores FSTCD de todos sus clientes por los factores que se señalan, y en las áreas típicas que se indican, según el tipo de alimentación que los clientes reciben conforme los criterios de clasificación establecidos en el punto 5.6.1 señalado.

| Caso                                       | Área Típica 1 | Área Típica 2 | Área Típica 3 |
|--|---------------|---------------|---------------|
| Cliente AT alimentado en forma aérea       | 1,000         | 1,000         | 1,000         |
| Cliente AT alimentado en forma subterránea | 1,6982        | 1,6982        | 1,6982        |
| Cliente BT alimentado vía AT y BT aérea    | 1,000         | 1,000         | 1,000         |
| Cliente BT Caso 1                          | 1,2172        | 1,2172        | 1,2172        |
| Cliente BT Caso 2                          | 1,2066        | 1,2066        | 1,2066        |
| Cliente BT Caso 3                          | 1,4238        | 1,4238        | 1,4238        |

La aplicación de los factores señalados en el cuadro anterior se mantendrá durante toda la vigencia del presente decreto con la excepción de la aplicación que deba efectuarse a clientes que adquieran la condición de clientes con suministro subterráneo conforme a las condiciones de aplicación establecidas en el punto 5.6.2.

Para clientes con suministro subterráneo, que se identifiquen como tales producto de las condiciones establecidas en el punto 5.6.2, esto es, asociados a nuevos desarrollos subterráneos habilitados con posterioridad a la entrada en vigencia del presente decreto, los factores FSTCD que conforman la tarifa de estos clientes, deberán ser multiplicados por los factores que se señalan, y en las áreas típicas que se indican, según el tipo de alimentación que estos clientes reciben conforme los criterios de clasificación establecidos en el punto 5.6.1.

| Caso                                       | Área Típica 1 | Área Típica 2 | Área Típica 3 | Área Típica 4 | Área Típica 5 | Área Típica 6 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Cliente AT alimentado en forma subterránea | 1,9961        | 1,6763        | 1,6510        | 1,8830        | 1,6830        | 1,6830        |
| Cliente BT Caso 1                          | 1,0790        | 1,1968        | 1,2519        | 1,2770        | 1,2386        | 1,2375        |
| Cliente BT Caso 2                          | 2,0317        | 2,0709        | 1,8575        | 1,9827        | 1,0805        | 1,1149        |
| Cliente BT Caso 3                          | 2,2261        | 2,2417        | 2,1284        | 2,1747        | 2,2241        | 2,0724        |

## 7.8 Factores de reasignación de cargos fijos

FCFE: Factor de reasignación de cargos fijos de cliente con medidor de energía.  
FVAD: Factor de corrección por reasignación de cargos fijos de cliente con medidor de energía.

A continuación se indican los factores FCFE y FVAD para cada empresa:

| EMPRESA       | FCFE   | FVAD   |
|---------------|--------|--------|
| EME-LARI      | 1,0000 | 1,0000 |
| ELQUISA       | 1,0000 | 1,0000 |
| ELECLDA       | 1,0000 | 1,0000 |
| EMELAT        | 1,0000 | 1,0000 |
| CONAPE A      | 1,0000 | 1,0000 |
| CHIQUINTA     | 1,0000 | 1,0000 |
| CONAPE B      | 1,0000 | 1,0000 |
| EMELCA        | 0,6123 | 1,0622 |
| LITORAL       | 0,7957 | 1,0341 |
| CHILECTRA     | 0,7647 | 1,0282 |
| RIO MAIPU     | 1,0000 | 1,0000 |
| COLINA        | 1,0000 | 1,0000 |
| TIL TIL       | 1,0000 | 1,0000 |
| PUNTO ALTO    | 1,0000 | 1,0000 |
| LULZANDES     | 1,0000 | 1,0000 |
| EMELECTRIC    | 0,6333 | 1,0770 |
| CCE           | 1,0000 | 1,0000 |
| EMELPAIR      | 1,0000 | 1,0000 |
| COFERSOL      | 1,0000 | 1,0000 |
| COOPFLAN      | 0,6723 | 1,0425 |
| FRONTEL       | 0,7667 | 1,0479 |
| SABSA         | 0,6333 | 1,0335 |
| EDELAYSEN     | 0,5829 | 1,3875 |
| EDELMAG       | 1,0000 | 1,0000 |
| COOKER        | 0,6723 | 1,0410 |
| ELECOOP       | 0,5829 | 1,1025 |
| EL CASABLANCA | 0,6333 | 1,0176 |
| COOP CURICO   | 1,0000 | 1,0000 |
| IMETAL        | 1,0000 | 1,0000 |
| LULZ LINABIS  | 0,7957 | 1,0214 |
| LULZ PARRAL   | 0,6723 | 1,0605 |
| COPEL         | 0,9617 | 1,0057 |
| COELCHA       | 0,9617 | 1,0085 |
| SOCOCPA       | 0,8723 | 1,0317 |
| COOPREL       | 0,8723 | 1,0349 |
| LULZ OSORNO   | 0,7957 | 1,0213 |

### 7.9 Definición de los parámetros y valores base

- D: Índice de productos importados calculado como  $D = Tc \times (1 + Ta)$ ; con :  
Tipo de cambio observado para el dólar de los Estados Unidos de Norteamérica, publicado por el Banco Central de Chile, "Dólar Observado", o el que lo reemplaza. Se utilizará el valor promedio del segundo mes anterior a aquél en que las tarifas serán aplicadas.
- Tc: Tasa arancelaria vigente para la importación de equipo electromecánico. Se utilizará el valor vigente el último día hábil del segundo mes anterior a aquél en que las tarifas serán aplicadas.
- IPC: Índice de precios al consumidor, índice general, publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Se utilizará el valor correspondiente al segundo mes anterior a aquél en que las tarifas serán aplicadas.
- IPMN: Índice de precios al por mayor, total productos nacionales, publicado por el INE. Se utilizará el valor correspondiente al segundo mes anterior a aquél en que las tarifas serán aplicadas.
- IPCu: Índice de precio del cobre calculado como el promedio del precio medio mensual de los últimos 12 meses de la libra de cobre en la Bolsa de Valores de Londres; precio que calcula la Comisión Chilena del Cobre y que se publica mensualmente en el "Boletín del Banco Central". Para estos efectos se considerarán los 12 meses que terminan con el tercer mes anterior a aquél en que las tarifas resultantes serán aplicadas y se referirán a moneda nacional utilizando el valor de Tc indicado en el punto anterior.

Valores Base:

| Índice | Valor Base | Mes            |
|--------|------------|----------------|
| Ds     | 663,00     | Noviembre 2003 |
| IPCo   | 114,44     | Noviembre 2003 |
| IPMN   | 197,31     | Noviembre 2003 |
| IPCu   | 47.925,44  | Octubre 2003   |

Las empresas deberán aplicar los índices D, IPCu, IPC, e IPMN en las condiciones establecidas en el artículo 114º del DFL N° 1 de 1982 del Ministerio de Minería.

### 7.10 Factor de corrección por aportes de terceros

| EMPRESA      | B     |
|--------------|-------|
| EMELARI      | 0,978 |
| ELIOSA       | 0,970 |
| ELPCDA       | 0,978 |
| EMELAT       | 0,969 |
| CONAFE A     | 0,959 |
| CHILOQUINTA  | 0,953 |
| CONAFFE B    | 0,947 |
| EMELICA      | 0,956 |
| LITORAL      | 0,938 |
| CHILELECTRA  | 0,937 |
| RIO MAIPU    | 0,952 |
| COLINA       | 0,977 |
| TILITAL      | 1,000 |
| PUENTE ALTO  | 0,947 |
| LIZANDES     | 0,990 |
| EMELECTRIC   | 0,979 |
| CCE          | 0,949 |
| EMELPAR      | 1,000 |
| COOPERSOL    | 1,000 |
| COOPELAN     | 1,000 |
| FRONTEL      | 0,949 |
| SAESA        | 0,979 |
| EDCLAYSEN    | 0,974 |
| EDELMAG      | 0,935 |
| COHIMEX      | 1,000 |
| ELECOP       | 1,000 |
| E CASABLANCA | 1,000 |
| COOP. CURICO | 1,000 |
| EMETAL       | 1,000 |
| LIZUDINARES  | 1,000 |
| LIZUPARRAL   | 1,000 |
| COPELSC      | 1,000 |
| COELCHA      | 1,000 |
| SOCOCCA      | 1,000 |
| COOPFREL     | 1,000 |
| LUXOSORNO    | 1,000 |

**Artículo Segundo:** En la boleta o factura deberá indicarse el nombre de la subestación primaria de distribución desde la cual el cliente se encuentra abastecido. Para estos efectos se entenderá que la subestación primaria de distribución que abastece al cliente es aquella que presente la menor distancia al punto de suministro. La distancia será medida a lo largo de las líneas eléctricas que puedan permitir la conexión. Las líneas a considerar son las de propiedad del concesionario y, además, las establecidas mediante concesión o que utilicen en su trazado bienes nacionales de uso público, independientemente de sus características técnicas y de si los circuitos operan o no normalmente cerrados. Las empresas concesionarias deberán mantener una base de datos actualizada que identifique a cada cliente en su zona de concesión con la subestación primaria de distribución que lo abastece.

En la factura o boleta se identificará separadamente la glosa de los cargos aplicados, su facturación y la suma total facturada, así como los demás cargos que la reglamentación vigente establezca.

Las tarifas del presente decreto son netas y no incluyen el impuesto al valor agregado ni otros impuestos o tributos que sean de cargo de los clientes.

Las tarifas a que dé lugar la aplicación de las fórmulas tarifarias anteriores deberán aplicarse conforme a lo dispuesto en la ley N° 19.489 del 28 de diciembre de 1996.

### DISPOSICIONES TRANSITORIAS

**Artículo Primero:** El cargo único por uso del sistema troncal, a que se refiere el numeral 4 de este decreto, se aplicará una vez que haya sido establecido conforme a la normativa legal y reglamentaria correspondiente. Sin embargo, dicho cargo regirá desde el 13 de marzo de 2004, conforme al Artículo 3º transitorio de la ley 19.940. Asimismo, al momento de las reliquidaciones correspondientes, deberá considerarse el efecto señalado en el decreto de precio de nodo vigente, respecto de este cargo.

**Artículo Segundo:** Mientras los decretos de precios de nodo no establezcan el monto y condiciones de aplicación del recargo por consumo reactivo a que se refiere el punto 4.B.1 de este decreto, éste se aplicará del siguiente modo: la facturación por consumos efectuados en instalaciones cuyo factor de potencia medio mensual sea inferior a 0,93 se recargará en 1% por cada 0,01 en que dicho factor baje de 0,93.

Cuando no haya medidores permanentemente instalados que permitan determinar el factor de potencia la Empresa lo determinará. El cliente podrá apelar a la Superintendencia, quien resolverá oyendo a las partes.

**Artículo Tercero:** En aquellas empresas cuya demanda media anual de consumo en la opción BT1 se produce en meses en que no se han definido horas de pinta, quedarán afectos a la tarifa BT1a los clientes cuyo Factor de Clasificación resulte igual o inferior a 2, además de aquellos clientes incorporados como tales con posterioridad a febrero de 2004 y hasta febrero de 2005.

La empresa que aplique la clasificación señalada en el inciso precedente deberá facturar mensualmente al conjunto de clientes definido en la forma anterior, en la opción tarifaria que implique la menor facturación entre las opciones BT1a y BT1b, desde el inicio de vigencia de este Decreto y hasta el mes de octubre del año 2005, inclusive. Para efectos de las facturaciones de noviembre de 2004 a febrero 2005, ambos inclusive, se efectuará una clasificación transitoria en noviembre de 2004, considerando el período marzo 2003 a febrero 2004.

A contar de la facturación del mes de noviembre del año 2005, los clientes de la opción tarifaria BT1 serán facturados de acuerdo a la clasificación resultante en el mes de marzo del año 2005. Los clientes que hayan ingresado con posterioridad a marzo de 2005, seguirán el régimen general. Por su parte, los clientes que, hayan ingresado entre marzo de 2004 y febrero de 2005, se separarán en dos tipos: aquellos que ingresaron hasta octubre de 2004, a los cuales se les aplicará el factor de clasificación usando los 12 meses de información disponible; y aquellos ingresados entre noviembre de 2004 y febrero de 2005, los que mantendrán su condición hasta que se cuente con 12 meses de historia como cliente, oportunidad en que serán clasificados.

La empresa que tenga que aplicar la condición anterior, deberá comunicar a sus clientes los efectos en la facturación de las distintas opciones.

Además, téngase razón y publíquese.- Por orden del Presidente de la República, Felipe Sandovil Precht, Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción (S).

Lo que transcribe para su conocimiento.- Saluda atentamente a usted, Claudio Castillo Castillo, Subsecretario de Economía, Fomento y Reconstrucción (S).

(Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2004).

## ***"SERVICIOS ASOCIADOS A LA DISTRIBUCION***

*La fijación de precios para los servicios no consistentes en suministros de energía, asociados a la distribución eléctrica, fue establecida por el Decreto Nº 197 de 2004, del Ministerio de Economía. Éste incorpora un total de 24 servicios, incluyendo arriendo de medidor; conexión y desconexión del servicio o corte y reposición del mismo; pago fuera de plazo; verificación del medidor; pago de cuenta fuera de plazo, entre otros.*

*Dicho cuerpo legal establece que estos servicios pueden ser prestados por otras empresas, con o sin relación societaria con las concesionarias de distribución eléctrica, sólo pudiendo cobrar en forma posterior a la realización efectiva de los mismos.*

*Indica además que la boleta o factura del servicio deberá incluir de manera desglosada el cobro correspondiente a cargo fijo, así como los cargos variables especificando la longitud u horas, según corresponda.*

*Para el caso de cargos correspondientes a servicios prestados por terceros distintos a los prestatarios del servicio (Organismos o Laboratorios de Certificación Autorizados, servicios postales, gastos notariales y otros costos tales como derechos municipales, rotura y reposición de pavimento, intereses, etc.) la empresa deberá identificarlos y acreditarlos debidamente (copia de boleta de servicios o copia de certificado de pago) y no podrá cobrar más que lo señalado en esos documentos.*

*Para el caso que los servicios sean prestados por concesionarias, estas podrán incluir el cargo en la boleta del servicio de distribución eléctrico, debiendo permitir el pago de este último en forma separada de los otros servicios.*

|                                    |  |  |  |            |
|------------------------------------|--|--|--|------------|
| <b>DIARIO OFICIAL (STGO-CHILE)</b> |  |  |  | 14.10.2004 |
| 18.92x16.35 1 Pág. 2               |  |  |  | 4059057-0  |

## Normas Generales

### PODER EJECUTIVO

### Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción

SUBSECRETARIA DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN

### FIJA PRECIOS DE SERVICIOS NO CONSISTENTES EN SUMINISTROS DE ENERGÍA, ASOCIADOS A LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Núm. 197 - Santiago, 26 de Julio de 2004.

Vistos:

- 1) Lo dispuesto en los artículos 90 número 4 y 107 bis del Decreto con Fuerza de Ley N° 1 de Minería, de 1982, que establece la Ley General de Servicios Eléctricos.
- 2) Lo dispuesto en la Ley N° 19.674, de 3 de mayo de 2000, que modificó la Ley General de Servicios Eléctricos.
- 3) Lo dispuesto en los artículos 115 y siguientes del Decreto Supremo N° 327 del Ministerio de Minería, de 1997, que establece el Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.
- 4) Lo resuelto en la Resolución N° 592, de la Honorable Comisión Resolutiva, de 21 de marzo de 2001.
- 5) El Oficio Ord. N° 728 de la Comisión Nacional de Energía, de 28 de mayo de 2004, que contiene el informe técnico de la Comisión Nacional de Energía sobre Fijación de Fórmulas Tarifarias de Servicios Asociados al Suministro de Electricidad de Distribución.

Considerando:

- 1) Que, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 107 bis, en relación con el artículo 90 número 4 del Decreto con Fuerza de Ley N° 1 de Minería, de 1982, que establece la Ley General de Servicios Eléctricos, el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, mediante decreto, le corresponde fijar las tarifas de los servicios no consistentes en suministros de energía que hayan sido calificados expresamente por la H. Comisión Resolutiva como sujetos a fijación de precios.
- 2) Que la Resolución N° 592 de la H. Comisión Resolutiva, de 21 de marzo de 2001, determinó que las condiciones existentes en el mercado de distribución eléctrica no son suficientes para garantizar un régimen de libertad tarifaria de los servicios que detalla en su declaración primera, señalando que el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción deberá proceder a fijarles precio en ejercicio de sus atribuciones legales.
- 3) Que la Comisión Nacional de Energía, con fecha 28 de mayo de 2004, comunicó al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción el informe técnico sobre Fijación de Fórmulas Tarifarias de Servicios Asociados al Suministro de Electricidad de Distribución, el cual da cuenta de los resultados del proceso de fijación de tarifas, cumpliéndose de esta forma todas las disposiciones legales y reglamentarias para la fijación de las tarifas indicadas.

Decreto:

Apruébase la siguiente fijación de tarifas de los Servicios No Consistentes en Suministros de Energía, asociados a la Distribución Eléctrica:

**Artículo único:** Los siguientes servicios quedarán sujetos a fijación tarifaria en los términos y condiciones que se expresan en el presente Decreto. Las tarifas tendrán el carácter de máximas.

### 1.- SERVICIOS SUJETOS A FIJACIÓN TARIFARIA

#### 1.1.- Servicios Asociados a Distribución Eléctrica sujetos a fijación de tarifas

| SERVICIOS   |
|---|
| A) APoyo en postes a proveedores de servicios de telecomunicaciones   |
| B) Arriendo de empalme  |
| C) Arriendo de módem  |
| D) Atención de emergencia de alumbrado público  |
| E) Aumento de capacidad de empalme  |
| F) Cambio de proveedor de servicio telefónico   |
| G) Corte y pago de deuda o consumo  |
| H) Conexión y desconexión del servicio o corte y reposición   |
| I) Conexión o desconexión de empalme a la red o alumbrado público   |
| J) Conexión y desconexión de suscriptores particulares  |
| K) Copia de factura legalizada o duplicado de boleta o factura  |
| L) Ejecución e instalación de empalmes  |
| M) Ejecución e instalación de postes de distribución y alumbrado público  |
| N) Instalación de suministros individuales, colectivos o reales   |
| O) Instalación o retiro de módem  |
| P) Instalación o cambio de alumbrado público que se encuentre adosado en postes de la empresa distribuidora   |
| Q) Mantenimiento de alumbrado público que se encuentre adosado en postes de la empresa distribuidora  |
| R) Mantenimiento de medida de propiedad del cliente   |
| S) Pago de la cuenta fuera de plazo   |
| T) Retiro o desmantelamiento de empalmes  |
| U) Revisión y aprobación de proyectos y planos eléctricos, en el caso a que se requiere el N° 1 del artículo 76 de la Ley General de Servicios Eléctricos |
| V) Verificación de lectura del medidor solicitada por el cliente  |
| W) Verificación de medidor en laboratorio   |
| X) Verificación de medidor en terreno   |

#### 1.2.- Definición de Servicios

Para los servicios que corresponda se entenderá por B.T. a la red de distribución de huja tenorín cuyo voltaje es igual o inferior a 400 volts y para A.T. a la red de distribución de alta tensión cuyo voltaje es superior a 400 volts e inferior o igual a 23.000 volts.

#### A.- APOYO EN POSTES A PROVEEDORES DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Arriendo de un servicio de apoyo en un poste de distribución de electricidad para la fijación de instalaciones de telecomunicaciones pertenecientes a una empresa de telecomunicaciones.

Se entiende por apoyo algún sistema de sujeción física de las instalaciones de telecomunicaciones, que utilice no más de 6 centímetros lineales de un poste de distribución y que permita hasta 16 puntos de contacto. Se considera que en cada poste podrá disponerse de uno o más apoyos, los que podrán corresponder a distintas empresas de telecomunicaciones.

Se define punto de contacto como el contacto físico de un cable o conductor de telecomunicaciones en el apoyo correspondiente.

El servicio se formaliza a través de un contrato de arrendamiento entre la distribuidora y la empresa de telecomunicaciones, lo cual considera, de parte de la distribuidora, la realización de un estudio de factibilidad técnica, la inspección del montaje y la administración del contrato.

El servicio no incluye la provisión, el montaje, el mantenimiento ni los materiales necesarios para su prestación. Si el servicio requiere obras adicionales, éstas serán de cargo de la empresa de telecomunicaciones.

Las empresas de distribución acordarán con las empresas de telecomunicaciones que contraten este servicio, la periodicidad del pago, que en ningún caso podrá ser superior a un año.

El cobro del servicio corresponderá a un único cargo: Cargo fijo (\$/apoyo-año).

|                                    |  |  |  |            |
|------------------------------------|--|--|--|------------|
| <b>DIARIO OFICIAL (STGO-CHILE)</b> |  |  |  | 14.10.2004 |
| 19.32x23.21      2      Pág. 2     |  |  |  | 4059064-8  |

#### B.- ARRIENDO DE EMPALME

Arriendo de un empalme a solicitud del cliente y por un período mínimo de un año, contra el pago de un canon mensual o bimestral, según acuerdo entre el arrendatario y su proveedor.

Se entenderá por empalme al conjunto de elementos que conectan una instalación interior a la red de distribución, incluidos los elementos de protección necesarios.

Este servicio incluye la instalación, la conexión a la red y el mantenimiento del empalme.

En caso de fallas graves el prestador deberá reemplazar el empalme en el plazo máximo de 48 horas posteriores a la recepción del aviso.

No incluye medidor o equipo de medida ni transformadores de corriente o tensión. Para el caso de empalmes subterráneos no se incluyen los costos de rotura de pavimento ni de excavación de zanjas, previo a la instalación del empalme. También se excluyen el retiro del empalme, el costo de derechos municipales así como la reposición de pavimentos.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos y rangos de potencia:

| <b>SUBTIPO</b> |                                 | <b>RANGO DE POTENCIA</b>   |
|----------------|---------------------------------|--|
| B.1            | Monofásicos en B.T. aéreo       | hasta 6 kVA tipo económico.<br>hasta 6 kVA normal.<br>mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA. |
| B.2            | Monofásicos en B.T. subterráneo | hasta 6 kVA.<br>mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA.                                       |
| B.3            | Trifásicos en B.T. aéreo        | mayor de 6 kVA y hasta 20 kVA.<br>mayor de 20 kVA y hasta 50 kVA.                    |
| B.4            | Trifásicos en B.T. subterráneo  | mayor de 6 kVA y hasta 20 kVA.<br>mayor de 20 kVA y hasta 50 kVA.                    |
| B.5            | Trifásicos en A.T. aéreo        | mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA.<br>mayor de 10 kVA y hasta 20 kVA.                    |

Se entenderá por empalme monofásico B.T. aéreo del tipo económico, aquel que se sustenta en postación emplazada en terreno no pavimentado, salvo que la norma constructiva de la empresa difiera de este criterio, en cuyo caso deberá someter a la aprobación de la SEC la correspondiente norma, antes de su aplicación tarifaria.

El Cobro del servicio considerará los siguientes dos cargos:

- a) Cargo fijo [\$/empalme/mes]
- b) Cargo variable por unidad de longitud del empalme [\$/m/mes]

#### C.- ARRIENDO DE MEDIDOR

Arriendo de un medidor a solicitud del cliente, conforme a los requerimientos tarifarios de éste y por un período mínimo de un año, contra el pago de un canon mensual o bimestral, según acuerdo entre el arrendatario y su proveedor. El servicio debe garantizar la calidad de la medida y su continuidad.

Este servicio incluye la provisión, instalación, conexión y puesta en funcionamiento del

No incluye materiales o repuestos, los que podrán ser provistos por el cliente, o por la empresa proveedora del servicio a petición expresa del cliente. Tampoco se incluyen las reparaciones o trabajos en la red de distribución del alumbrado público, ni la atención de emergencias de alumbrado público ubicado a más de 8 mts. de altura.

El cobro de este servicio comprenderá los siguientes cargos:

- a) Cargo fijo [\$/atención]
- b) Cargo variable por unidad de hora hombre [\$/atención/hh]

En el caso que los materiales o repuestos hayan sido provistos por la empresa prestadora, ésta deberá incluir en la facturación de este servicio, mediante un cargo explícito, el cobro producto de los referidos materiales o repuestos.

#### E.- AUMENTO DE CAPACIDAD DE EMPALME

Este servicio consiste en la adecuación o el reemplazo de las protecciones del empalme a fin de possibilitar el aumento de la potencia disponible en el punto de suministro al cliente, a solicitud del mismo.

Incluye la conexión y desconexión del empalme a la red, la inspección del suministro cuando sea necesaria, estudios técnicos, trabajos necesarios de adecuación o reemplazo de las protecciones existentes por las de mayor capacidad, incluyendo la provisión de protecciones y materiales menores relacionados, a efectos de possibilitar una mayor capacidad de suministro.

No se incluye medidor, ni cambio de conductor del empalme existente. También se excluyen de la tarifa los derechos municipales, y la rotura o reposición de pavimentos.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos y rangos de potencia de aumento de capacidad de empalme:

| <b>SUBTIPO</b> |                                 | <b>RANGO DE POTENCIA</b>   |
|----------------|---------------------------------|--|
| E.1            | Monofásicos en B. T. aéreo      | hasta 6 KVA tipo económico.<br>hasta 6 KVA normal.<br>mayor de 6 KVA y hasta 10 KVA. |
| E.2            | Monofásicos en B.T. Subterráneo | hasta 6 KVA.<br>mayor de 6 KVA y hasta 10 KVA.                                       |
| E.3            | Trifásicos en B.T. Aéreo        | mayor de 6 KVA y hasta 20 KVA.<br>mayor de 20 KVA y hasta 50 KVA.                    |
| E.4            | Trifásicos en B.T. Subterráneo  | mayor de 6 KVA y hasta 20 KVA.<br>mayor de 20 KVA y hasta 50 KVA.                    |
| E.5            | Trifásicos en A.T. Aéreo        | mayor de 6 KVA y hasta 10 KVA.<br>mayor de 10 KVA y hasta 20 KVA.                    |

Se entenderá por empalme monofásico E.1 aéreo del tipo económico, aquél que se sustenta en postación emplazada en terreno no pavimentado, salvo que la norma constructiva de la empresa difiera de este criterio, en cuyo caso deberá someter a la aprobación de la SEC la correspondiente norma, antes de su aplicación tarifaria.

El cobro del servicio considerará un único cargo: Cargo fijo [\$/servicio].

## C.- ARRIENDO DE MEDIDOR

Arriendo de un medidor a solicitud del cliente, conforme a los requerimientos tarifarios de éste y por un período mínimo de un año, contra el pago de un canon mensual o bimestral, según acuerdo entre el arrendatario y su proveedor. El servicio debe garantizar la calidad de la medida y su continuidad.

Este servicio incluye la provisión, instalación, conexión y puesta en funcionamiento del medidor a ser arrendado. Adicionalmente, incluye la calibración y programación previa a la instalación del medidor, la verificación de la puesta en servicio, y su mantenimiento regular en el terreno, incluyendo materiales.

Asimismo, se deberá proveer la reposición inmediata ante eventuales desperfectos propios del medidor o por causas no imputables al cliente, en el plazo máximo de 48 horas posteriores a la recepción del aviso.

No se incluye el retiro del medidor, la instalación de transformadores de corriente o tensión, protecciones, u otro tipo de equipamiento fuera del propio medidor a arrendar.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos y rangos de capacidad:

| SUBTIPO  | RANGO DE CAPACIDAD  |
|--|---|
| C.1 Monofásicos en B.T.                          | de hasta 10 Amperes .<br>mayor de 10 A y de hasta 50 A .<br>de hasta 100 A .                                |
| C.2 Trifásicos en B.T. sin indicación de demanda | mayor de 10 A, y de hasta 50 A .<br>mayor de 50 A, y de hasta 150 A .<br>de hasta 10 A .                    |
| C.3 Trifásicos en B.E. con indicación de demanda | mayor de 10 A, y de hasta 50 A .<br>mayor de 50 A, y de hasta 150 A .<br>mayor de 150 A, y de hasta 300 A . |

El cobro del servicio considerará un único cargo: Cargo fijo [S/medidor/mes].

## D.- ATENCIÓN DE EMERGENCIA DE ALUMBRADO PÚBLICO

Mantenimiento correctivo de emergencia de alumbrado público a solicitud del cliente.

Consiste en un servicio de mantenimiento básico, que debe ser atendido en un plazo máximo de 12 horas desde el momento de su solicitud. Está orientado a reponer el servicio ante fallas del propio artefacto o luminaria, o su equipamiento asociado, mediante un simple reemplazo del elemento fallido.

Asimismo, se deberá proveer la atención comercial y de reclamos en oficinas comerciales o cualquier otro sistema de atención, a fin de facilitar la recepción de avisos de desperfectos por parte de la Municipalidad, entidad administradora o el responsable del alumbrado público.

mayor de 10 KVA y hasta 20 KVA.

Se entiende por empalme monorásico B1 aéreo del tipo económico, aquél que se sustenta en postación emplazada en terreno no pavimentado, salvo que la norma constructiva de la empresa difiera de este criterio, en cuyo caso deberá someter a la aprobación de la SEC la correspondiente norma, antes de su aplicación tarifaria.

El cobro del servicio considerará un único cargo: Cargo fijo [S/servicio].

## F.- CAMBIO O REEMPLAZO DE MEDIDOR

Retiro del medidor existente e instalación en su reemplazo de otro de iguales o diferentes características, a solicitud del cliente y conforme a modalidad tarifaria.

Este servicio incluye la atención comercial, el cambio del medidor existente por otro de iguales o distintas características, siempre y cuando no implique el cambio de la caja del medido ni su tipo de montaje.

Este servicio es prestado a solicitud del cliente, o a requerimiento de la distribuidora ante situaciones que impiden la correcta medida y que sean debidamente fundadas y comprobada técnicamente.

El servicio incluye la desconexión y retiro del medidor existente, como también la instalación, conexión y precintado del nuevo medidor para su correcta puesta en funcionamiento en cuyo caso se deberá realizar una verificación y programación del medidor nuevo, previo a su instalación. El nuevo medidor puede ser provisto por el cliente o por la distribuidora a precios expresos del cliente.

También se deberá realizar una verificación de la puesta en servicio, incluyendo una toma de lectura del medidor retirado y del nuevo instalado.

No se incluye el cambio de otros elementos asociados a la medida como protecciones o transformadores de corriente o tensión ni de cualquier otro tipo de equipamiento fuera del propio medidor a instalar. También se excluye la reparación eventual de elementos del empalme.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos y rangos de capacidad:

| SUBTIPO  | RANGO DE CAPACIDAD  |
|--|---|
| F.1 Monofásicos en B.T.                          | de hasta 10 Amperes .<br>mayor de 10 A y de hasta 50 A .<br>de hasta 100 A .                                |
| F.2 Trifásicos en B.T. sin indicación de demanda | mayor de 10 A, y de hasta 50 A .<br>mayor de 50 A, y de hasta 150 A .<br>de hasta 10 A .                    |
| F.3 Trifásicos en B.T. con indicación de demanda | mayor de 10 A, y de hasta 50 A .<br>mayor de 50 A, y de hasta 150 A .<br>mayor de 150 A, y de hasta 300 A . |

| DIARIO OFICIAL (STGO-CHILE) |           |        |  | 14.10.2004 |
|-----------------------------|-----------|--------|--|------------|
| 19.12x22.78                 | 3         | Pág. 2 |  |            |
| 9 0 6 9                     | 4059069-3 |        |  |            |

El cobro del servicio comprenderá un cargo fijo independiente de quien sea el proveedor del nuevo medidor y otro aplicable sólo si el nuevo medidor es provisto por la empresa prestadora:

- a) Cargo fijo [\$/reemplazo]
- b) Careo por avroisión del medidor [\$/reemplazo]

#### G.- CERTIFICADO DE DEUDA O CONSUMOS

Este servicio consiste en la emisión de un documento que certifique la deuda o consumo de un cliente a una determinada fecha, durante un período dado.

Este servicio se presta a solicitud del cliente, y se refiere a la emisión de una certificación, por parte de la empresa distribuidora, que contenga a lo más los consumos en los últimos 12 meses, o bien, se trate de un certificado de la deuda con la distribuidora, correspondiente a dichos consumos.

El servicio considera la elaboración y emisión del certificado de deuda, y su entrega en oficinas comerciales o por medio de cualquier otro sistema de atención que la distribuidora ponga a disposición de sus clientes.

El servicio no incluye la legalización notarial, datos que excedan el período móvil de doce meses, ni envío postal o por fax.

El cobro del servicio comprenderá un único cargo: Cargo fijo [\$/certificado].

#### H.- CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN DEL SERVICIO O CORTE Y REPOSICIÓN

Desconexión física (corte) del suministro de un cliente por falta de pago y su posterior reposición (reposición).

Este servicio incluye el envío al cliente de un aviso de corte o notificación de corte y no requiere su consentimiento.

Incluye la desconexión física de las instalaciones eléctricas del cliente a la red de distribución, así como la reconnection física de las mismas, dentro de las 24 horas luego de efectuado el pago o convenio.

No se incluyen inspecciones previas ni provisión alguna de materiales, salvo los necesarios para la prestación específica del servicio.

Están sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPO |                             |
|---------|-----------------------------|
| H.1     | Monofásico B.T. aéreo       |
| H.2     | Trifásico B.T. aéreo        |
| H.3     | Monofásico B.T. subterráneo |
| H.4     | Trifásico B.T. subterráneo  |
| H.5     | Trifásico A.T. aéreo        |
| H.6     | Trifásico A.T. subterráneo  |
| H.7     | Monofásico A.T. aéreo       |

El cobro del servicio comprenderá un único cargo: Cargo fijo [\$/corte y reposición].

#### I.- CONEXIÓN O DESCONEXIÓN DE EMPALME A LA RED O ALUMBRADO PÚBLICO

Conexión o desconexión física de un empalme o alumbrado público a la red de distribución, a solicitud del cliente, requiriendo la coordinación de fecha y hora con el mismo.

Se incluye también los materiales necesarios para realizar el servicio y las inspecciones que corresponda.

Están sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS |                            |
|----------|----------------------------|
| J.1      | Monofásico A.T. aéreo      |
| J.2      | Trifásico A.T. aéreo       |
| J.3      | Trifásico A.T. subterráneo |

El cobro del servicio comprenderá un único cargo: Cargo fijo [\$/conexión y desconexión].

#### K.- COPIA DE FACTURA LEGALIZADA O DUPLICADO DE BOLETA O FACTURA

Emitición de un duplicado de la boleta o factura, establecido como comprobante para pago o copia legalizada de la factura.

El servicio es prestado a solicitud del cliente. Se consideran los costos asociados a la atención del cliente cuando solicita una legalización notarial de una copia de la factura, o bien el duplicado de la factura o boleta del servicio de distribución.

La tarifa de este servicio no incluye la copia de facturas emitidas con anterioridad a doce meses, el costo de legalización, ni otros gastos notariales. Sin embargo, el costo notarial será pagado por la empresa distribuidora y traspasado al cliente en la misma boleta o factura en que se cobra el servicio.

El servicio no incluye duplicados anteriores a la última boleta o factura emitida, ni incluye su envío postal o por fax.

Están sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS |                                  |
|----------|----------------------------------|
| K.1      | Copia de factura legalizada      |
| K.2      | Duplicado de la boleta o factura |

El cobro del servicio considerará los siguientes dos cargos, cuando corresponda:

- a) Cargo fijo [\$/copia]
- b) Costo de legalización [\$/atención]

#### L.- EJECUCIÓN O INSTALACIÓN DE EMPALMES

Servicio a solicitud del cliente, consistente en la construcción de un empalme eléctrico, constituido por el conjunto de elementos que conectan una instalación interior a la red de distribución, y su posterior instalación física.

Este servicio incluye la atención comercial, la instalación, conexión y puesta en servicio del empalme. Éste estará constituido por la acometida y la bajada hasta la caja de medición, incluyendo la instalación de ésta y la del interruptor termo magnético o del equipo de protección que corresponda.

Además, el servicio incluye los materiales y accesorios necesarios para su ejecución.

No se incluye la instalación del medidor o equipo de medida ni transformadores de corriente o tensión. También se excluyen los derechos municipales, así como rotura y reposición de pavimentos.

|     |                            |
|-----|----------------------------|
| H.5 | Trifásico A.T. aéreo       |
| H.6 | Trifásico A.T. subterráneo |
| H.7 | Monofásico A.T. aéreo      |

El cobro del servicio comprenderá un único cargo: Cargo fijo [S/corte y reposición].

#### L.- CONEXIÓN O DESCONEXIÓN DE EMPALME A LA RED O ALUMBRADO PÚBLICO

Conexión o desconexión física de un empalme o alumbrado público a la red de distribución, a solicitud del cliente, requiriendo la coordinación de fecha y hora con el mismo.

Incluye los costos de coordinación de la actividad con el cliente y los de conexión o desconexión física del empalme o alumbrado público a la red, como también los materiales necesarios para realizar el servicio.

No se incluyen las inspecciones previas, instalación o retiro del empalme, derechos municipales, ni rotura ni reposición de pavimentos.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPO |                             |
|---------|-----------------------------|
| 1.1     | Monofásico B.T. aéreo       |
| 1.2     | Monofásico B.T. subterráneo |
| 1.3     | Trifásico B.T. aéreo        |
| 1.4     | Trifásico B.T. subterráneo  |
| 1.5     | Trifásico A.T. aéreo        |
| 1.6     | Trifásico A.T. subterráneo  |
| 1.7     | Monofásico A.T. aéreo       |

El cobro del servicio comprenderá un único cargo: Cargo fijo [S/conexión] o [S/desconexión], según corresponda.

#### J.- CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN DE SUBESTACIONES PARTICULARES

Desconexión física de una subestación particular de la red de distribución de alta tensión y su posterior reconexión, a solicitud del cliente.

Este servicio incluye los costos de coordinación de la actividad con el cliente, los costos de desconexión de la subestación particular y los de su posterior reconexión física a la red de distribución de AT, mediante la operación de los elementos de apertura o cierre disponibles.

distribución, y su posterior instalación física.

Este servicio incluye la atención comercial, la instalación, conexión y puesta en servicio del empalme. Éste estará constituido por la acometida y la bajada hasta la caja de medición, incluyendo la instalación de ésta y la del interruptor termo magnético o del equipo de protección que corresponda.

Además, el servicio incluye los materiales y accesorios necesarios para su ejecución.

No se incluye la instalación del medidor o equipo de medida ni transformadores de corriente o tensión. También se excluyen los derechos municipales, así como rotura y reposición de pavimentos.

Para el caso de empalmes subterráneos no se incluyen los costos de excavación de zanjas, previo a la instalación del empalme.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos y rangos de potencia:

| SUBTIPOS |                                 | RANGO DE POTENCIA   |
|----------|---------------------------------|---|
| L.1      | Monofásicos en B.T. aéreo       | hasta 6 kVA tipo económico.<br>hasta 6 kVA normal.<br>mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA   |
| L.2      | Monofásicos en B.T. subterráneo | <small>ESTA TABLA SE VUELVE APLICABLE A LAS TABLAS L.3 Y L.4</small><br>mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA.  |
| L.3      | Trifásicos en B.T. aéreos       | mayor de 6 kVA y hasta 20 kVA.<br>mayor de 20 kVA y hasta 50 kVA.<br>mayor de 50 kVA y hasta 100 kVA.<br>mayor de 100 kVA y hasta 150 kVA.<br>mayor de 150 kVA y hasta 350 kVA. |
| L.4      | Trifásicos en B.T. subterráneo  | mayor de 6 kVA y hasta 20 kVA.<br>mayor de 20 kVA y hasta 50 kVA.<br>mayor de 50 kVA y hasta 100 kVA.<br>mayor de 100 kVA y hasta 150 kVA.<br>mayor de 150 kVA y hasta 350 kVA. |
| L.5      | Trifásicos en A.T. aéreos       | mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA.<br>mayor de 10 kVA y hasta 20 kVA.   |
| L.6      | Monofásicos en A.T. aéreos      | mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA.<br>mayor de 10 kVA y hasta 20 kVA.   |

Se entenderá por empalme monofásico BT aéreo del tipo económico, aquel que se sustenta en postación emplazada en terreno no pavimentado, salvo que la norma constructiva de la empresa difiera de este criterio, en cuyo caso deberá someter a la aprobación de la SEC la correspondiente norma, antes de su aplicación tarifaria.

|                                    |   |        |  |            |
|------------------------------------|---|--------|--|------------|
| <b>DIARIO OFICIAL (STGO-CHILE)</b> |   |        |  | 14.10.2004 |
| 18.92x22.57                        | 4 | Pág. 2 |  | 4059078-3  |

El cobro del servicio comprenderá los siguientes dos cargos:

- a) Cargo fijo [\$/ejecución o instalación]
- b) Cargo variable por unidad de longitud de empalme [\$/ejecución o instalación/mt]

**M.- ENVIO O DESPACHO DE BOLETA O FACTURA A CASILLA POSTAL O DIRECCIÓN ESPECIAL**

Envío de la boleta o factura a una casilla postal o dirección especial, diferente a la del suministro, por un medio distinto al del reparto normal.

El servicio es prestado a solicitud del cliente, e incluye el envío de boleta o factura a destino nacional mediante un servicio postal público o privado, el que no puede ser realizado mediante el sistema de reparto habitual de la empresa distribuidora.

El costo del envío por correo público o privado, será pagado por la empresa y traspasado al cliente en la misma boleta o factura en que se cubre el servicio.

No incluye envío por fax.

El cobro del servicio considerará los siguientes dos cargos, cuando corresponda:

- a) Cargo fijo [\$/documento]
- b) Costo de envío [\$/atención].

**N.- INSPECCIÓN DE SUMINISTROS INDIVIDUALES, COLECTIVOS O REDES**

Cualquier tipo de inspección ocular en terreno de un suministro individual, colectivo o de redes realizado por personal calificado, a solicitud del cliente.

En este servicio se consideran los costos relacionados con la concurrencia del inspector al lugar del suministro a ser inspeccionado en forma visual, se trate de instalaciones eléctricas aéreas, subterráneas o instalaciones complementarias.

Además incluye la elaboración de un reporte de la inspección por escrito y del informe técnico correspondiente.

Se excluyen todo tipo de verificaciones o ensayos de los elementos inspeccionados.

No incluye ningún tipo de materiales, confección de planos o informes, distintos al reporte de inspección. Además se excluye inspección y pruebas de equipos eléctricos en fábricas o laboratorios.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS |  |
|----------|--|
| N.1      | Suministros individuales, colectivos y redes en B.T. |
| N.2      | Suministros individuales, colectivos y redes en A.T. |

El cobro del servicio considerará los siguientes dos cargos:

- a) Cargo fijo [\$/inspección]
- b) Cargo variable por unidad de hora de inspección [\$/inspección/hh].

**O.- INSTALACIÓN O RETIRO DE MEDIDOR**

Instalación o retiro (desinstalación) físico del medidor a solicitud del cliente o por decisión debidamente fundada de la distribuidora y comprobadas adecuadamente.

Consiste en un servicio de instalación de un nuevo alumbrado público o bien, el reemplazo de uno existente por otro de iguales características e igual sistema de sujeción mecánica. También es aplicable al cambio o instalación de un artefacto de alumbrado público, a solicitud de la Municipalidad o entidad administradora o responsable del alumbrado público, a la empresa distribuidora.

Incluye la ejecución física del cambio o instalación de alumbrado, la conexión del alumbrado público a su respectivo empalme y las inspecciones que correspondan.

Asimismo, se deberá proveer la atención comercial y de reclamos en oficinas comerciales o cualquier otro sistema de atención, a fin de facilitar la recepción de avisos de desperfectos por parte de la Municipalidad, entidad administradora o el responsable del alumbrado público.

No se consideran las instalaciones o cambios de alumbrados a más de 8 metros de altura, ni se incluye el costo de los elementos a instalar o cambiar los que podrán ser provistos por el cliente, o por la empresa proveedora del servicio a petición expresa del cliente, salvo aquellos materiales menores necesarios para el montaje o reemplazo.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS |   |
|----------|---|
| P.1      | Instalación de un artefacto de alumbrado público                    |
| P.2      | Cambio de un artefacto de alumbrado público por otro del mismo tipo |

El cobro de este servicio comprenderá los siguientes cargos:

- a) Cargo fijo [\$/instalación]
- b) Cargo operativo por unidad de hora hombre [\$/instalación/hh].

En el caso que los materiales o repuestos hayan sido provistos por la empresa prestadora, ésta deberá incluir en la facturación de este servicio, mediante un cargo explícito, el cobro producto de los referidos materiales o repuestos.

**Q.- MANTENIMIENTO DE ALUMBRADO PÚBLICO QUE SE ENCUENTRE ADOSADO EN POSTES DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA**

Mantenimiento correctivo de alumbrado público que se encuentre adosado a postes de la empresa distribuidora, a solicitud del cliente.

Consiste en un servicio de mantenimiento básico, orientado a reponer el servicio ante fallas del propio artefacto o luminaria, o su equipamiento asociado, mediante un simple reemplazo de componentes del alumbrado público falladas. El plazo máximo de ejecución del servicio desde el momento de la recepción de la solicitud es de 48 horas.

Asimismo, se deberá proveer la atención comercial y de reclamos en oficinas comerciales o cualquier otro sistema de atención, a fin de facilitar la recepción de avisos de desperfectos por parte de la Municipalidad, la entidad administradora o el responsable del alumbrado público.

No incluye materiales o repuestos, los que podrán ser provistos por el cliente, o por la empresa proveedora del servicio a petición expresa del cliente. Tampoco se incluyen las reparaciones o trabajos en la red de distribución del alumbrado público, ni la atención de emergencias de alumbrado público ubicado a más de 8 mts. de altura.

El cobro de este servicio comprenderá los siguientes cargos:

- a) Cargo fijo [\$/atención]
- b) Cargo variable por unidad de hora hombre [\$/atención/hh].

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS |  |
|----------|--|
| N.1      | Suministros individuales, colectivos y redes en B.T. |
| N.2      | Suministros individuales, colectivos y redes en A.T. |

El cobro del servicio considerará los siguientes dos cargos:

- a) Cargo fijo [\$/inspección]
- b) Cargo variable por unidad de hora de inspección [\$/inspección/hh].

#### O.- INSTALACIÓN O RETIRO DE MEDIDOR

Instalación o retiro (desinstalación) físico del medidor a solicitud del cliente o por decisión debidamente fundada de la distribuidora y comprobadas adecuadamente.

Incluye la conexión o desconexión del medidor, según corresponda. En el caso de la instalación de medidor, se incluye la conexión del medidor al empalme y la puesta en funcionamiento.

En el caso de la instalación de medidor, el servicio no incluye la provisión del medidor, el cual puede ser aportado por el cliente o por la empresa a expresa solicitud del cliente.

No se incluye la instalación o retiro de la caja del medidor u otros elementos asociados a la medida, como protecciones o transformadores de corriente o tensión ni de cualquier otro tipo de equipamiento fuera del propio medidor a instalar o retirar.

Para el caso del retiro del medidor, siendo éste de propiedad del cliente, será entregado al usuario quedando esta situación formalizada en un acta.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS |   |
|----------|---|
| O.1      | Medidor monofásico                                |
| O.2      | Medidor trifásico                                 |
| O.3      | Medidor trifásico con indicador de demanda máxima |

El cobro del servicio comprendrá un único cargo: Cargo fijo [\$/instalación] o [\$/retiro], según corresponda.

#### P.- INSTALACIÓN O CAMBIO DE ALUMBRADO PÚBLICO QUE SE ENCUENTRE ADOSADO EN POSTES DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA

Instalación o cambio de alumbrado público soportado en poste de una empresa distribuidora, a solicitud del cliente.

componentes del alumbrado público falladas. El plazo máximo de ejecución del servicio desde el momento de la recepción de la solicitud es de 48 horas.

Asimismo, se deberá proveer la atención comercial y de reclamos en oficinas comerciales o cualquier otro sistema de atención, a fin de facilitar la recepción de avisos de desperfectos por parte de la Municipalidad, la entidad administradora o el responsable del alumbrado público.

No incluye materiales o repuestos, los que podrán ser provistos por el cliente, o por la empresa proveedora del servicio a petición expresa del cliente. Tampoco se incluyen las reparaciones o trabajos en la red de distribución del alumbrado público, ni la atención de emergencias de alumbrado público ubicado a más de 8 mts. de altura.

El cobro de este servicio comprenderá los siguientes cargos:

- a) Cargo fijo [\$/atención]
- b) Cargo variable por unidad de hora hombre [\$/atención/hh].

En el caso que los materiales o repuestos hayan sido provistos por la empresa prestadora, ésta deberá incluir en la facturación de este servicio, mediante un cargo explícito, el cobro producto de los referidos materiales o repuestos.

#### R.- MANTENIMIENTO DE MEDIDOR DE PROPIEDAD DEL CLIENTE

Consiste en la inspección periódica en terreno del medidor de propiedad del cliente con el objeto de diagnosticar el error de medida, su calibración o reparación, de ser necesaria, y su acondicionamiento.

Este servicio incluye las inspecciones en terreno en base a un Plan de Mantenimiento que deberá ser previamente informado a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Dicho Plan tendrá una periodicidad de cuatro años, en tanto la Superintendencia de Electricidad y Combustibles no establezca una periodicidad distinta, conforme a lo dispuesto en el inciso 4º del artículo 124 del Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.

El servicio incluye el reemplazo temporal del medidor, en caso de ser necesario, el cual debe ser provisto por la distribuidora.

Asimismo, el servicio debe ser certificado por un Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizado, el cual deberá ser seleccionado por la distribuidora mediante un proceso de licitación para el Plan de Mantenimiento.

El Plan de Mantenimiento deberá ser diseñado en consideración del universo total de medidores de propiedad del cliente que la distribuidora atienda.

Tanto las bases de licitación como la adjudicación del Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizado deberán ser informadas a la Superintendencia de Electricidad.

Además, el servicio incluye la coordinación y supervisión de los trabajos realizados por el Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizados.

|                                    |  |  |  |            |
|------------------------------------|--|--|--|------------|
| <b>DIARIO OFICIAL (STGO-CHILE)</b> |  |  |  | 14.10.2004 |
| 18.65x22.25 5 Pág. 2               |  |  |  | 4059081-7  |

El costo del servicio no incluye el costo de verificación, certificación del correcto funcionamiento y calibración del medidor del cliente, realizado por un Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizados. En todo caso, dicho costo será pagado por la empresa y traspasado al cliente posteriormente en la misma boleta o factura en que se cobra el servicio.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| <b>SUBTIPOS</b> |   |
|-----------------|---|
| R.1             | Medidor monofásico                                |
| R.2             | Medidor trifásico                                 |
| R.3             | Medidor trifásico con indicador de demanda máxima |
| R.4             | Medidor trifásico con tarifa horaria              |

El cobro del servicio considerará los siguientes tres cargos, cuando corresponda:

- a) Cargo fijo [\$/medidor verificado]
- b) Cargo variable por provisión del medidor [\$/reemplazo]
- c) Costo de certificación [\$/medidor verificado].

#### S.- PAGO DE LA CUENTA FUERA DE PLAZO

Cobro de un cargo al cliente por pago de factura o boleta fuera del plazo de vencimiento.

Se consideran los costos asociados a la gestión comercial y de cobro, la regularización administrativa y contable del estado de cuenta del cliente, incluyendo los materiales asociados.

No incluye intereses por mora.

El cobro de este servicio comprenderá un único cargo: Cargo fijo [\$/pago fuera de plazo].

#### T.- RETIRO O DESMANTELAMIENTO DE EMPALMES

Desmantelamiento o retiro físico del empalme de un cliente, a solicitud del mismo.

Este servicio incluye la atención comercial, la desconexión a la red, el desmantelamiento y retiro físico del empalme, constituido por la acometida y la bajada hasta la caja de medición. Además incluye los materiales y accesorios necesarios para la ejecución del servicio, así como el retiro de la caja de medición y de todos los elementos que en ella estén alojados.

No incluye los costos por los derechos municipales, rotura y reposición de pavimentos, inspecciones previas, y traslado de materiales desmantelados a una dirección distinta a la del suministro. Asimismo, no se incluye el retiro del medidor.

Para el caso de empalmes subterráneos no se incluyen los costos de excavación de zanjas, previo al desmantelamiento del empalme.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| <b>SUBTIPOS</b> |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| T.1             | Monofásico B.T. aéreo       |
| T.2             | Monofásico B.T. subterráneo |
| T.3             | Trifásico B.T. aéreo        |
| T.4             | Trifásico B.T. subterráneo  |
| T.5             | Trifásico A.T. aéreo        |
| T.6             | Trifásico A.T. subterráneo  |
| T.7             | Monofásico A.T. aéreo       |

#### V.- VERIFICACIÓN DE LECTURA DEL MEDIDOR SOLICITADA POR EL CLIENTE

Lectura en terreno del medidor de un cliente y su comparación con la lectura que dio origen al reclamo.

Este servicio se presta a solicitud del cliente e incluye el estudio de consumos necesario para determinar si la lectura cuestionada por el cliente es correcta o no.

No incluye verificación del funcionamiento del medidor ni revisión de las instalaciones o su conexión.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos de lectura:

| <b>SUBTIPOS</b> |   |
|-----------------|---|
| V.1             | Sólo energía                                |
| V.2             | Energía y demanda con o sin tramos horarios |

El cobro del servicio se hará sólo en el caso de comprobarse el correcto funcionamiento del medidor, en cuyo caso considerará un único cargo: Cargo fijo [\$/verificación].

#### W.- VERIFICACIÓN DE MEDIDOR EN LABORATORIO

Este servicio consiste en la verificación en laboratorio, certificada por un Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizados, del correcto funcionamiento del medidor de un cliente, a solicitud del mismo.

Este servicio considera un primer reemplazo del medidor existente por otro provisorio, para su envío a un Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizados y el posterior reemplazo del medidor provisorio por el verificado en el laboratorio. Además incluye el costo de las tarifas de lectura del medidor de reemplazo y del verificado así como el costo de arriendo del medidor provisorio por un plazo máximo de 15 días corridos, contados desde el primer reemplazo.

Adicionalmente, el servicio incluye la desconexión, conexión y puesta en funcionamiento del medidor en ambas oportunidades, sin costo adicional.

El cargo del servicio no incluye el cobro por verificación, certificación del correcto funcionamiento y calibración del medidor del cliente, efectuado por un Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizados. En todo caso, dicho costo será pagado por la empresa y traspasado al cliente posteriormente en la misma boleta o factura en que se cobra el servicio.

*Si producto del diagnóstico se verifica que el equipo presenta fallas y debe ser reemplazado por el cliente, éste podrá solicitar a la distribuidora la conexión de un nuevo equipo en carácter de arriendo, conforme a los valores establecidos para este efecto en el servicio "Arriendo de Medidor". En caso que el cliente desee aportar un medidor de su propiedad, la distribuidora podrá cobrar su instalación conforme a la tarifa regulada del servicio "Cambio o reemplazo de Medidor", sin incluir el cargo por provisión del medidor.*

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| <b>SUBTIPOS DE MEDIDOR</b> |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| W.1                        | Monofásico Electromecánico |
| W.2                        | Trifásico Electromecánico  |
| W.3                        | Eléctrico                  |
| W.4                        | Eléctrico Programable      |

El cobro del servicio se hará sólo en el caso de comprobarse el correcto funcionamiento del medidor en laboratorio, considerando las condiciones de ambos.

Para el caso de empalmes subterráneos no se incluyen los costos de excavación de zanjas, previo al desmantelamiento del empalme.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS |                             |
|----------|-----------------------------|
| T.1      | Monofásico B.T. aéreo       |
| T.2      | Monofásico B.T. subterráneo |
| T.3      | Trifásico B.T. aéreo        |
| T.4      | Trifásico B.T. subterráneo  |
| T.5      | Trifásico A.T. aéreo        |
| T.6      | Trifásico A.T. subterráneo  |
| T.7      | Monofásico A.T. aéreo       |

El cobro del servicio comprenderá los siguientes dos cargos:

- a) Cargo fijo [\$/retiro o desmantelamiento]
- b) Cargo variable por unidad de longitud de empalme [\$/retiro o desmantelamiento /mt].

#### **U.- REVISIÓN Y APROBACIÓN DE PROYECTOS Y PLANOS ELÉCTRICOS, EN EL CASO QUE SE REFIERE EL N°1 DEL ARTÍCULO 70 DE LA LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS**

Revisión y aprobación de proyectos y/o planos de extensión de redes eléctricas a fin de possibilitar la habilitación de un nuevo suministro de un cliente.

Este servicio se presna a solicitud del cliente, y contempla una revisión y aprobación de la documentación técnica exigida por la empresa para la solicitud de extensión de redes eléctricas.

El servicio incluye, como máximo, dos instancias de revisión de un mismo proyecto o plano eléctrico previo a la aprobación.

No incluye inspecciones.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS |                              |
|----------|------------------------------|
| U.1      | Proyectos y/o planos de B.T. |
| U.2      | Proyectos y/o planos de A.T. |

El cobro del servicio considerará los siguientes dos cargos:

- a) Cargo fijo [\$/proyectos o planos aprobados]
- b) Cargo variable hora de revisión [\$/proyectos o planos aprobados/hh].

por el cliente, este podrá solicitar a la distribuidora la conexión de un nuevo equipo en carácter de arriendo, conforme a los valores establecidos para este efecto en el servicio "Arriendo de Medidor". En caso que el cliente deseé aportar un medidor de su propiedad, la distribuidora podrá cobrar su instalación conforme a la tarifa regulada del servicio "Cambio o reemplazo de Medidor", sin incluir el cargo por provisión del medidor.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS DE MEDIDOR |                            |
|---------------------|----------------------------|
| W.1                 | Monofásico Electromecánico |
| W.2                 | Trifásico Electromecánico  |
| W.3                 | Electrónico                |
| W.4                 | Electrónico Programable    |

El cobro del servicio se hará sólo en el caso de comprobarse el correcto funcionamiento del medidor, en cuyo caso considerará los siguientes dos cargos:

- a) Cargo fijo [\$/medidor verificado]
- b) Costo de certificación [\$/medidor verificado].

#### **X.- VERIFICACIÓN DE MEDIDOR EN TERRENO**

Verificación en terreno, certificada por Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizados, del correcto funcionamiento del medidor de un cliente, a solicitud del mismo.

Este servicio incluye, una revisión del medidor a verificar y la coordinación y supervisión de los trabajos en terreno.

El cargo del servicio no incluye el cobro por verificación, certificación del correcto funcionamiento y calibración del medidor del cliente, efectuado por un Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizados. En todo caso, dicho costo será pagado por la empresa y traspasado al cliente posteriormente en la misma boleta o factura en que se cobra el servicio.

Si producto del diagnóstico se verifica que el equipo presenta fallas y debe ser reemplazado por el cliente, éste podrá solicitar a la distribuidora la conexión de un nuevo equipo en carácter de arriendo, conforme a los valores establecidos para este efecto en el servicio "Arriendo de Medidor". En caso que el cliente deseé aportar un medidor de su propiedad, la distribuidora podrá cobrar su instalación conforme a la tarifa regulada del servicio "Cambio o reemplazo de Medidor", sin incluir el cargo por provisión del medidor.

Estarán sujetos a fijación de tarifas los siguientes subtipos:

| SUBTIPOS DE MEDIDOR |                            |
|---------------------|----------------------------|
| X.1                 | Monofásico Electromecánico |
| X.2                 | Trifásico Electromecánico  |
| X.3                 | Electrónico                |
| X.4                 | Electrónico Programable    |

|                                    |   |        |  |            |
|------------------------------------|---|--------|--|------------|
| <b>DIARIO OFICIAL (STGO-CHILE)</b> |   |        |  | 14.10.2004 |
| 18.92x22.64                        | 6 | Pág. 2 |  | 4059084-0  |

El cobro del servicio se hará sólo en el caso de comprobarse el correcto funcionamiento del medidor, en cuyo caso considerará los siguientes dos cargos:

- a) CARGO FIJO [\$/medidor verificado]
- b) COSTO DE CERTIFICACIÓN [\$/medidor verificado].

#### 1.3.- Áreas Típicas

Cada uno de los servicios descritos y caracterizados han sido determinados para cada una de las áreas típicas definidas a continuación:

| ÁREA TÍPICA | ZONA DE CONCESIÓN  |
|-------------|--|
| 1           | URBACAL  |
| 2           | ELQUESA, ELECDIA, EMELAT, CONAFE, RÍO MAIPÓ, PUENTE ALTO y CGE                               |
| 3           | EMELARI, EMEC, CHILQUINTA, COLINA, TI, TE, LUZANDES, PIRQUE, EMELPAR, EDELMAG y COOP. CURICÓ |
| 4           | EMELECTRIC, SAESA, EDELAYSEN, ELECOOP y E. CASABLANCA  |
| 5           | EMELCA, LITORAL, COOPELAN, FRONTEL, CODINER, LUZLINARES, LUZPARRAL, SOCDEPA, COOPREL y CREO  |
| 6           | EMETAL, COPELEC y CORLCHA  |

#### 2.- CONDICIONES GENERALES DE APLICACIÓN

Las tarifas acordadas aplicables a los servicios señalados en el punto 1, prestados por las empresas de distribución eléctrica, sean o no concesionarias, por sus empresas filiales o relacionadas o por empresas sobre cuya administración las empresas de distribución eléctrica o sus socios controladores tengan influencia decisiva.

Las tarifas acordadas a regir a partir del trece días después de su publicación y se mantendrán vigentes hasta la revisión y determinación de nuevos valores con ocasión del proceso de fijación de tarifas de suministro de distribución, de acuerdo a lo señalado en el artículo 107 bis de la Ley General de Servicios Eléctricos. Las empresas dispondrán de un plazo de 30 días para adecuar sus sistemas y comenzar a facturar los precios del presente decreto, y si correspondiera deberán realizar las liquidaciones del caso.

La boleta o factura del servicio deberá incluir de manera desglosada el cobro correspondiente a cargo fijo, así como los cargos variables especificando la longitud u horas, según corresponda. Además, cuando sea pertinente deberá incluir otros cargos especificados en este Decreto.

La empresa prestadora sólo podrá cobrar por el servicio con posterioridad a la realización efectiva del mismo.

La tarifa fijada para cada servicio se refiere exclusivamente a la definición y caracterización señalada para el mismo y la empresa correspondiente ofrecerá el servicio descrito de acuerdo a las normas legales pertinentes sin necesidad de ofrecer otros servicios similares.

postales, gastos notariales y otros costos tales como derechos municipales, rotura y reposición de pavimento, intereses, etc.), la empresa deberá identificarlos y acreditarlos debidamente (copia de boleta de servicios o copia de certificado de pago) y no podrá cobrar más que lo señalado en esos documentos.

Para el caso que los servicios sean prestados por concesionarias, estas podrán incluir el cargo en la boleta o factura del servicio de distribución eléctrica, debiendo permitir el pago de este último en forma separada de los otros servicios.

El proceso de licitación para el Plan de Mantenimiento indicado en el servicio R, se entenderá iniciado al momento de ser comunicadas las correspondientes bases a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Dichas bases deberán ser enviadas a más tardar el segundo mes a contar de la fecha de presentación del Plan de Mantenimiento periódico a la misma Superintendencia.

Con ocasión del proceso de licitación para el Plan de Mantenimiento indicado en el servicio R, la empresa prestadora del servicio deberá licitar en el mismo proceso las labores de verificación, certificación del correcto funcionamiento o calibración del medidor necesarias para la prestación de los servicios identificados con el literal W y X, para lo cual tendrá que establecer en las bases de licitación el volumen esperado de demanda por los servicios W y X, para el mismo período considerado en el Plan de Mantenimiento.

La empresa prestadora del servicio podrá ofrecer al cliente el cobro en la forma de cuotas mensuales, determinando el valor de cada cuota al aplicar una tasa que no podrá ser superior a la tasa de interés máxima convencional, definida en el artículo 6º de la ley N° 18.010, vigente el día del cálculo de las cuotas respectivas.

Para todos los efectos de este decreto y con el objeto de garantizar la calidad de la prestación, el Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizado (OLCA) por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles debe estar acreditado y homologado con un sistema de gestión de calidad conforme a la norma internacional ISO 9001 2000 o a la norma chilena NCH ISO 17025.

Los medidores a que se refieren los servicios de este decreto no consideran equipos del tipo electrónico, con excepción de los servicios singularizados con los literales W y X, ni equipos con una clase de medida superior al 2%.

La empresa prestadora podrá solicitar al cliente, para efectos de prestar el servicio respectivo, la autorización del propietario de las instalaciones que sean afectadas en virtud de la prestación del servicio solicitado.

En el caso de aquellos servicios con un plazo máximo de tiempo para su prestación y que requieren indispensablemente de la presencia del cliente, la empresa prestadora y el cliente deberán coordinarse a efectos de su cumplimiento.

#### 4. FÓRMULAS TARIFARIAS

##### 4.1 Fórmulas de Precios unitarios

A continuación, se indican las fórmulas para obtener los precios unitarios de los distintos servicios sujetos a fijación tarifaria.

La empresa prestadora sólo podrá cobrar por el servicio con posterioridad a la realización efectiva del mismo.

La tarifa fijada para cada servicio se refiere exclusivamente a la definición y caracterización señalada para el mismo y la empresa correspondiente ofrecerá el servicio descrito de acuerdo a las normas legales pertinentes, sin perjuicio de ofrecer otros servicios similares.

Quien ofrezca alguno de los servicios señalados deberá proveer de la atención comercial y de reclamos en oficinas comerciales o cualquier otro sistema de atención debidamente establecido.

Un listado con las tarifas aplicadas por la empresa prestadora de estos servicios deberá estar debidamente publicitado en un lugar visible, en todas sus oficinas comerciales.

Durante el periodo de vigencia de las fórmulas tarifarias, las tarifas máximas que las empresas podrán cobrar a sus clientes se obtendrán aplicando mensualmente a dichas fórmulas las variaciones de los índices de precios que en ellas se establezcan. Aquellos índices de precios que sean entregados oficialmente por el Instituto Nacional de Estadísticas, pueden ser aplicados directamente por las empresas. En todo caso, cada vez que las empresas prestadoras modifiquen sus tarifas producto de las condiciones de aplicación de este decreto, los nuevos valores deberán ser publicados y comunicados a la Comisión Nacional de Energía y a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, a más tardar al tercer día de producida la variación.

Cualquier controversia que surja en la aplicación de las tarifas contenidas en el decreto respectivo, serán resueltas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles de acuerdo a los procedimientos contemplados en la Ley.

### 3.- CONDICIONES ESPECÍFICAS DE APLICACIÓN

Para el caso de cargos correspondientes a servicios prestados por terceros distintos a los prestatarios del servicio (Organismos o Laboratorios de Certificación Autorizados, servicios

#### 4.1 Fórmulas de Precios unitarios

A continuación, se indican las fórmulas para obtener los precios unitarios de los distintos servicios sujetos a fijación tarifaria.

$$CU_i = CF_i + CV_i * P_i + GA_i$$

donde:

$CU_i$  : Costo por la prestación del servicio i;

$CF_i$  : Cargo fijo del servicio i, aplicado independientemente de la cantidad de insumos considerados en la prestación del servicio (largo del empalme o las horas hombre, según corresponda). Este cargo se determinará de la siguiente forma:

$$CF_i = CF_0 * [F1_i * (IPM / IPMo) + F2_i * (IPC / IPCo) + F3_i * (IPMI / IPMio)]$$

$CV_i$  : Cargo variable del servicio i por unidad del insumo variable considerado en la prestación del servicio (largo en metros o tiempo en horas hombre, según corresponda). Este cargo se determinará de la siguiente forma:

$$CV_i = CV_0 * [V1_i * (IPM / IPMo) + V2_i * (IPC / IPCo) + V3_i * (IPMI / IPMio)]$$

$P_i$  : Cantidad del insumo considerado en la prestación del servicio i, por unidad de largo (metros) o tiempo (horas hombre), según corresponda; y

$GA_i$  : Otros Gastos de terceros por el servicio i. Dicho costo será pagado por la empresa y traspasado al cliente en la misma boleta o factura en que se cobra el servicio, de modo de convertirse en un traspaso sin modificación alguna.



**DIARIO OFICIAL (STGO-CHILE)**

19.19x22.96

8 Pág. 2

14.10.2004

4059097-4

| SERVICIO - SUBTIPO                      | ÁREA TÍPICA 4 | ÁREA TÍPICA 5 | ÁREA TÍPICA 6 |           |
|---|---------------|---------------|---------------|-----------|
| RANGO                                   | CVa           | CVa           | CVa           |           |
| A                                       | 7,389.3       | 0.0           | 8,531.0       | 0.0       |
| basta 6 kVA tipo económico              | 331.6         | 33.5          | 669.8         | 38.3      |
| basta 6 kVA normal                      | 356.4         | 33.8          | 669.8         | 32.3      |
| B.1 menor de 6 kVA y hasta 10 kVA       | 381.2         | 38.4          | 883.2         | 32.5      |
| B.2                                     | 383.4         | 69.8          | 881.9         | 69.8      |
| B.3 mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA       | 335.8         | 76.5          | 988.1         | 76.2      |
| B.4 mayor de 10 kVA y hasta 20 kVA      | 1,063.0       | 73.8          | 1,388.4       | 73.1      |
| B.5 mayor de 20 kVA y hasta 50 kVA      | 1,015.7       | 152.4         | 2,852.8       | 146.5     |
| B.6 mayor de 50 kVA y hasta 10 kVA      | 1,348.0       | 111.8         | 1,217.1       | 134.9     |
| B.7 mayor de 10 kVA y hasta 20 kVA      | 1,323.1       | 209.9         | 8,140.0       | 278.3     |
| B.8 mayor de 20 kVA y hasta 50 kVA      | 1,323.1       | 209.9         | 8,140.0       | 278.3     |
| B.9 mayor de 50 kVA y hasta 100 kVA     | 1,323.1       | 209.9         | 8,140.0       | 278.3     |
| C.1 menor de 10 Ampères                 | 483.1         | 0.0           | 390.0         | 0.0       |
| C.2 menor de 10 A y de hasta 50 A       | 499.3         | 0.0           | 393.6         | 0.0       |
| C.3 de hasta 10 A                       | 2,787.8       | 0.0           | 1,964.4       | 0.0       |
| C.4 mayor de 10 A y de hasta 50 A       | 2,816.8       | 0.0           | 2,066.7       | 0.0       |
| C.5 mayor de 50 A y de hasta 150 A      | 2,885.8       | 0.0           | 2,094.9       | 0.0       |
| C.6 de hasta 10 A                       | 3,964.7       | 0.0           | 4,252.5       | 0.0       |
| C.7 mayor de 10 A y de hasta 50 A       | 4,006.0       | 4.4           | 4,264.6       | 4.4       |
| C.8 mayor de 50 A y de hasta 150 A      | 4,816.3       | 0.0           | 5,270.7       | 0.0       |
| C.9 mayor de 150 A y de hasta 300 A     | 5,548.3       | 0.0           | 6,280.6       | 0.0       |
| D                                       | 16,715.5      | 3,916.7       | 20,934.5      | 5,452.1   |
| basta 6 kVA tipo económico              | 13,882.1      | 0.0           | 27,444.6      | 0.0       |
| basta 6 kVA normal                      | 15,699.6      | 0.0           | 27,664.2      | 0.0       |
| F.1 menor de 6 kVA y hasta 10 kVA       | 10,679.0      | 0.0           | 27,731.1      | 0.0       |
| F.2 mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA       | 11,965.8      | 0.0           | 28,255.3      | 0.0       |
| E.1 menor de 6 kVA y hasta 20 kVA       | 46,679.3      | 0.0           | 46,986.5      | 0.0       |
| E.2 mayor de 6 kVA y hasta 20 kVA       | 71,641.1      | 0.0           | 56,778.4      | 0.0       |
| E.3 menor de 20 kVA y hasta 50 kVA      | 48,550.4      | 0.0           | 47,813.7      | 0.0       |
| E.4 mayor de 20 kVA y hasta 50 kVA      | 74,481.5      | 0.0           | 91,681.6      | 0.0       |
| E.5 mayor de 50 kVA y hasta 100 kVA     | 77,659.6      | 0.0           | 101,955.0     | 0.0       |
| E.6 mayor de 100 kVA y hasta 200 kVA    | 85,134.6      | 0.0           | 101,255.0     | 0.0       |
| F.1 menor de 10 A y de hasta 50 A       | 12,050.5      | 0.0           | 27,084.0      | 0.0       |
| F.2 mayor de 10 A y de hasta 50 A       | 12,561.4      | 14,267.7      | 27,084.0      | 14,483.8  |
| F.3 de hasta 10 A                       | 46,279.4      | 12,923.4      | 41,704.0      | 105,714.2 |
| F.4 mayor de 10 A y de hasta 50 A       | 43,222.3      | 130,295.3     | 47,543.0      | 105,714.2 |
| F.5 menor de 50 A y de hasta 150 A      | 46,007.0      | 150,556.5     | 47,543.0      | 105,714.2 |
| F.6 de hasta 10 A                       | 53,662.4      | 206,587.0     | 53,146.6      | 285,135.0 |
| F.7 mayor de 10 A y de hasta 50 A       | 55,677.5      | 226,904.2     | 51,477.3      | 311,636.6 |
| F.8 menor de 50 A y de hasta 150 A      | 58,439.6      | 399,150.3     | 56,477.3      | 376,549.8 |
| F.9 mayor de 150 A y de hasta 300 A     | 58,547.0      | 341,811.0     | 59,477.3      | 434,062.8 |
| G                                       | 467.5         | 0.0           | 399.9         | 0.0       |
| H.1                                     | 5,206.4       | 0.0           | 5,380.6       | 0.0       |
| H.2                                     | 15,489.6      | 0.0           | 15,691.4      | 0.0       |
| H.3                                     | 10,572.8      | 0.0           | 5,580.0       | 0.0       |
| H.4                                     | 19,875.3      | 0.0           | 15,691.4      | 0.0       |
| H.5                                     | 30,118.1      | 0.0           | 35,645.2      | 0.0       |
| H.6                                     | 40,587.3      | 0.0           | 32,112.6      | 0.0       |
| H.7                                     | 25,299.3      | 0.0           | 30,825.8      | 0.0       |
| I.1                                     | 6,716.8       | 0.0           | 10,201.5      | 0.0       |
| I.2                                     | 8,518.2       | 0.0           | 11,802.3      | 0.0       |
| I.3                                     | 11,690.2      | 0.0           | 15,722.4      | 0.0       |
| I.4                                     | 18,414.2      | 0.0           | 19,348.9      | 0.0       |
| I.5                                     | 24,531.7      | 0.0           | 24,011.2      | 0.0       |
| I.6                                     | 27,491.7      | 0.0           | 29,222.8      | 0.0       |
| I.7                                     | 16,384.1      | 0.0           | 21,718.1      | 0.0       |
| I.8                                     | 29,264.4      | 0.0           | 43,007.3      | 0.0       |
| I.9                                     | 49,396.3      | 0.0           | 50,642.9      | 0.0       |
| I.10                                    | 47,383.9      | 0.0           | 48,511.3      | 0.0       |
| K.1                                     | 607.7         | 0.0           | 798.0         | 0.0       |
| K.2                                     | 886.8         | 0.0           | 947.7         | 0.0       |
| K.3 menor de 6 kVA tipo económico       | 1,015.1       | 0.0           | 1,015.1       | 0.0       |
| K.4 menor de 6 kVA normal               | 48,612.7      | 2,159.3       | 48,612.7      | 2,159.3   |
| L.1 menor de 6 kVA y hasta 10 kVA       | 46,265.9      | 2,526.9       | 46,744.7      | 2,855.7   |
| L.2 mayor de 6 kVA y hasta 10 kVA       | 38,486.6      | 6,227.3       | 35,166.6      | 5,199.1   |
| L.3 mayor de 6 kVA y hasta 20 kVA       | 41,789.7      | 4,923.4       | 15,290.2      | 4,877.5   |
| L.4 menor de 20 kVA y hasta 30 kVA      | 105,385.9     | 4,341.8       | 96,229.9      | 4,655.3   |
| L.5 menor de 30 kVA y hasta 100 kVA     | 119,333.6     | 9,999.6       | 184,864.3     | 15,843.4  |
| L.6 menor de 100 kVA y hasta 150 kVA    | 115,328.1     | 19,968.4      | 209,230.4     | 26,392.8  |
| L.7 menor de 150 kVA y hasta 300 kVA    | 148,613.5     | 15,006.8      | 292,009.6     | 21,159.7  |
| L.8 mayor de 300 kVA y hasta 500 kVA    | 181,224.8     | 33,231.7      | 441,000.1     | 44,712.1  |
| L.9 mayor de 6 kVA y hasta 20 kVA       | 127,490.2     | 7,280.8       | 108,12.1      | 10,147.8  |
| L.10 menor de 20 kVA y hasta 50 kVA     | 105,161.3     | 11,282.1      | 169,833.8     | 16,355.5  |
| L.11 menor de 50 kVA y hasta 100 kVA    | 148,807.9     | 13,067.4      | 234,285.2     | 23,057.8  |
| L.12 menor de 100 kVA y hasta 150 kVA   | 171,653.4     | 15,698.4      | 276,332.1     | 23,867.7  |
| L.13 menor de 150 kVA y hasta 300 kVA   | 181,978.3     | 29,946.5      | 421,978.1     | 48,572.2  |
| L.14 menor de 300 kVA y hasta 500 kVA   | 237,329.2     | 24,748.0      | 380,094.3     | 32,629.1  |
| L.15 menor de 500 kVA y hasta 1000 kVA  | 247,326.2     | 24,748.0      | 380,094.3     | 32,629.1  |
| L.16 menor de 1000 kVA y hasta 2000 kVA | 149,274.5     | 11,691.2      | 686,889.2     | 12,722.1  |
| L.17 menor de 2000 kVA y hasta 3000 kVA | 149,303.0     | 11,713.6      | 686,889.2     | 12,722.1  |
| M                                       | 191.1         | 0.0           | 237.5         | 0.0       |
| N.1                                     | 7,012.8       | 4,898.0       | 8,804.8       | 7,211.3   |
| N.2                                     | 9,676.7       | 7,154.9       | 11,278.4      | 9,391.0   |
| O.1                                     | 9,644.8       | 0.0           | 13,781.2      | 0.0       |
| O.2                                     | 19,618.7      | 0.0           | 25,378.1      | 0.0       |
| O.3                                     | 23,394.0      | 0.0           | 26,375.8      | 0.0       |
| P.1                                     | 24,486.2      | 2,146.5       | 34,114.9      | 3,200.2   |
| P.2                                     | 36,739.7      | 2,169.0       | 44,348.2      | 3,200.2   |
| Q.1                                     | 17,596.8      | 2,167.7       | 19,825.0      | 4,779.5   |
| R.1                                     | 2,793.3       | 121.7         | 5,437.8       | 20.0      |
| R.2                                     | 3,377.8       | 391.1         | 7,899.7       | 128.1     |
| R.3                                     | 3,348.1       | 417.6         | 9,103.8       | 105.5     |
| R.4                                     | 3,358.9       | 515.6         | 9,199.2       | 197.5     |
| S                                       | 180.2         | 0.0           | 205.1         | 0.0       |
| T.1                                     | 6,897.3       | 1,896.3       | 16,264.1      | 812.0     |
| T.2                                     | 10,227.2      | 1,514.2       | 20,043.4      | 1,523.1   |
| T.3                                     | 10,090.0      | 1,725.4       | 20,906.7      | 1,850.3   |
| T.4                                     | 24,715.0      | 1,779.3       | 24,534.9      | 3,499.3   |
| T.5                                     | 100,164.3     | 2,847.0       | 52,466.1      | 2,245.1   |
| T.6                                     | 107,158.0     | 2,997.1       | 51,269.1      | 2,166.0   |
| T.7                                     | 77,548.1      | 988.1         | 21,511.3      | 144.3     |
| T.8                                     | 14,118.5      | 5,208.4       | 17,160.8      | 11,899.6  |
| T.9                                     | 4,674.3       | 8,154.9       | 6,403.7       | 14,441.1  |
| V.1                                     | 2,936.1       | 0.0           | 4,035.3       | 0.0       |
| V.2                                     | 3,552.9       | 0.0           | 7,342.6       | 0.0       |
| W.1                                     | 20,057.0      | 0.0           | 14,829.6      | 0.0       |
| W.2                                     | 39,131.3      | 0.0           | 66,421.2      | 0.0       |
| W.3                                     | 27,355.6      | 0.0           | 51,131.0      | 0.0       |
| W.4                                     | 14,817.0      | 0.0           | 45,111.3      | 0.0       |
| X.1                                     | 3,796.8       | 0.0           | 6,771.5       | 0.0       |
| X.2                                     | 6,631.7       | 0.0           | 9,448.4       | 0.0       |
| X.3                                     | 6,671.7       | 0.0           | 9,448.4       | 0.0       |
| X.4                                     | 5,648.6       | 0.0           | 9,448.4       | 0.0       |

**4.4 Definición de los parámetros indexadores y valores base**

- IPC : Índice General de Precios al Consumidor correspondiente al segundo mes anterior al cual se aplique la indexación.
- IPCo : Índice General de Precios al Consumidor correspondiente al mes de Noviembre de 2002 (113.36).
- IPM : Índice General de Precios al por Mayor publicados por el INE, para el segundo mes anterior al cual se aplique la indexación.
- IPMo : Índice General de Precios al por Mayor correspondiente al mes de Noviembre de 2002 (199.69).
- IPMI : Índice de Precios al por Mayor para productos importados publicados por el INE, para el segundo mes anterior al cual se aplique la indexación.
- IPMlo : Índice de Precios al por Mayor para productos importados correspondiente al mes de Noviembre de 2002 (210.62).

**DISPOSICIÓN TRANSITORIA**

**Artículo único:** A los clientes que a la fecha de publicación de este decreto cuenten con el servicio de arriendo de medidor o de empalme en alguno de los subtipos incluidos, la empresa distribuidora les informará la clasificación del medidor o del empalme, respectivamente, de acuerdo al subtipo que corresponda. Si el cliente tiene reparos fundados al subtipo seleccionado, deberá comunicárselo a la empresa dentro de un plazo de 45 días a contar de su notificación. Vencido ese plazo se considerará que el subtipo está aprobado por el cliente.

Las empresas concesionarias de distribución deberán presentar a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles su Plan de Mantenimiento periódico, al que se refiere el servicio "Mantenimiento de medidor de propiedad del cliente", a más tardar el cuarto mes a contar de la fecha de publicación de este decreto.

La exigencia relativa a la acreditación y homologación del Organismo o Laboratorio de Certificación Autorizados con un sistema de gestión de calidad conforme a la norma internacional ISO 9001-2000 o a la norma chilena NCH ISO 17025, establecida en el numeral 3, intitulado "Condiciones Específicas de Aplicación", sólo será exigible una vez transcurridos 18 meses de la entrada en vigencia de las tarifas establecidas.

Ante todo, tómese razón y púlíquese.- Por orden del Presidente de la República, Jorge Rodríguez Grossi, Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción.

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento.- Saluda atentamente a Ud., Carlos Alvarez Voullieme, Subsecretario de Economía, Fomento y Reconstrucción.

# COSTOS DE LA ENERGÍA SOLAR

*"Chile, energía y desarrollo*

*Chile, energy and development*

## *Costos de energía*

Una de las principales desventajas del uso de energía renovable es el elevado costo inicial de la inversión. Sin embargo, para comparar alternativas renovables y fósiles se debe incorporar en la evaluación económica factores como el incremento del precio de los combustibles, la incertidumbre de su valor y externalidades tales como los daños provocados por emisiones contaminantes, gastos por seguridad de suministro, y costos de transmisión y distribución (Roth y Ambs, 2004). Una forma de considerar todos estos costos es a través del costo nivelado de energía. Este valor corresponde al ingreso constante anual equivalente necesario para recuperar todos los costos a lo largo de la vida útil de un proyecto (Bemis y De Angelis, 1990; Masters, 2004; Roth y Ambs, 2004).

La Figura 12 muestra el costo nivelado de energía de distintas plantas de generación eléctrica incluyendo los costos de capital, de operación y mantenimiento, del combustible y externalidades. Si bien existen discrepancias entre distintos investigadores sobre los costos y la equivalencia de las tecnologías a la realidad chilena, lo cierto es que aún el costo de la energía solar se encuentra muy por encima del resto de las alternativas. Sin embargo, las externalidades asociadas a su uso son mucho menores a las de otras tecnologías. Las externalidades asociadas al uso de plantas termoeléctricas pueden duplicar o triplicar sus costos. Asumiendo que los costos externos se internalizarán en el futuro debido a las restricciones discutidas en las secciones anteriores, las tecnologías renovables se harán más atractivas.

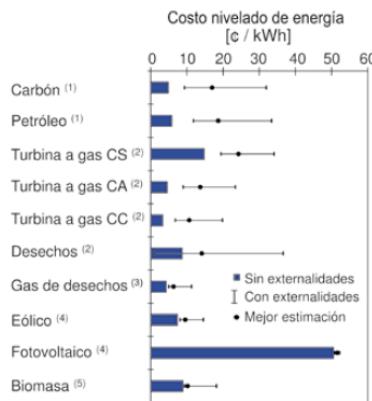


Figura 12: Costo nivelado de energía de distintas plantas de generación eléctrica. Las externalidades consideran daños por emisiones contaminantes, gastos por seguridad de suministro, costos de transmisión y distribución, y otros impactos ambientales. Los costos son expresados en centavos de dólar de 1999 (datos de Roth y Ambs, 2004)

Notas: 1) Plantas utilizan ciclos de Rankine  
2) CS: ciclo simple, CA: ciclo avanzado y CC: ciclo combinado  
3) Incineración de desechos municipales  
4) Basado en plantas a gran escala  
5) Combustión de biomasa

*Otra desventaja asociada al uso de energías renovables es el desfase entre generación y consumo. Si bien la energía eólica es difícil de estimar, la energía solar y marina son de más fácil predicción. Una forma de superar esta limitación es a través del uso de almacenes de energía, que pueden variar desde sistemas distribuidos hasta centrales a gran escala (Pasten y Santamarina, 2010). De esta forma también se ahorra en la construcción de sistemas de transmisión que constituyen una parte importante del costo de un proyecto eléctrico."(Pastén, 2012)*

## DESCRIPCIÓN DE LA CADENA DE VALOR DE LA ENERGÍA SOLAR EN SUS DIVERSAS MODALIDADES (TERMOSOLAR, FOTOVOLTAICA Y OTRAS)

Javier Anta Fernández

La industria fotovoltaica en España

3307.09

### LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA PHOTOVOLTAIC INDUSTRY IN SPAIN

#### RESUMEN

La energía solar fotovoltaica es una nueva tecnología energética para proporcionarnos electricidad de una fuente primaria abundante y gratuita como es la energía radiante solar. La industria que desarrolla esta tecnología, que permite la obtención de forma respetuosa con el medioambiente de electricidad con la simple exposición directa de una superficie al sol, es una industria de alta tecnología. Las empresas españolas cubren, o tienen planes para cubrir, con calidad, todos los eslabones de la cadena de valor de una instalación fotovoltaica.

**Palabras clave:** Energía solar, fotovoltaica, industria española, cadena de valor.

#### ABSTRACT

*The photovoltaic solar energy is a new technology that provides us with electricity from an abundant and free source as it is the solar radiation. The industry developing this technology, which allows us to obtain clean electricity with only exposing a surface in the sun, is a high technology industry. Spanish companies cover, or have plans to cover, with quality, the entire Value Chain of a photovoltaic solar installation.*

Javier Anta Fernández

Ingeniero Industrial

Presidente de la Asociación de la Industria Fotovoltaica. ASIF

Recibido: 26/09/06

Aceptado: 6/11/06



nes para cubrir, con calidad, todos los eslabones de la cadena de valor de una instalación fotovoltaica la cual, con la sola exposición de una superficie al sol, transforma la energía solar en energía útil, en electricidad.

Así lo apreciaremos si examinamos, exhaustivamente pero con brevedad, a la industria fotovoltaica en España, industria predominantemente de silicio cristalino (no existen fábricas aunque sí una importante investigación, de otras tecnologías).

#### LA CADENA DE VALOR FOTOVOLTAICA

La cadena de valor de la energía fotovoltaica con base el silicio cristalino la podemos dividir en los siguientes pasos (Fig. 1):

- De cuarcita a silicio metalúrgico.
- De silicio metalúrgico a silicio de grado solar (o polisilicio).
- De silicio de grado solar (o poli-

#### LA FABRICACIÓN DE SILICIO METALÚRGICO

La materia prima inicial es la cuarcita que es en un 90% sílice ( $\text{SiO}_2$ ), elemento que no sólo es abundante sino que está distribuido por todo el planeta. La cuarcita se somete a un proceso de reducción química para obtener un silicio de pureza del 99% (100 ppm), el silicio de grado metalúrgico. La reducción se hace con carbón de coque en hornos de arco eléctrico. Este silicio de grado metalúrgico es adecuado para esta industria que obtiene con él aleaciones especiales, sin embargo su baja pureza no es adecuada para la industria fotovoltaica, que requiere una pureza mayor.

Esta industria no se considera propiamente fotovoltaica (como tampoco la industria minera anterior que extrae de la montaña la cuarcita), porque la necesidad actual de silicio solar es menos del 2% de la produc-

entire Value Chain of a photovoltaic solar installation.

**Key words:** Solar energy, photovoltaic, spanish industry, value chain.

### LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA

Las empresas y entidades fotovoltaicas españolas cubren, o tienen pla-

grado solar (o polisilicio).

- De silicio de grado solar (o polisilicio) a lingotes.
- De lingotes a obleas.
- De obleas a células.
- De células a módulos.
- De módulos a sistemas fotovoltaicos en funcionamiento (no se incluye este paso en la figura 1).

porque la necesidad actual de silicio solar es menos del 2% de la producción del silicio metalúrgico. En España tenemos a la empresa **Ferroatlántica**, produciendo silicio metalúrgico.

#### La fabricación de silicio de grado solar o polisilicio

El silicio de grado metalúrgico se purifica para obtener el silicio de grado solar o polisilicio; tradicionalmente se ha hecho mediante la descomposición térmica de triclorosilano, ( $\text{SiHCl}_3$ ) o silano ( $\text{SiH}_4$ ) de alta pureza. Existen básicamente dos métodos: el tradicional de la industria electrónica

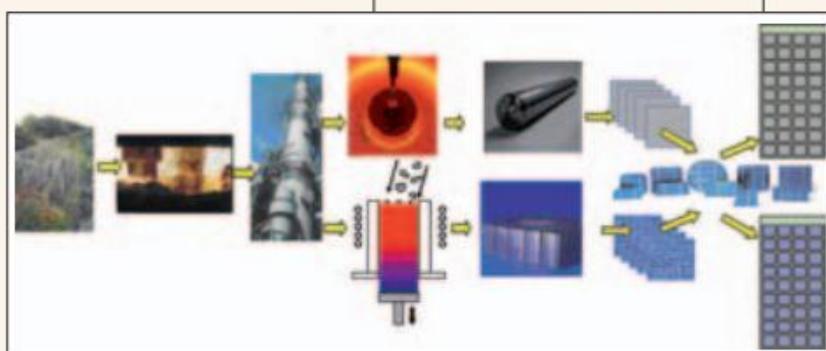


Figura 1. Cadena de valor fotovoltaica

que es el del reactor Siemens y la tecnología de lecho fluido.

- El proceso **Siemens** consiste en introducir el triclorosilano, o silano junto con hidrógeno en un reactor a 1.100 °C. El polisilicio se deposita sobre una barra base de silicio que está dispuesta en el interior del reactor. Una vez se ha depositado sobre la barra el silicio proveniente de la descomposición térmica del triclorosilano o silano, se interrumpe el proceso, que no es continuo, se rompe la barra de polisilicio y los trozos obtenidos se introducirán en los crisoles en el proceso posterior de obtener los lingotes..

- El proceso de lecho fluido para obtener polisilicio consiste en un tubo-reactor de cuarzo por el que se introduce, desde la parte inferior, triclorosilano o silano junto con hidrógeno, y esta mezcla se combina con partículas de polisilicio que se echan desde la parte superior. El silicio se separa del triclorosilano o silano y se deposita sobre los gránulos de silicio creando gránulos más grandes hasta que se hacen de un tamaño que precipita y caen a la parte inferior del reactor de donde se recogen posteriormente. Este proceso requiere temperaturas menores que el proceso

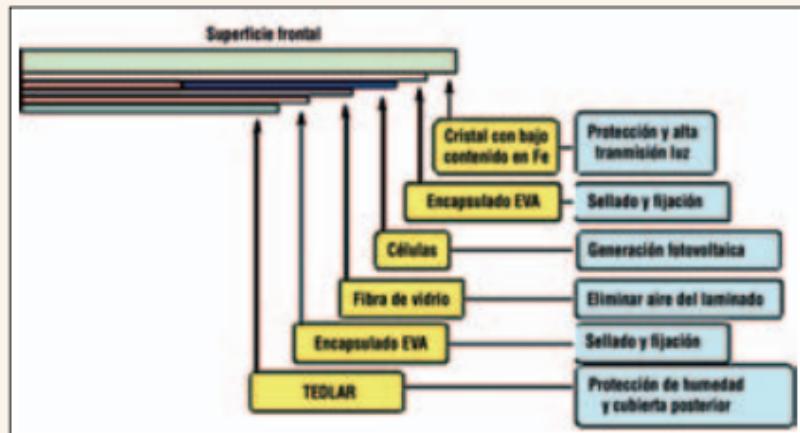


Figura 2. Elementos de un laminado fotovoltaico

En España se está implantando la fábrica de Silicio Solar en Castilla La Mancha para producir lingotes y obleas de silicio. Isofotón también dispone de corte de lingotes en obleas.

#### La fabricación de células fotovoltaicas de silicio

Las obleas de silicio cristalino, ya dopadas en su proceso de formación de lingotes con impurezas de boro (obleas tipo p), cortadas con un espesor entre 0,2 y 0,3 mm, se introducen en baños químicos que restauran la capa superficial dañada debido al corte de obleas previo realizado en la

procedimiento electroquímico y el serigráfico siendo éste el más utilizado, dado su bajo costo de producción, así como la facilidad de automatización.

El último paso de la fabricación es la medida y clasificación de las células según su potencia e intensidad de cortocircuito.

Existen otras técnicas de fabricación más complejas que producen células con mayores rendimientos, como es el caso de las células de alto rendimiento Saturno que BP Solar fabrica en España. En nuestro país fabrican células BP Solar e Isofotón.

quiere menos energía y tiene la ventaja de que es un proceso continuo.

Isofotón ha anunciado la creación de una fábrica de polisilicio en Andalucía, para producir silicio purificado (polisilicio) y poder cubrir todas las necesidades del mercado español.

#### La fabricación de obleas

Una vez conseguido el polisilicio, o silicio de grado solar, la industria fotovoltaica obtiene los lingotes y de los lingotes, la oblea policristalina o monocristalina por los mismos procedimientos que la industria electrónica, por ejemplo, el lingote monocristalino con el Método Czochralski (Cz) con el único cambio que la fundición se hace con silicio de grado solar y no de grado electrónico y el corte de los lingotes en obleas se hace con sierras multihoja o multihilo como método más habitual.

un ataque químico de la superficie lo que aumentará el rendimiento de las células al capturar mayor intensidad lumínica.

A continuación, se crea la unión p-n. Para ello se introducen las obleas dopadas de tipo p en hornos especiales a una temperatura de entre 800-1000 °C, durante un tiempo prefijado y en una atmósfera cargada de átomos de fósforo el cual se va difundiendo sobre la cara de la oblea. Se suele añadir una capa antirreflectante.

Para poder recoger las cargas eléctricas que proporciona la célula una vez que incida la luz sobre ella, se insertan contactos eléctricos que recogerán las cargas que se liberan por acción de la energía intrínseca de los fotones. Los métodos para colocar los contactos sobre la superficie de las células más fiables son principalmente la evaporización al vacío, el

La fabricación comienza con el soldado de unas cintas de cobre estañadas a la célula; con varias células encintadas en serie se forman tiras y con cuatro tiras de nueve células se forma una serie de 36. Una vez que se tenga la serie de 36 células formada, se trata de protegerla y hacerla manejable. Para este fin se cubre la serie por ambos lados con capas protectoras que además refuerzan el conjunto.

De forma manual o automática se ponen generalmente las siguientes capas (vistas desde la parte frontal, la expuesta al sol, a la posterior): Cristal, EVA, Células Fibra de vidrio (opcional), EVA y Tedlar. La Figura 2 es una vista de esta formación.

Este conjunto se une sólidamente en el proceso de laminación que se realiza mediante una máquina de diseño específico que realiza el ciclo

Javier Anta Fernández

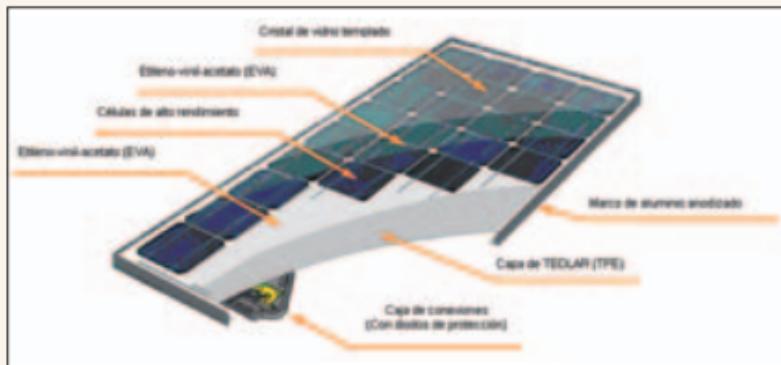


Figura 3. El módulo fotovoltaico

térmico necesario para procesar el encapsulante. En este paso, las capas se convierten en un todo, en una sola pieza compacta, sin aire en su interior, lo que impide la entrada de humedad o partículas, evita corrosiones internas, degradaciones, etc.

Cuando el laminado así formado se enmarca para formar el módulo; el marco que rodea al laminado suele ser de aluminio extruido y estar compuesto de cuatro piezas que se unen con cantoneras o con tornillos.

La fijación y sellado del marco sobre el laminado se realiza con silicona, resina butílica o productos similares o bien con cinta adhesiva de doble cara.

Antes o después de colocar el marco, se fija la caja de conexiones eléctricas bien directamente sobre la parte posterior del laminado con cinta adhesiva de doble cara, silicona o adhesivo equivalente, o bien utilizando

La mayoría de las empresas fabricantes, tanto de módulos como de otros componentes del sistema fotovoltaico, son socios en la **Asociación de la Industria Fotovoltaica** (ASIF) y sus coordenadas pueden ser encontradas en la web de esta asociación (HYPERLINK "<http://www.asif.org>" www.asif.org).

### EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El amplio elenco profesional de empresas españolas cubre toda nuestra geografía para terminar la cadena de valor: distribuidores, consultores, ingenierías e instaladores, etc. Todos ellos también pueden ser encontrados en la página web de ASIF.

Tiempo de recuperación energética de un sistema fotovoltaico

Hay un prejuicio testarudamente rondando entre nosotros y es que la energía que empleamos en hacer un sistema fotovoltaico es menor que la

### La industria fotovoltaica en España

que luego nos da el sistema a lo largo de su vida. Afortunadamente esto no es así porque, si lo fuera, no tendría sentido el esfuerzo que está haciendo la Sociedad de los países desarrollados y la industria.

Con la tecnología más empleada ahora, la de silicio cristalino; podemos apreciar en la Figura 4, la evolución positiva del tiempo de recuperación energética y cómo el prejuicio que existe en este tema puede tener origen en la situación que hubo en los momentos iniciales cuando se descubrió la célula de silicio (en los años 50 del siglo pasado), momentos en los que efectivamente se necesitaba más energía para producir esas primeras células de la que luego iba a salir de ellas.

### CONSIDERACIONES FINALES

Terminamos como hemos empezado, diciendo que las empresas y entidades fotovoltaicas españolas cubren, o tienen planes para cubrir, con calidad, todos los eslabones de la cadena de valor de la instalación de generación eléctrica fotovoltaica (Fig. 5).

Esta industria que da trabajo a más de 7.000 personas por toda la geografía española, que invierte decenas de millones de euros cada año y que exporta la mayoría de su producción, tiene su sustento en la voluntad de la sociedad española de seguir apoyando el desarrollo de esta nueva

el marco como elemento adicional de apoyo.

La medida del módulo consiste en exponer el módulo a una radiación lumínosa de espectro similar al solar y comprobar la potencia real del módulo.

España tiene varios fabricantes de módulos: Atersa, BP Solar, Gamesa Solar, Gruposolar, Instalaciones Pevafersa, Isofotón, Siliken, Solaria Energía y Vidursolar.

La fabricación de otros componentes del sistema fotovoltaico

España fabrica todos los componentes del sistema que no son módulos, tales como inversores, reguladores, instrumentación y medida, cables, estructuras tanto fijas como con seguimiento, accesorios, etc.

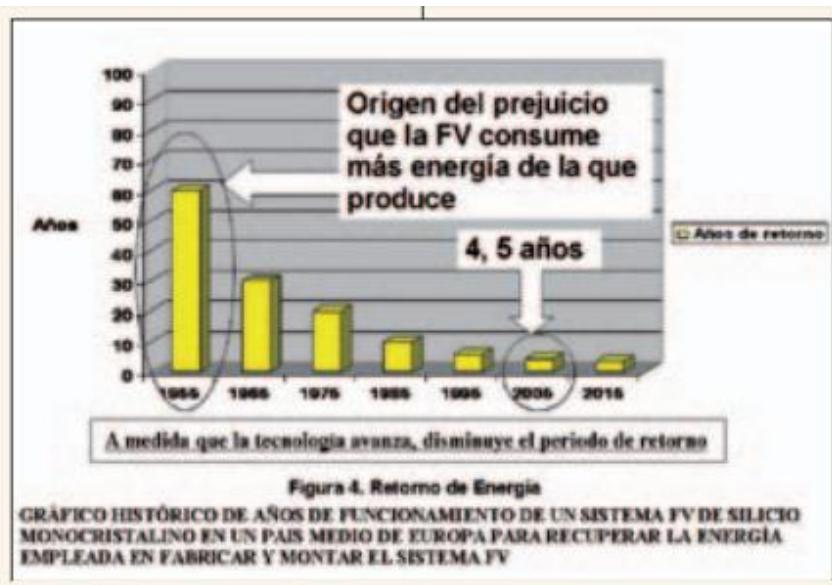


Figura 4. Retorno de energía

GRÁFICO HISTÓRICO DE AÑOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA FV DE SILICIO MONOCRISTALINO EN UN PAÍS MEDIO DE EUROPA PARA RECUPERAR LA ENERGÍA EMPLEADA EN FABRICAR Y MONTAR EL SISTEMA FV

y limpia forma de generar electricidad.

Sin ese apoyo materializado con las disposiciones reguladoras pertinentes, esta industria no tendría futuro. Su futuro depende de que, entre otros, los lectores de este artículo estén de acuerdo en que debemos seguir explorando las capacidades y potencial de esta tecnología.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Fundamentos, Dimensionado y aplicaciones de la Energía solar fotovoltaica. Publicado por el CIEMAT.

- EDURADO, Lorenzo. *Solar Electricity. Engineering of Photovoltaic Systems*. Publicado por la Universidad Politécnica de Madrid.

- Profesor A. GREEN Martin. *Third Generation Photovoltaics. Advanced Solar Energy Conversion*. Publicado por Springer series in Photonics.

- Energía Solar Fotovoltaica. Normas UNE. Ediciones AENOR. Publicado por Consolar.



Figura 5. La cadena de valor FV en España

- Informe ASIF 2006, *Hacia una electricidad competitiva*.

- Dr. AULICH Hubert A. *Silicon Supply of solar PV I*. Publicado en *Renewable Energy World*, Nov-Dec 2002

- ALCOR, Enrique. *Instalaciones de energía solar fotovoltaica*. Publicado por Progensa.

- WENHAM, Stuart et al. *Applied photovoltaics*. Publicado por el Centre of Photovoltaic Devices and Systems.

- WOHLGEMUTH, J. *Photovoltaic Manufacturing Module Technology Improvements*. Publicado por NREL. ■

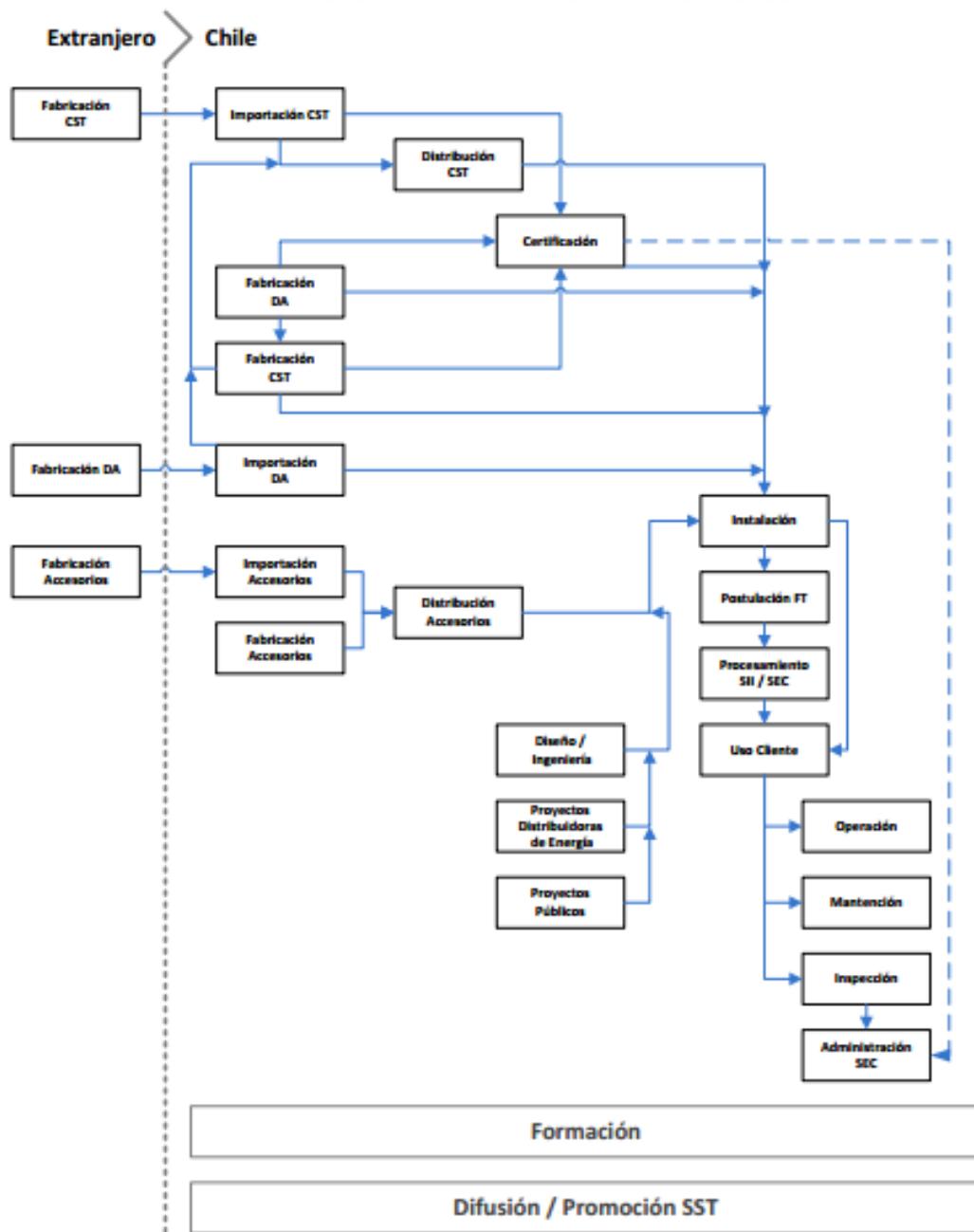
(Javier A. Fernández, 2006)

## “CADENA DE VALOR DEL MERCADO DE SST”

### 8.1. Descripción de las actividades de la cadena de valor

En la Figura N° 11 se ilustran las actividades de la cadena de valor de la industria de SST.

**Figura N° 11: Actividades de la cadena de valor del mercado de SST**  
**ACTIVIDADES CADENA DE VALOR MERCADO SST**



Fuente: Elaboración propia

A continuación se describen las actividades de la cadena de valor del mercado de SST que se realizan en Chile.

- *Importación CST: la importación de Colectores Solares Térmicos (CST) consiste en la compra de CST en el extranjero, su transporte, pagos de derechos de aduanas y seguros, y su disponibilidad para la comercialización en el mercado chileno. Los CST podrán ser integrales (incluyendo el depósito de acumulación) o no integrales. La importación de CST puede ser realizada directamente ya por un importador, distribuidor o un instalador.*
- *Importación de DA: la importación de Depósitos de Acumulación (DA) se puede realizar en forma independiente para atender las necesidades de la industria de SST como de Climatización en Chile, y corresponde a la compra en el extranjero, su transporte, pagos de derechos de aduanas y seguros, y su disponibilidad para su comercialización. La importación de DA puede ser realizada directamente por un importador, un distribuidor o un instalador de CST.*
- *Distribución CST: corresponde a la promoción y comercialización al mayor o al detalle de CST.*
- *Certificación: la certificación de CST y DA es el proceso de homologación y/o ensayo realizado por un ente certificador autorizado por SEC, siguiendo los protocolos establecidos por este organismo, con el objeto de que dichos elementos puedan formar parte de un registro administrado por SEC. La función de este registro es permitir que al utilizarlos, las empresas constructoras puedan acceder al beneficio tributario establecido en la Ley N° 20.365. No existe la obligación legal de que los CST o DA sean certificados, cuando se utilizan para fines distintos a proyectos inmobiliarios con derecho al beneficio tributario.*
- *Fabricación CST: la fabricación de CST en Chile corresponde a la adquisición de materias primas y accesorios nacionales o de importación para la fabricación del panel solar, el que puede ser integral (con DA) o no integral.*
- *Fabricación DA: la fabricación de los estanques de acumulación es una actividad realizada en una maestranza la que construye el DA de acero tratado o acero inoxidable, y provee su aislación y soporte.*
- *Importación de accesorios: se refiere a la compra de accesorios de los SST (sistemas e instrumentos de control, bombas de recirculación, intercambiadores de calor, estanques de expansión, válvulas, cañerías y su aislación, estructuras, etc.) en el extranjero, su transporte, pagos de derechos de aduanas y seguros, y su disponibilidad para la comercialización en el mercado chileno.*
- *Fabricación accesorios: corresponde a la fabricación en Chile de sistemas e instrumentos de control, bombas de recirculación, intercambiadores de calor, estanques de expansión, válvulas, cañerías y su aislación, estructuras, etc.*
- *Distribución accesorios: es la distribución por mayor y menor de accesorios para los SST importados o fabricados en Chile.*
- *Diseño e ingeniería: es el diseño de SST a distintos niveles de detalle (ingeniería conceptual, básica y de detalle) que pueden incluir la valorización del proyecto. Normalmente los servicios de ingeniería se asocian a proyectos comerciales, industriales y minería donde se*

*requiere tener presupuestos para analizar la factibilidad económica del proyecto y de ser factibles su licitación.*

- *Proyectos de distribuidores de energía: son proyectos conformados por empresas distribuidoras de energía para ofrecer un producto integral a sus clientes potenciales, es decir suministro de energía (gas licuado o energía eléctrica) más SST. Los proyectos de las distribuidoras contemplan las mismas etapas de diseño e ingeniería mencionadas anteriormente más la participación en los procesos de licitación de los clientes potenciales.*
- *Proyectos públicos: los proyectos públicos son proyectos promocionados por el MINENERGIA y/o MINVU para proveer de SST a instituciones públicas (establecimientos educacionales, recintos carcelarios, edificios públicos, viviendas sociales nuevas y usadas, etc.). Estos proyectos consideran una ingeniería conceptual y valorización de las obras, necesarias para los llamados a licitación pública.*
- *Instalación: la instalación corresponde a la construcción de estructuras de soporte de los CST, la instalación de los mismos y de Depósitos de acumulación. Además, se incluye la instalación de accesorios y puesta en marcha del SST, y la entrega de manuales de operación y mantenimiento del SST.*
- *Postulación FT: corresponde a las declaraciones juradas que realizan las constructoras para acceder al beneficio tributario de las instalaciones realizadas en viviendas nuevas con derecho a franquicia tributaria.*
- *Procesamiento SII/SEC: es el procesamiento de la información entregada por las empresas constructoras en las declaraciones juradas de las instalaciones de SST en proyectos inmobiliarios con derecho a franquicia tributaria. El procesamiento de SEC corresponde a la verificación de los requisitos del reglamento de la Ley Nº 20.365 para acceder a dicho beneficio, revisando la información de: identificación del declarante, detalle de información SST, datos del permisos de edificación y recepción municipal, montos por SST, e información de viviendas por tramo y detalles de componentes del SST. El procesamiento del SII corresponde al registro de la declaración del crédito fiscal del SST en el formulario Nº 29 y su validación con los montos establecidos en el reglamento.*
- *Uso cliente: es el uso final del SST que realiza el cliente, el que puede corresponder a calentamiento de agua sanitaria, calentamiento de agua de piscinas, calentamiento de agua de procesos comerciales e industriales y en menor medida calentamiento de agua para calefacción.*
- *Operación: algunos proyectos de SST pueden requerir que sea el proveedor quien opere la instalación, proveyendo para ello el personal y materiales para la operación del SST.*
- *Mantenimiento: corresponde a las actividades de mantenimiento del SST ya sea a través de un contrato de mantenimiento o servicios de mantenimiento puntuales. Pueden ser sujetos de mantenimiento los CST o sus accesorios. Se incluye en esta actividad las reparaciones y adecuaciones necesarias para atender las observaciones realizadas durante la inspección de la instalación.*
- *Inspección: es la inspección de una instalación de SST en cuanto al cumplimiento respecto al proyecto de ingeniería. En el caso de viviendas nuevas con derecho a franquicia*

*tributaria, esta inspección es obligatoria, pero sujeta a la solicitud del comprador final. Para los otros usos la inspección no es obligatoria.*

- *Administración SEC: es la administración del registro de empresas certificadoras y empresas de inspección. Se incluye además la administración de la información generada por las entidades de los registros anteriores (CST y DA certificados y resultados de inspecciones de instalaciones).*
- *Formación: las actividades de formación incluyen seminarios, talleres, cursos, diplomados y carreras relacionadas con conceptos de diseño e instalación de SST, dirigidos a clientes potenciales, distribuidores de energía, fabricantes e instaladores de SST y al público en general. Se incluyen también programas de certificación de competencias laborales. Difusión / Promoción SST: esta actividad corresponde a actividades de apoyo al desarrollo de la industria SST en Chile, y se refiere entre otros a talleres de difusión de SST y de la franquicia tributaria, participación y auspicio en seminarios, charlas y cursos de SST, eficiencia energética y otros, desarrollo de estudios y estadísticas de SST. La gran mayoría de estas actividades son lideradas por el Programa Solar del MINENERGIA. Además se incluyen dentro de estas actividades la función gremial realizada por ACESOL.*

#### ***Valorización de la cadena de valor***

*El levantamiento de información del mercado de SST en Chile se centró en la recopilación de información para la caracterización el mercado y no necesariamente en la disponibilidad de cantidades ni precios para valorizar la cadena de valor descrita en el punto anterior. Sin perjuicio de lo anterior se desarrolló una valorización de la cadena de valor para el año 2011 en función de la información recopilada en las encuestas a agentes del mercado y consultas específicas realizadas con posterioridad para este fin. Los resultados de la valorización de la cadena de valor del mercado de SST en Chile del año 2011 se muestran en la Tabla Nº 10. El detalle de los cálculos realizados se muestra en el Anexo C.*

**Tabla N° 10: Valorización cadena de valor año 2011**

| ACTIVIDADES CADENAS DE VALOR |                                   | VALOR<br>(MUSD) | %              |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| Actividad                    | Sub actividad                     |                 |                |
| Importación                  | CST Plano sin Cubierta            | 173             | 0,59%          |
|                              | CST Plano con Cubierta+Heat Pipe  | 10.560          | 36,14%         |
|                              | DA asociados a los CST importados | 747             | 2,56%          |
|                              | Accesorios                        | 1.148           | 3,93%          |
| Fabricación                  | CST                               | 1.898           | 6,49%          |
|                              | DA asociados a los CST fabricados | 618             | 2,12%          |
|                              | Accesorios                        | 252             | 0,86%          |
| Distribución                 | Distribucion CST                  | -               | -              |
|                              | Distribución Accesorios           | -               | -              |
| Instalación                  | Instalación SST                   | 12.777          | 43,72%         |
| Franquicia Tributaria        | Administración SEC                | -               | -              |
|                              | Certificación CST & DA            | -               | -              |
|                              | Postulación FT                    | -               | -              |
|                              | Procesamiento SII/SEC             | -               | -              |
| Inspección                   | Inspección SST                    | -               | -              |
| Operación & Mantención       | Operación SST                     | -               | -              |
|                              | Mantención SST                    | -               | -              |
| Diseño e Ingeniería          | Cotizaciones y Presupuestos       | 128             | 0,44%          |
|                              | Diseño e Ingeniería de detalle    | 614             | 2,10%          |
| Proyectos distribuidores     | Proyectos distribuidores          | 96              | 0,33%          |
| Proyectos Públicos           | Proyectos públicos                | 7               | 0,02%          |
| Formación                    | Actividades de formación          | 207             | 0,71%          |
| Difusión/Promoción SST       | Difusión/Promoción                | -               | -              |
| <b>TOTAL (MUSD)</b>          |                                   | <b>29.224</b>   | <b>100,00%</b> |

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N° 10 se observa que las actividades principales de la Cadena de Valor, que aportan un acumulado del 86,3% son: la instalación (43,7%), la importación de CST (36,1%) y la fabricación de CST (6,5%), el resto de las actividades genera un aporte marginal, que en total suma un 13,7%. Una vez completados los datos faltantes las porcentajes anteriores podrían variar, sin embargo se estima que las actividades de mayo aporte seguirán siendo las indicadas.(Consultora Dandilion Energía y Medio Ambiente, 2012)

# IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y COMPONENTES VINCULADOS A LA CADENA DE VALOR DE CADA TIPO DE ENERGÍA SOLAR

MASTER DE SISTEMAS DE ENERGIA TERMICA

Estudio del efecto de la limpieza de módulos en plantas fotovoltaicas



## 6 ANALISIS DE DISTINTAS TECNOLOGIAS DE LIMPIEZA

Seguidamente se pasa a analizar los diferentes sistemas se limpieza empleados en el sector fotovoltaico.

El análisis se comenzará realizando una clasificación de los sistemas de limpieza según los siguientes criterios:

- Sistemas con o sin rozamiento.
- Con o sin agua.
- Manual o mecanizado.

En cada sistema el análisis se detendrá en evaluar de forma cualitativa las desventajas y desventajas de cada sistema en la introducción de las tareas de limpieza en las diferentes tipologías de plantas fotovoltaicas definidas en el capítulo anterior.

Finalmente, se incluirán al análisis sistemas de limpiezas más experimentales, que si bien no se aplican habitualmente en la limpieza de módulos fotovoltaicos de plantas comerciales, si que pueden ser interesantes en un futuro.

A continuación se enumeran los sistemas:

### 6.1 Clasificación y análisis

#### a) Sistema de limpieza con pétigas y agua

##### Tipología: Rozamiento agua y manual

Es uno de los sistemas más utilizados. Se basa en la limpieza mecánica con pétigas especiales para vidrio, utilizando como apoyo un sistema de equipos de bombeo de agua y mangueras habitualmente integrados dentro de un vehículo para desplazarlos, que tratan el agua in situ mediante sistemas de filtros de partículas y un descalcificador (o agua por ósmosis inversa), cuya finalidad es la de evitar la acumulación de cal que habitualmente porta el agua.

La aplicación de agua se realiza mediante pétigas de fibra de carbono y poliéster, de densidad y grosor adecuados, utilizados para limpieza de vidrio y especialmente diseñadas para evitar las ralladuras. Estas pétigas deben tener una longitud adecuada, ya que se tienen que limpiar, en el caso de las instalaciones de suelo, instalaciones con dos e incluso tres filas de módulos, pudiéndose llegar hasta los veinte metros de altura desde el nivel del suelo al



extremos superior del módulo situado en la parte más alta de las filas. Una altura mayor no es recomendable, ya que se dificulta en exceso el manejo de las pétigas. En todo caso, cuanto más largas sea la pétiga, más especializado debe ser el operario encargado de la limpieza.

Muchas veces hay que tener en cuenta que algunos fabricantes de módulos no permiten la limpieza a presión.



Ilustración 6-1: Fotografías limpiando con pétigas de fibra de carbono.

Algunas empresas utilizan determinados compuestos o limpiadores especiales para la limpieza de los módulos, aunque la mayoría utilizan únicamente agua, que en todo caso es tratada con una descalcificadora.

#### SISTEMA DE LIMPIEZA CON PÉRTIGAS Y AGUA

##### Tipología: ROZAMIENTO - AGUA - MANUAL

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>VENTAJAS</b>    | Equipo barato.  |
|                    | Se necesita poca formación y experiencia para los equipos de operarios.   |
|                    | Es adecuado para parques pequeños dispersos. Se puede contar y emplear a gentes del lugar, y formarlos en estas tareas. Al mismo tiempo, se les puede aprovechar y enseñarles algunas labores de mantenimiento básico de las plantas, incluyendo la limpieza de la célula calibrada para el cumplimiento de la metodología. |
| <b>DESVENTAJAS</b> | Se gasta más agua que en otros sistemas de limpieza.  |
|                    | Se pierde mucho tiempo (tiempos muertos): Recarga de agua y desplazamiento de equipo.   |
|                    | Se necesitan mínimo dos personas.   |



|  |   |
|--|---|
|  | Dificultad para grandes estructuras de seguimiento. |
|--|---|

Tabla 6-1

### b) Sistema de limpieza agua a presión

#### Tipología: Sin rozamiento y agua

Este sistema de limpieza se realiza mediante un vehículo dotado de una cuba de agua de no menos de 2.000 litros y un grupo motobomba.



Ilustración 6-2: Vehículo con grupo motobomba para limpieza a presión.

Este mismo mecanismo de limpieza podemos encontrarlo en diferentes versiones:

1. Para instalaciones fijas se puede utilizar un operario que maneja la pistola a presión y otro que se encarga de conducir. También existen versiones en las que el conductor, además de conducir el vehículo, maneja unas pistolas de agua colocadas en el vehículo y apuntando a los módulos. El equipo es más sofisticado porque requiere la automatización de la cabeza de pistolas.
2. Para instalaciones con estructuras de seguimiento grandes, existen otras versiones, como por ejemplo, un operario incorporado a una plataforma elevadora ligera, en la que el operario puede maniobrar con facilidad y de forma efectiva. Todas las conducciones están en el interior de los brazos y se toma el agua a presión de una cesta instalada.



Ilustración 6-3: Operarios de limpieza sobre plataformas elevadoras.

Los componentes básicos de un equipo de estas características son:

1. Vehículo transporte.
2. Depósito/s de agua.
3. Motobomba.
4. Pistola/s de presión dispuestas en el vehículo o pistola con manguera manejable por otro operario.
5. Elevador en el caso de contar con él.

| SISTEMA DE LIMPIEZA AGUA A PRESIÓN. |  |
|-------------------------------------|--|
| Tipología: SIN ROZAMIENTO - AGUA    |  |
| VENTAJAS                            | Equipo más caro que otros sistemas más simples, pero relativamente barato si no incluye control automático.                                |
|                                     | Se pueden limpiar instalaciones con estructuras de seguimiento de grandes dimensiones.   |
|                                     | Puede ser adecuado para parques pequeños dispersos, si se homologa para la circulación por vías de transporte. Esto encarece la inversión. |
|                                     | Se puede contar y emplear a gentes del lugar, y formarlos en estas   |



|             |  |
|-------------|--|
|             | tareas. Al mismo tiempo, se les puede aprovechar y enseñarles algunas labores de mantenimiento básico de las plantas, incluyendo la limpieza de la célula calibrada para el cumplimiento de la metodología.  |
|             | Se puede optimizar el agua consumida, si los operarios utilizan bien el sistema.   |
|             | Se gana tiempo en: Recarga de agua y desplazamiento de equipo.   |
| DESVENTAJAS | Se gasta más agua que en otros sistemas de limpieza. Depende de la eficacia del operario.  |
|             | Se necesitan mínimo dos personas.  |
|             | Se necesita formación y experiencia para los equipos de operarios.   |
|             | Posibilidad de averías de los equipos. El porcentaje de averías de este equipo, es baja respecto a otros sistemas automáticos.   |
|             | Consumo de combustible.  |
|             | Posibilidad de dificultades de acceso y maniobrabilidad en determinadas instalaciones. Si bien esto se puede arreglar con un buen diseño que se adapte a la mayoría de las configuraciones de las instalaciones de suelo, en las instalaciones sobre cubierta esta dificultad es evidente. |

Tabla 6-2

Comentar por último, la posibilidad de utilizar el agua en forma de vapor. De esta manera, se consigue una reducción de la cantidad de agua consumida. Sin embargo, presenta el inconveniente de tener que producir el vapor de agua, y el sobrecoste que supone.



Ilustración 6-4: Sistema de Solar Bright utilizando vapor de agua para la limpieza de módulos.



### c) Sistema rodillo autopropulsado

#### Tipología: Rozamiento, agua y mecanizado

El sistema trata de un vehículo autopropulsado con un rodillo de limpieza con cerdas de limpieza suaves para no dañar la superficie del módulo. El operario se sitúa en una zona con una visión óptima de instalación. La limpieza se realiza con agua descalcificada que evita los residuos de cal que acorten la vida del sistema.



Ilustración 6-5: Diferentes tipos de rodillo de limpieza autopropulsado para instalaciones fijas y con seguimiento.

En algunos casos, este tipo de limpieza sigue un protocolo más específico que se detalla a continuación:

1. Prelimpieza con pulverización de mezcla de agua y producto detergente ecológico especial para módulos fotovoltaicos. El detergente se desaconseja por innecesario; incluso puede llegar a elevar el consumo de agua necesaria.
2. Limpieza con rodillo giratorio.
3. Aclarado con agua y/o producto aclarante con lámina protectora, pulverizada.

Para este tipo de limpieza, surge la necesidad de que los pasillos entre hileras de la instalación deberán ser de, al menos, 3m para poder proceder a la limpieza.

Los componentes básicos de un equipo de estas características son:

1. Vehículo transporte.

2. Depósito/s de agua.
3. Motobomba.
4. Cuadro de control automático en el caso de contar con él. En su defecto se contará con medidas de protección de los módulos (Mecanismo de fin de carrera).
5. Brazo manejable desde cabina.
6. Cabeza de rodillo compuesto de: Rodillo, secador e hilera de pulverizadores.



Ilustración 6-6: Fotografía detalle de la limpieza de los módulos.

Este sistema se considera bastante adecuado. En el siguiente apartado se trata con más profundidad.

| SISTEMA RODILLO AUTOPROPULSADO:           |  |
|---|--|
| Tipología: ROZAMIENTO - AGUA - MECANIZADO |  |
| VENTAJAS                                  | Equipo más caro que otros sistemas más simples. Los costes disminuyen si no incluye control automático.  |
|   | Se pueden limpiar instalaciones con estructuras de seguimiento de grandes dimensiones.   |
|   | Puede ser adecuado para parques pequeños dispersos, si se homologa para la circulación por vías de transporte. Esto encarece la inversión.   |
|   | Se puede contar y emplear a gentes del lugar, y formarlos en estas tareas. Al mismo tiempo, se les puede aprovechar y enseñarles algunas labores de mantenimiento básico de las plantas, incluyendo la limpieza de la célula calibrada para el cumplimiento de la metodología. |



|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | <p>Se optimizar el agua consumida.</p> <p>Se gana tiempo en: Recarga de agua y desplazamiento de equipo.</p> <p>Se necesita sólo un operario.</p>   |
| <b>DESVENTAJAS</b> | <p>Se recomienda emplear agua descalcificada para prevenir problemas de averías en pulverizadores.</p> <p>Se necesita formación y experiencia para los equipos de operarios.</p> <p>Aumenta la posibilidad de averías de los equipos.</p> <p>Consumo de combustible.</p> <p>Posibilidad de dificultades de acceso y maniobrabilidad en determinadas instalaciones. Si bien esto se puede arreglar con un buen diseño que se adapte a la mayoría de las configuraciones de las instalaciones de suelo, en las instalaciones sobre cubierta esta dificultad es evidente</p> <p>Necesidad de incluir mecanismo de control automático de protección de los módulos.</p> |

Tabla 6-3

#### d) Sistemas instalados de limpieza mecanizados-automáticos

Estos sistemas se caracterizan por estar instalados en la propia estructura de sujeción de los módulos. Atendiendo a los criterios de este análisis, existen algunas variedades:

**SISTEMAS CON ROZAMIENTO:** El sistema consta de un cepillo-rodillo fabricado en nylon 6.6 de longitud máxima de 10m que va recorriendo los paneles y está fijado a la estructura. La máxima longitud de recorrido es de 100 m aunque podría adaptarse a mayores distancias.



Ilustración 6-7: Fotografía del sistema de autolimpieza.

El sistema es adaptable a sistemas fijos y con seguimiento y dispone de sensor de lluvia electrónico regulable y un sistema programable para ajustarlo a cada necesidad de limpieza. Sus principales características son:

- Velocidad de giro del cepillo 140 rpm.
- Velocidad de avance del cepillo 10mts/min. (ajustable).
- Potencia total del grupo motriz 360W.
- Alimentación eléctrica mediante baterías auto-recargables.
- Tensión de alimentación para el cargador 220V monofásica.
- Componentes metálicos galvanizados.
- Guías longitudinales fabricadas en chapa de 2mm.
- Sujeción directa al panel solar de fácil montaje.

El sistema cuenta con unos rales para que el rodillo pueda desplazarse. En principio no funciona con agua, aunque se acciona cuando hay lluvia. Sin embargo, también se pueden montar sistemas similares con agua.

**SIN ROZAMIENTO CON AGUA:** Este sistema es similar. También están instalados en la propia estructura de módulos y necesita unos rales para desplazarse. Por estos rales se desplaza longitudinalmente una cabeza que cuenta con una serie de pulverizadores por donde sale agua a presión.



| SISTEMA INSTALADOS DE LIMPIEZA MECANIZADOS AUTOMATICOS     |   |
|--|---|
| Tipología: INSTALADOS-MECANIZADOS AUTOMATICOS-CON/SIN AGUA |   |
| VENTAJAS   | Válido para instalaciones inaccesible, como las cubiertas.  |
|  | No necesario vehículo y se ahorra el transporte.  |
|  | No es necesario personal para realizar las limpiezas.   |
|  | Se optimizar el agua consumida.   |
|  | Se gana tiempo en: Recarga de agua y desplazamiento de equipo.  |
| DESVENTAJAS  | Posibilidad de averías de los equipos.  |
|  | Equipo caro.  |
|  | En un parque de grandes dimensiones con muchas estructuras de seguimiento, se requiere la instalación de muchos equipos. Elevado coste. |
|  | Adaptación de las estructuras de los módulos.   |
|  | Necesidad de disponer de agua disponible en el parque en el caso de emplear el método CON AGUA.   |
|  | Consumo eléctrico de los dispositivos.  |

Tabla 6-4

#### e) Sistema de aire comprimido

##### Tipología: Sin rozamiento y sin agua

Este sistema de limpieza se basa en una pistola de aire comprimido que mediante una manguera se une a un compresor. La presión del aire es tal que consigue quitar parte de la suciedad y no daña el vidrio. Esta presión está entre los 3 y 5 bares.

Este sistema no necesita el uso de agua ni aditivos adicionales.



El sistema a su vez puede ser de dos tipos:

**MANUAL:** En este sistema los operarios recorren la instalación a pie con un equipo de aire comprimido. El compresor puede estar en el suelo y el operario puede ir despezándolo con un carrito, o lo puede llevar en la espalda.

**MECANIZADO:** En este caso el sistema consta de un vehículo que se desplaza por la instalación, de tal manera, que las pistolas de aire comprimido actúan sobre los módulos. Este sistema debe permitir que las pistolas de aire estén próximas a los módulos. No es un sistema muy común.



Ilustración 6-8: Compresor utilizado para limpieza de módulos.

| SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO         |  |
|------------------------------------|--|
| Tipología: SIN ROZAMIENTO-SIN AGUA |  |
| VENTAJAS                           | Equipo barato en el caso de ser el sistema MANUAL. En el caso del sistema MECANIZADO, es más caro que el MANUAL, pero más barato que un equipo con agua o rodillo. |
|                                    | No necesario vehículo en el caso del sistema MANUAL.   |
|                                    | Se necesita poca formación y experiencia para los equipos de operarios.  |
|                                    | No se consume agua   |
|                                    | Se gana tiempo en: Recarga de agua y desplazamiento de equipo.   |
|                                    | Es adecuado para parques pequeños dispersos. Se puede contar y   |



|             |  |
|-------------|--|
|             | emplear a gentes del lugar, y formarlos en estas tareas. Al mismo tiempo, se les puede aprovechar y enseñarles algunas labores de mantenimiento básico de las plantas, incluyendo la limpieza de la célula calibrada para el cumplimiento de la metodología. |
|             | Se necesita pocos operarios (1 en todos los casos).  |
|             | El MANUAL puede ser un buen sistema en las instalaciones sobre cubierta de difícil acceso.   |
|             | Puede ser adecuado para parques pequeños dispersos. En el caso sistema MECANIZADO se debe homologar para la circulación por vías de transporte. Esto encarece la inversión.  |
| DESVENTAJAS | Dificultad para grandes estructuras de seguimiento. Esta dificultad es menor si se utiliza la opción del sistema MECANIZADO.   |
|             | Consumo eléctrico de los dispositivos.   |
|             | No tan efectivo como en los casos que utilizan agua o rozamiento.  |
|             | Depende de la eficacia del operario.   |
|             | En el caso del sistema MECANIZADO se necesita consumir combustible mientras que en el caso MANUAL no.  |
|             | En el caso del sistema MECANIZADO, posibilidad de dificultades de acceso y maniobrabilidad en determinadas instalaciones. Si bien esto se puede arreglar con un buen diseño que se adapte a la mayoría de las configuraciones de las instalaciones de suelo. |

Tabla 6-5

A continuación el análisis se va a centrar en sistemas de limpieza específicos para limpieza en instalaciones fotovoltaicas sobre cubiertas por la importancia que, como se comentó al principio del capítulo, se espera que tengan en un corto plazo en cuanto al número de instalaciones y de potencia instalada.

En España, la mayoría de las instalaciones sobre cubierta que se han realizado, no cuentan con sistemas de limpieza incluidos, ni tampoco la limpieza es una de las labores de mantenimiento que se suelen realizar. Esto se debe a que se han empezado a realizar cubiertas desde hace poco tiempo, incluyendo otros motivos derivados de la incertidumbre legislativa en la que se ha visto el sector.



#### f) Sistemas para cubiertas

A continuación se analizan otros sistemas más específicos para instalaciones sobre cubiertas.

##### SISTEMA DE LIMPIEZA ROBOTIZADA

Se plantea la utilización de robots automatizados que realicen la limpieza de las hileras de módulos con una inclinación no mayor a 45º. Estos dispositivos serían similares a los robots limpia-piscinas.

Este sistema parece interesante y podría enfocarse a las instalaciones sobre cubierta, las cuales son de difícil acceso.



Ilustración 6-9: Ejemplo de robot para limpieza de módulos.

Son sistemas desarrollados a nivel experimental.

Se puede también plantear el uso para instalaciones de suelo pequeñas.

##### SISTEMA DE RIEGO EN CUBIERTAS

Este sistema es el que se está implementando más en las instalaciones sobre cubiertas hasta el momento. Este sistema está compuesto por una red de tubería similar a utilizadas en los sistemas de riego, que recorre todo el campo fotovoltaico, de tal manera, que en la parte superior de los módulos hay una boca de riego por la que sale agua a determinada presión.

#### g) otros sistemas en fase experimental

Por último se explican brevemente dos tipos de sistemas de limpieza más sofisticados y que se emplean en otro tipo de aplicaciones fotovoltaicas. Estos sistemas se encuentran en fase experimental:

##### SISTEMAS MEDIANTE DESCARGAS ELECTRICAS



Esta solución de sistema de auto-limpieza de los paneles solares se basa en la aplicación de una carga eléctrica a los mismos paneles. Este sistema de auto-limpieza se basa en una tecnología desarrollada para instalar módulos fotovoltaicos en otro medio, también muy seco y polvoriento: Marte.

La tecnología consiste en colocar una lámina transparente, de material eléctricamente sensible, sobre el cristal de modo que cubra el panel. Los sensores controlan los niveles de polvo en la superficie y electrifican el material cuando la concentración de polvo alcanza un nivel crítico. A través de la lámina se envía una carga eléctrica que actúa como onda que repele el polvo, haciendo que se desprenda y caiga en cascada por la superficie, transportándolo fuera de los bordes de la lámina.

En dos minutos, el proceso elimina el 90% del polvo depositado sobre los paneles y sólo requiere una pequeña cantidad de electricidad generada por el panel el propio panel, para la limpieza.

Este sistema ha sido desarrollado en la Universidad de Boston, liderado por Malay K. Mazumder.

Este sistema se puede utilizar tanto en instalaciones de suelo como sobre cubierta.

#### SISTEMA DE LIMPIEZA Y REFRIGERACIÓN

Este sistema de limpieza al mismo tiempo tiene una función de refrigeración de los módulos fotovoltaicos para aumentar su rendimiento. Su principio de funcionamiento es el siguiente:

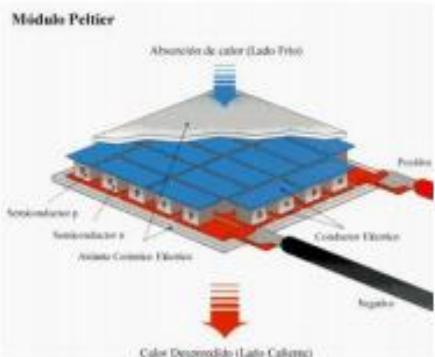
1. Limpieza de la suciedad.
2. Control de la temperatura y refrigeración de placas solares, mediante dos procesos diferentes:

|  |  |
|--|--|
| <b>Refrigeración basada en agua. Este producto se caracteriza por:</b> | <p>Ser un sistema de refrigeración y auto limpieza basado en agua.</p> <p>Recuperar y reciclar la mayor parte del agua utilizada.</p> <p>Reducir la temperatura de las placas solares.</p> <p>Tener aplicación para estructuras fijas.</p> |
| <b>Refrigeración por</b>   | <p>Este último sistema utiliza la propia energía producida por las placas solares para reducir su temperatura en las estaciones de mayor calor.</p>  |



|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>semiconductores.</b> | Está basada en los efectos de Peltier y Seebeck, que producen un equilibrio térmico sin consumo energético |
|-------------------------|--|

Tabla 6-6



6-10 Detalle explicativo del funcionamiento.

### SISTEMA DE LIMPIEZA A PARTIR DE LA HUMEDAD DEL AMBIENTE

El sistema de limpieza se basa en la humedad ambiental y la absorción de la misma utilizando sustancias deliquescentes. El sistema está diseñado para realizar la limpieza del módulo sin ningún tipo de intervención humana y para climas con una elevada humedad relativa. [18]

El sistema absorbe la humedad de la atmósfera ambiente, que luego se filtra para ser utilizados para la limpieza del módulo.

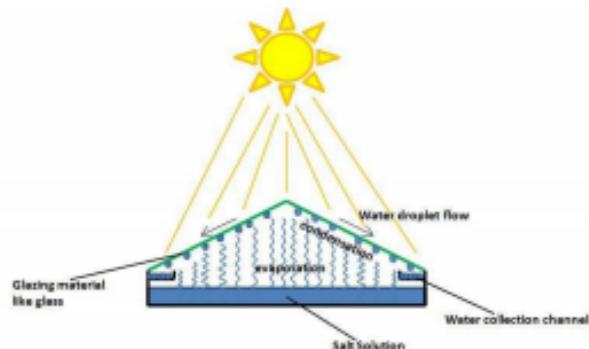


Ilustración 6-11: Esquema principio funcionamiento.

La delicuescencia, es el proceso por el cual una sustancia absorbe la humedad de la atmósfera y forma una solución. Es un hecho conocido que cuando la humedad de la atmósfera es igual o mayor que el humedad crítica relativa (CRH) de un material delicuescente material, el material absorbe el agua producir una solución saturada.

La solución obtenida debe ser filtrada antes de que pueda ser utilizado para la limpieza de los paneles fotovoltaicos. La evaporación se puede hacer con la ayuda de la radiación solar utilizando una cámara. El calentamiento de la solución produce vapor de agua que se condensan en una superficie más fría formando gotas de agua. Las gotas de agua se recogen para ser utilizada para la limpieza de los módulos fotovoltaicos. La solución delicuescente puede ser reutilizada.

A continuación se muestra un prototipo propuesto por NCPRE (National Centre for Photovoltaic Research and Education).

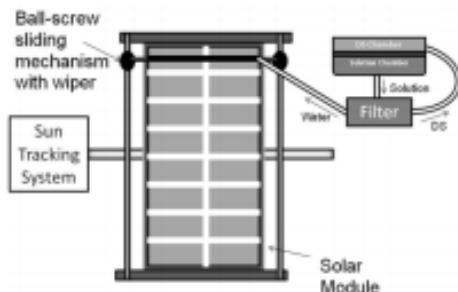


Ilustración 6-12: Esquema prototipo.



Consta de Una cámara piramidal para la filtración de la solución. Uno de los parámetros fundamentales es el ángulo de inclinación de la cubierta [7], que es el ángulo del acristalamiento respecto la superficie horizontal.

Los paneles fotovoltaicos se montan normalmente en marcos fijos o en marcos móviles con los sistemas de seguimiento solar.

La limpieza se puede hacer con la ayuda de la gravedad, dependiendo de la inclinación de los módulos fotovoltaicos. Además se puede instalar un mecanismo limpiaparabrisas en los paneles fotovoltaicos.

### 6.2 Conclusiones:

1. Hoy en día existen diversas técnicas de limpieza de módulos fotovoltaicos, pero todavía no se ha logrado llegar a un equilibrio entre el coste de inversión, y la eficacia exigida a la hora de limpiar estas instalaciones.
2. Al ser una tecnología joven, el sector no se encuentra muy profesionalizado.
3. En las plantas comerciales se suelen utilizar los mismos sistemas de limpieza los cuales no suelen ser sistemas con un alto grado de mecanización y automatización excepto en plantas singulares o de gran tamaño.
4. La característica más decisiva a la hora de determinar el tipo de limpieza es el tamaño del parque solar. Otras características a tener en cuenta son el emplazamiento y acceso, y la configuración de los módulos fotovoltaicos. De esta manera en plantas grandes se suele contar con una máquina automatizada que limpia continuamente los módulos fotovoltaicos, donde el coste relativo de la máquina y del coste la limpieza son bajos. Sin embargo, en parques pequeños se suelen realizar limpiezas manuales o con máquinas de rodillo o de agua a presión con una frecuencia esporádica cuando los módulos están muy sucias o porque lo exija el contrato de mantenimiento. Es en este tipo de parques donde se puede realizar una fuerte optimización de las limpiezas y donde existe una gran margen de mejora.
5. En cubierta los módulos se suelen ensuciar mucho, sin embargo no es habitual la limpieza.

(Universidad de Sevilla)

# TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL ÁMBITO NACIONAL

Rev. Fac. Ing. - Univ. Tarapacá, vol. 13 Nº 2, 2005, pp. 65-70

## COLECTOR SOLAR CONSTRUIDO MEDIANTE TALADRADO POR FLUENCIA TÉRMICA

Víctor Heredia R.<sup>1</sup> Juan Tapia L.<sup>1</sup> Camilo Flores C.<sup>1</sup> Juan M. Godoy R.<sup>1</sup> Jorge Vergara Díaz<sup>1</sup>

Recibido el 28 de septiembre de 2004, aceptado el 21 de abril de 2005

### RESUMEN

Se diseñó y construyó un sistema de calentamiento de agua residencial, mediante dos colectores solares y un estanque. En el sistema se utilizaron tubos de cobre perforados por taladrado por fluencia térmica (TFT), unidos con soldadura de plata. El sistema funciona por termosifón y se emplea como fluido de calentamiento una mezcla de etilenglicol-agua. El fluido de calentamiento pasa a través de un serpentin de cobre a un estanque de 200 litros. Diariamente se calientan 80 litros de agua a una temperatura máxima de 45° C.

Palabras clave: Manufactura de cobre, taladrado no convencional, energía no convencional, calentamiento solar.

### ABSTRACT

*A heating equipment for residential water was built, using two solar collectors and one isolated reservoir. The system uses two copper tubes perforated by thermal flow drilling (TFT), brazing with silver solder. The thermal fluid moves due to the density change of the cold and hot water. It is a mixture of ethyleneglycol-water and the heat is exchanged in the copper serpentine installed in the reservoir of 200 liters. Daily it warms 80 liters of water to 45°C.*

*Keywords:* Copper manufacturing, non conventional drilling, non conventional energy, solar heating.

### INTRODUCCIÓN

Un sistema solar doméstico fue patentado en USA en 1891. En 1909 en Los Ángeles comienza la venta de calentadores solares en que el colector y el depósito estaban separados y funcionaban por el principio del termosifón. La tecnología para fabricar colectores solares está muy difundida en la literatura [1], [2]. El proceso de unión de tubos delgados exige una gran habilidad del operador, debido a la pequeña área de contacto entre las paredes de ambos tubos. Normalmente esta unión no puede ser sometida a esfuerzos de deformación o torsión por el riesgo de rotura. Para evitar este efecto, la rejilla debe ser colocada en una estructura adicional rígida.

La rigidez de la unión soldada puede ser mejorada e inclusive ser utilizada como estructura, en el caso de colectores solares fabricados con el proceso de taladrado por fluencia térmica. Este proceso, sin arranque de viruta [3], forma un manguito o buje en la

pared del tubo perforado, debido al material que fluye durante el proceso. Este manguito o buje que puede ser visto en la Fig. 1 aumenta el área de contacto de la unión soldada y mejora notablemente la rigidez de la estructura [4].

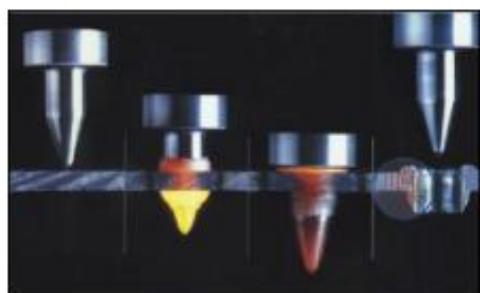


Fig. 1 Proceso de taladrado térmico por fluencia con herramienta de carburo de tungsteno.

<sup>1</sup> Departamento Mecánica Universidad de Tarapacá, e-mail: jmgodoy@uta.cl, jvergara@uta.cl

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **Diseño y fabricación de los colectores**

Se construyeron dos colectores solares de  $2.000 \times 1.000 \times 100$  [mm].

La rejilla de cada colector está formada por nueve tubos de cobre de 12,8 [mm] de diámetro externo (3/8") y 1.840 [mm] de longitud, unidos en cada extremo a dos tubos de cobre de 25 [mm] de diámetro (1") y 1.000 [mm] de longitud. La perforación de los tubos de 25 [mm] fue realizada mediante taladrado por fluencia térmica y la unión perpendicular con el tubo de 3/8" fue realizada con soldadura de plata.

El taladrado por fluencia térmica forma un manguito a medida que el material se desplaza de la perforación por un proceso de fluencia [5]. Este manguito puede



Fig. 2 Tubo de cobre de 1", velocidad 3.800 rpm, agujero guía 7 mm.



Fig. 3 Soldadura de la rejilla del colector solar.

ser largo, corto, grueso o delgado de acuerdo al procedimiento utilizado [6]. La forma del buje se muestra en la Fig. 2.

Posteriormente se soldó a cada tubería de 3/8" una plancha de cobre de 0,3 [mm] de espesor, de 100 [mm] de ancho y 1.700 [mm] de longitud para aumentar el área de absorción de calor. Estas planchas fueron soldadas con soldadura plomo estaño. Se observan estas planchas en las Figs. 3 y 4.

Finalmente la rejilla fue revestida con pintura negra e instalada en una estructura metálica junto con fibra aislante de 50 [mm] de espesor. En la superficie se colocó un vidrio de 4 [mm] de espesor, como puede ser visto en la Fig. 5.



Fig. 4 Placa colectora terminada, antes de aplicar pintura negra.



Fig. 5 Colector solar terminado, incluye aislante y vidrio.

### Diseño y fabricación del estanque

Para la fabricación del estanque se optó por un cilindro de acero de 4 [mm] de espesor con un diámetro de 500 [mm] y una altura de 1.000 [mm] y una capacidad de 200 litros. Este estanque fue revestido con lana de vidrio de 50 [mm] de espesor. En la mitad inferior del estanque se instaló un serpentín con cañerías de cobre de 19 [mm] de diámetro (3/4") y de un largo de 14 [m], formando una espiral de 13 vueltas con un diámetro cercano a 340 [mm]. Para determinar la longitud del serpentín se utilizó el valor de 0,25 m<sup>2</sup> por metro cuadrado de colector [7]. El colector solar tiene 3,4 m<sup>2</sup>, lo que corresponde a un área de 0,85 m<sup>2</sup>. Se utilizó un tubo de cobre de 3/4", lo que da un largo de 14 metros.

Un esquema del estanque es mostrado en la Fig. 6. Este serpentín intercambia el calor entre el fluido etilenglicol-agua calentado en los colectores, que lo traspasa al agua del estanque. El estanque tiene una entrada de agua potable en la parte superior mediante un sistema de flotador. La salida del agua es por la parte inferior y se controla con una válvula termostática.

Las conexiones entre los colectores y el estanque se realizaron con tuberías de cobre de 3/4" de diámetro, todas las líneas fueron revestidas con poliuretano de 50 mm. Para llenar el circuito del fluido de calentamiento se instaló un depósito de expansión abierto, también revestido con poliuretano.

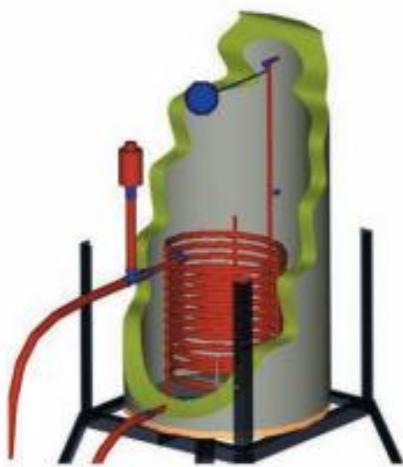


Fig. 6 Detalle interior del estanque de almacenamiento de agua caliente.

### Sistema de termosifón

Debido al elevado contenido de sólidos del agua potable de Arica se utilizó un sistema de termosifón usando como fluido de intercambio etilenglicol-agua. Este sistema aprovecha la diferencia de temperatura del líquido en el colector y en el estanque, la que ocasiona una diferencia de peso específico, que a su vez produce el movimiento del líquido desde la zona caliente a la zona de menor temperatura en el estanque.

De este modo la posible incrustación de sales se presenta por la parte externa del serpentín, permitiendo así la limpieza por su parte externa, lo que disminuye el tiempo de limpieza. El circuito se muestra en la Fig. 7.

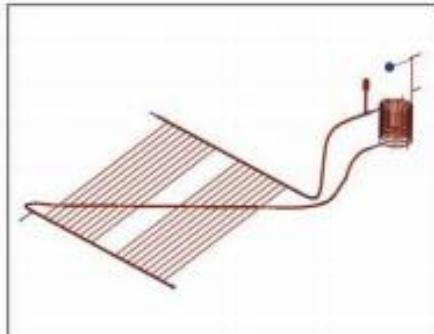


Fig. 7 Detalle del circuito primario de etilenglicol.

El sistema de paneles solares y estanque construido se muestra en la Fig. 8.



Fig. 8 Sistema paneles solares estanque, inclinación 19° orientado hacia el Norte.

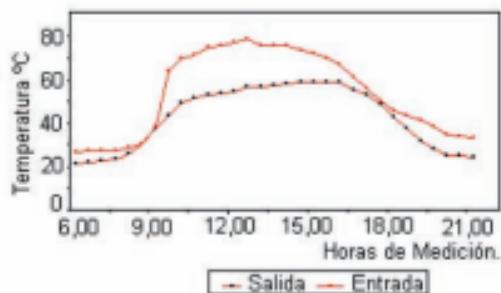


Fig. 11 Gráfico de temperaturas de entrada y salida de los colectores solares.



Fig. 12 Gráfico de la temperatura del agua en el estanque a 300 [mm] de altura desde la base. Días 6 y 7 febrero 2003.

#### Evaluación económica

Una evaluación económica preliminar del sistema solar nos muestra un costo fijo de US \$1.380 y el calentamiento de 29.200 litros de agua desde 20 a 45° C en un año. El costo inicial del sistema equivalente de gas indica un costo fijo de US \$280 y para calentar la misma cantidad de agua un costo de operación anual de \$170. Se observa que después de 7 años, los costos son similares. La vida útil de un calefón es de 7 años, mientras que un colector solar puede ser usado durante 15 años, siempre que se realice una mantención preventiva adecuada.

Los costos de mantención no fueron incluidos en la evaluación ya que ambos sistemas necesitan este servicio. En el caso del colector solar se deben mantener los vidrios limpios para que la radiación se aproveche en su totalidad. Como el agua nacional tiene muchos iones, es necesario cada año hacer una revisión de la parte exterior del serpentín en el estanque de agua y si es necesario sacarlo y limpiarlo. Se debe evitar cualquier tipo de filtración que se pueda presentar con el uso. Con el serpentín se evita la incrustación en los tubos de los colectores solares, problema recurrente en la instalación de sistemas solares sin circuito adicional.

#### CONCLUSIONES

Se ha construido un sistema de calentamiento de agua residencial con colectores solares por taladrado por fluencia térmica. Mediante este proceso se pueden disminuir los costos de construcción de paneles solares.

Este sistema de calentamiento presenta rendimientos térmicos similares a los valores teóricos indicados en la literatura para la ciudad de Arica.

El colector solar es rentable después de 7 años, es un generador de energía limpia, no contamina la atmósfera y en la zona norte está disponible todo el año. El sistema a gas depende de un recurso importado, además contamina la atmósfera y su valor en un futuro cercano no se conoce.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Investigación y Posgrado de la UTA, que financió este proyecto de investigación N° 8741-01.

#### REFERENCIAS

- [1] B02 Instalaciones de Equipos Solares Domésticos. Prosol. Norma Española. Junio 1999.
- [2] A. Themmessl y W. Weiss. Solaranlagen Selbstbau. Erneuerbare Energie. Gleisdorf. Österreich. 1999
- [3] A.H. Streppel. "Flow drilling: a preliminary analysis of a new bus making operation". Annals of the CIRP. Vol. 32. 1983.
- [4] W. Weingaerner, J.C. López da Silva, F. Tikal y R. Heiler. "Furação em chapas por escoamento: uma nova tecnologia de fabricação". Máquinas e metais. Sept. 1996, no. 368: 85-97. Brasil.
- [5] J. Vergara, S. Damm, J. Villanueva, J.M. Godoy y F. Tikal. "Bush making by thermal flow drilling in copper and brass". The International Journal for Manufacturing Science & Production, vol. 4, no. 2. 2001.
- [6] J.M. Godoy, J. Vergara, J. Villanueva, M. Quispe, P. Oviedo, F. Tikal, S. Damm. "Cutting forces measurements with a piezoelectric dynamometer during thermal flow drilling". Revista de la

Facultad de Ingeniería – Universidad de Tarapacá,  
jun. 2003, vol. 11, no. 1: 65- 69. ISSN 0718-1337.

- [7] T. Cabirol, A. Pelissou y D. Roux. El Calentador Solar de Agua. Manuel Company Editores. Barcelona. 1984.
- [8] R. Carmona, J. Vergara y J.M. Godoy. Estudio de la soldadura de uniones de cobre por taladrado térmico. 2º Congreso Internacional de Metalurgia de Transformación. Cusco, Perú. Nov. 2003.

## TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL (ALEMANIA, EEUU Y ESPAÑA)

### **BGU desarrolla diseños de células solares ultra-eficientes sistema de iluminación lateral**

Investigadores de BGU han desarrollado un radicalmente nuevo diseño para una célula solar de concentración que, cuando se irradia desde el lado, genera una eficiencia de conversión de energía solar que rivales, y con el tiempo pueden sobreponerse, las fotovoltaicas más ultra-eficientes.

La nueva arquitectura celular desarrollada en la Universidad Ben Gurion del Centro de Investigación David Ben-Gurion Nacional solar puede exceder de un ultra-eficiente de la eficiencia de conversión del 40 por ciento con intensidades iguales a 10.000 soles.

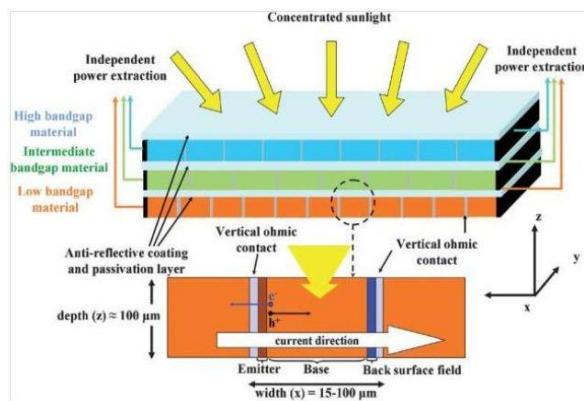
"Por lo general una célula solar concentrador comprende materiales apilados interdependientes conectados en serie, con las dificultades de fabricación asociado significativo y limitaciones de eficiencia", explica el profesor Jeffrey Gordon, un miembro del Departamento de Energía Solar y Física Ambiental en la Universidad Ben Gurion del Instituto Jacob Blaustein para la Investigación del Desierto.

"Nuestros nuevos diseños para las células de concentración fotovoltaica comprenden múltiples capas de materiales semiconductores que son totalmente independientes, y superar numerosos retos en la compilación de los elementos de incluso las células solares más eficientes", dice.

La invención BGU también demuestra la distintamente nueva posibilidad de explotar materiales comunes, tales como el silicio, anteriormente considerado inadecuado bajo radiación solar altamente concentrada. Adaptación de las células hacia el borde (lateral) de iluminación reduce la resistencia interna de células a niveles insignificantes. Esto aumenta los niveles de concentración de energía solar en el que puntas de rendimiento celular a un máximo de 10.000 veces la radiación rayo solar ambiente, lo que es significativamente más alta que nunca.

Nuestro futuro depende del desarrollo de las energías alternativas, y BGU está a la vanguardia en este campo. Prof. Gordon y sus colegas en la Iniciativa de Energía de BGU continúan trayendo nuevas innovaciones que afectarán a nuestro mundo para mejor.

La nueva tecnología fue detalló recientemente en un artículo que apareció en Ciencia Energía y Medio Ambiente.



*La nueva arquitectura de la célula (arriba) desarrollado en el Centro de Investigación Solar Nacional David Ben-Gurion puede exceder de un ultra-eficiente de la eficiencia de conversión del 40 por ciento con intensidades iguales a 10.000 soles. Cuando se irradia desde el lado, que genera una eficiencia de conversión de energía solar que rivales, y, finalmente, puede superar, los photovoltaics más ultra-eficientes. Este diagrama es un dibujo esquemático de una célula solar MBVJ 6-terminal de 3 niveles. El número de niveles / materiales es una variable de diseño, y tanto el (dimensión de células sub lo largo del eje x) y anchura (dimensión de células sub lo largo del eje z) profundidad de cada unión vertical, necesita ser optimizado. (Universidad Ben-Gurion del Negev,2012)*

#### ***"Un "embudo" para aprovechar mejor la energía solar***

*Los esfuerzos de la comunidad científica encaminados hacia el objetivo de lograr aprovechar para la generación de electricidad una porción mayor del espectro de la radiación solar que llega a la Tierra, se han visto recompensados recientemente con el surgimiento de un concepto revolucionario y muy prometedor: un "embudo" para la energía solar, basado en materiales operando bajo tensión elástica.*

*En este concepto desarrollado por el equipo de Ju Li y Xiaofeng Qian del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en Cambridge, Estados Unidos, con la colaboración de la Universidad de Pekín en China, el término "embudo" es una metáfora: Los electrones y los "huecos", separados de los átomos por la energía de los fotones, son conducidos al centro de la estructura por fuerzas electrónicas, no por gravedad como en un embudo corriente.*

*El material, un compuesto de molibdeno, es una lámina estirada de material delgado, con su centro presionado hacia abajo por una aguja microscópica.*

*La presión ejercida por la aguja causa una tensión elástica que aumenta hacia el centro de la lámina. Este gradiente de tensión cambia la estructura atómica del modo preciso para "sintonizar" diferentes longitudes de onda de la luz con secciones diferentes de la lámina, abarcando de este modo una porción más amplia del espectro de la luz solar, con la consecuencia de un mejor aprovechamiento energético de la radiación emitida por el Sol.*

*La tensión estructural experimentada por un material al ser presionado o estirado no es de una sola clase. Un muelle que se comprime cuando lo apretamos y se expande cuando lo liberamos es un ejemplo de tensión elástica, distinta de la experimentada por una hoja de papel de estaño cuando la arrugamos hasta formar una bolita con ella. El nuevo diseño de embudo de energía solar se basa en controlar con precisión la tensión elástica a fin de gobernar el potencial de los electrones en el material.*

*Parece evidente que la manipulación precisa de la tensión elástica en los materiales constituye un nuevo y prometedor campo de investigación y desarrollo." (Noticias de la Ciencia, 2012)*

## **"Técnica Llave patentada por la Universidad de Connecticut profesor a Nueva tecnología de energía solar**

*Brian Willis, profesor asociado de química, los materiales y la ingeniería biomolecular, en su laboratorio, con un espectrómetro de fotoelectrones de rayos X. (Sean Flynn / Universidad de Connecticut Foto)*

*Una novedosa técnica de fabricación desarrollado por el profesor de ingeniería de la Universidad de Connecticut Brian Willis podría proporcionar la tecnología avance los científicos han estado buscando para mejorar notablemente los sistemas de energía solar de hoy en día.*

*Durante años, los científicos han estudiado los beneficios potenciales de una nueva rama de la tecnología de energía solar que se basa en muy pequeñas agrupaciones de antenas de tamaño nanométrico que son teóricamente capaces de cosechar más del 70 por ciento de la radiación electromagnética del sol y al mismo tiempo su conversión en energía eléctrica utilizable.*

*La tecnología sería una gran mejora sobre los paneles solares de silicio de uso generalizado hoy en día. Incluso los mejores paneles de silicio recogen sólo alrededor del 20 por ciento de la radiación solar disponible, y se necesitan mecanismos separados para convertir la energía almacenada en energía eléctrica para la red eléctrica comercial. costos de eficiencia limitada y costosa de desarrollo de los paneles han sido dos de las mayores barreras para la adopción generalizada de la energía solar como un reemplazo práctico para los combustibles fósiles tradicionales.*

*Pero mientras que las antenas de tamaño nanométrico se han mostrado prometedores en teoría, los científicos han carecido de la tecnología necesaria para construir y prueba de ellos. El proceso de fabricación es un gran desafío. Las nano-antenas - conocidos como "rectennas" debido a su capacidad para absorber y también rectificar la energía solar a partir de la corriente alterna en corriente continua - debe ser capaz de funcionar a la velocidad de la luz visible y construirse de tal manera que su par de conductores de electrodos mide tan sólo 1 o 2 nanómetros de distancia, una distancia de aproximadamente una millonésima parte de un milímetro, o 30.000 veces más pequeño que el diámetro de un cabello humano.*

*Esta nueva tecnología podría llevarnos más de la joroba y hacer que la energía solar costos competitivos con los combustibles fósiles.*

*El avance potencial radica en un nuevo proceso de fabricación de llamada selectiva área de deposición de capa atómica (ALD) que fue desarrollado por Willis, profesor asociado de ingeniería química y biomolecular y el director anterior del Programa de Ingeniería Química de la Universidad de Connecticut. Willis se unió a la Universidad de Connecticut en 2008 como parte de una iniciativa de la contratación de profesores eminentes que llevó a un equipo de élite de los líderes en tecnología de energía sostenible a la Universidad. Willis desarrolló el proceso de ALD mientras enseñaba en la Universidad de Delaware, y patentó la técnica en 2011.*

*Es a través de la deposición de capas atómicas que los científicos pueden finalmente fabricar un dispositivo rectena de trabajo. En un dispositivo de rectenna, uno de los dos electrodos interiores debe tener una punta afilada, similar hasta el punto de un triángulo. El secreto está recibiendo la punta del electrodo que dentro de uno o dos nanómetros del electrodo opuesto, algo similar a la celebración de la punta de una aguja al plano de la pared. Antes de la llegada de la ALD, las técnicas de fabricación existentes litográficas habían sido incapaces de crear un espacio tan pequeño dentro de un diodo de corriente que funcione. El uso de sofisticados equipos electrónicos tales como cañones de electrones, los científicos más cercanos pudimos conseguir fue aproximadamente 10 veces la separación requerida. A través de la deposición de capa atómica, Willis ha demostrado que es capaz de precisamente capa se consigue la punta de la antena receptora con capas de átomos de cobre individuales hasta que un espacio de aproximadamente 1,5 nanómetros. El proceso es auto limitado y se detiene en 1,5 nanómetros de separación.*

*El tamaño de la brecha es fundamental, ya que crea una unión túnel ultra rápida entre dos electrodos de la antena receptora, lo que permite una transferencia máxima de energía eléctrica. La brecha nanosized da electrones energizados en la rectenna el tiempo justo para hacer un túnel al electrodo opuesto antes de que sus reveses de corriente eléctrica y tratan de volver. La punta triangular de la rectenna hace que sea difícil para los electrones a la dirección contraria, capturando así la energía y rectificar a una corriente unidireccional.*

*Sorprendentemente, los rectennas, debido a sus muy pequeñas y rápidas diodos túnel, son capaces de convertir la radiación solar en la región infrarroja a través de las longitudes de onda extremadamente rápidas y cortas de la luz visible - algo que nunca se ha logrado antes. paneles solares de silicio, en comparación, tienen un solo intervalo de banda que, hablando en términos generales, permite que el panel para convertir la radiación electromagnética de manera eficiente a sólo una pequeña porción del espectro solar. Los dispositivos rectenna no se basan en un intervalo de banda y pueden ser sintonizadas para cosechar la luz en todo el espectro solar, creando una máxima eficiencia.*

*El gobierno federal ha tomado conocimiento de la obra de Willis. Willis y un equipo de científicos de Penn State Altoona, junto con El SciTech Associates Holdings Inc., una compañía de investigación y desarrollo privada con sede en State College, Pa., Recibieron recientemente un subsidio de \$ 650.000 tres años, de la National Science Foundation para fabricar rectennas y buscar maneras de maximizar su rendimiento.*

*"Esta nueva tecnología podría llevarnos más de la joroba y hacer que la energía solar costos competitivos con los combustibles fósiles", dice Willis. "Esta es una tecnología nueva marca, un nuevo tren de todo el pensamiento."*

*El equipo de investigación de Penn State Altoona - que ha estado explorando el lado teórico de rectennas durante más de una década - es dirigido por el profesor de física Darin Zimmerman, con los profesores de física compañero Gary Weisel y Brock Weiss sirviendo como co-investigadores. La*

*colaboración también incluye profesores de física emérito de Penn State Paul Cutler y Nicholas Miskovsky, que son los principales miembros de Scitech Associates.*

*"El dispositivo de conversión de energía solar en fase de desarrollo por esta colaboración de dos universidades y un subcontratista de la industria tiene el potencial de revolucionar la tecnología de energía solar verde mediante el aumento de la eficiencia, reducir los costes y proporcionar nuevas oportunidades económicas", dice Zimmerman.*

*"Hasta el advenimiento del selectivo deposición de capas atómicas (ALD), no ha sido posible fabricar matrices rectena prácticos y reproducibles que puedan aprovechar la energía solar desde el infrarrojo a través de lo visible", dice Zimmerman. "ALD es una etapa de procesamiento de vital importancia, por lo que la creación de estos dispositivos posibles. En última instancia, la fabricación, caracterización y modelización de las matrices rectena propuestas darán lugar a una mayor comprensión de los procesos físicos que subyacen a estos dispositivos, con la promesa de aumentar en gran medida la eficiencia de la tecnología de conversión de energía solar".*

*El proceso de deposición de capas atómicas se ve favorecida por la ciencia y la industria, ya que es simple, fácilmente reproducible y escalable para la producción en masa. Willis dice que el proceso químico ya es utilizado por compañías como Intel para la microelectrónica, y es particularmente aplicable para recubrimientos precisas y homogéneas para nanoestructuras, nanohilos, nanotubos, y para su uso en la próxima generación de alto rendimiento de los semiconductores y transistores.*

*Willis dice que el método que se utiliza para fabricar rectennas también se puede aplicar a otras áreas, incluida la mejora de la energía fotovoltaica actuales (la conversión de energía lumínica en energía eléctrica), centrales termoeléctricas, sensores infrarrojos y de imagen, y sensores químicos.*

*Una donación de semillas 2011 desde el Centro de la Universidad de Connecticut for Clean Energy Engineering permitió Willis para fabricar un prototipo de antena receptora, y recopilar datos preliminares utilizando ALD que jugó un papel decisivo en la obtención de la subvención NSF, dice Willis.*

*Durante el próximo año, Willis y sus colaboradores en Pensilvania planean construir rectennas prototipo y comenzar a probar su eficacia. Willis compara el proceso para sintonizar una emisora de radio.*

*"Ya hemos hecho una primera versión del dispositivo," dice Willis. "Ahora estamos buscando maneras de modificar el rectena por lo que sintoniza frecuencias mejor. Yo lo comparo con los días en que los televisores se basó en las antenas del oído de conejo para la recepción. Todo era una falta de definición estática hasta que ha movido la antena alrededor y vio el fantasma de una imagen. A continuación, se mantuvo en movimiento a su alrededor hasta que la imagen era más clara. Eso es lo que estamos buscando, que el fantasma de una imagen. Una vez que tenemos, podemos trabajar en lo que es más robusto y repetible".*

*Willis dice que encontrar ese punto mágico donde rectena recoge la energía solar máxima y rectifica en energía eléctrica será el, momento en el champán saltan "ajá" del proyecto.*

*"Para capturar las frecuencias de luz visible, la antena receptora tiene que conseguir más pequeño que cualquier cosa que hayamos hecho antes, por lo que estamos realmente empujar los límites de lo que podemos hacer", dice Willis. "Y las uniones túnel tienen que funcionar a la velocidad de la luz visible, por lo que estamos empujando hacia abajo a estas velocidades muy altas hasta el punto en que la pregunta es" ¿Pueden estos dispositivos realmente funcionar a este nivel? Teóricamente sabemos que es posible, pero no lo sabremos con seguridad hasta que hacer y probar este dispositivo". (Colin Pitras, 2013)*

### ***"Paneles solares subacuáticos***

*Obviamente, a gran profundidad bajo el agua no llega suficiente luz solar como para que un sistema fotovoltaico pueda aprovecharla de manera viable. Pero a pocos metros de profundidad, la luz solar sí puede ser una fuente de energía aprovechable para sistemas fotovoltaicos especiales.*

*Unos científicos de la División de Ciencia y Tecnología Electrónicas del Laboratorio de Investigación Naval de Estados Unidos, en Washington D.C., han desarrollado celdas o células solares capaces de producir suficiente electricidad para energizar con ella sistemas de sensores electrónicos a profundidades de 9 metros bajo el agua.*

*Las plataformas de sensores y los sistemas autónomos subacuáticos están severamente limitados por la falta de fuentes de energía de gran resistencia. Hoy en día, estos sistemas dependen del suministro eléctrico procedente de tierra firme, o de baterías o de energía solar suministrada por una plataforma sobre el agua. Los intentos de utilizar la energía fotovoltaica bajo el agua han tenido poco éxito, debido principalmente a la pobre penetración de la luz y a la utilización de células solares optimizadas para el espectro solar disponible fuera del agua.*

*Sin embargo, tal como explica Phillip Jenkins, jefe de la sección de detectores y sensores de imagen del Laboratorio de Investigación Naval, aunque el agua absorbe la luz solar, el principal desafío técnico es desarrollar una célula solar que pueda convertir con la debida eficiencia estos fotones subacuáticos en electricidad.*

*Aunque la intensidad absoluta de la radiación solar es menor bajo el agua, el contenido espectral es estrecho y favorece una alta conversión siempre que la célula solar esté ajustada a ese rango de longitudes de onda. Los intentos anteriores para utilizar células solares bajo el agua se centraron sobre todo en células de silicio cristalino y, más recientemente, en células de silicio amorfo.*

*Las células solares de alta calidad, a base de Fósforo de indio y galio (GaInP) están bien adaptadas para operar bajo el agua. Tienen una elevada eficiencia cuántica en longitudes de onda entre 400 y 700 nanómetros aproximadamente (luz visible) y también operan bien en condiciones de baja iluminación.*

*El espectro solar bajo el agua está filtrado de tal modo por ésta que presenta sesgos hacia la parte del azul y el verde del espectro. Eso hace que las células de GaInP, por sus especiales características, funcionen mucho mejor en ese ambiente lumínico que las de silicio convencionales. Los resultados preliminares a una profundidad máxima de 9,1 metros son de un valor de salida de 7 vatios por metro cuadrado de células solares, suficientes para demostrar que hay energía solar útil que puede obtenerse a profundidades que son típicas por ejemplo de las zonas marinas próximas al litoral.”(Noticias de la Ciencia, 2012)*

### ***"Energía solar, nanotecnología y un combustible químico limpio***

*Ya hay resultados preliminares prometedores de un proyecto de investigación y desarrollo encaminado a usar la inmensa energía del Sol para producir un combustible químico limpio, mediante la nanotecnología.*

*Un equipo de científicos de las universidades de York, Manchester, East Anglia y Nottingham, todas en el Reino Unido, ha encontrado un procedimiento económicamente alentador para producir hidrógeno a partir del agua. Un uso futuro y revolucionario de esta tecnología podría ser la fabricación del combustible para los automóviles energizados por hidrógeno en vez de por combustibles fósiles.*

*El equipo de Wendy Flavell, Robin Perutz y muchos otros, busca ahora usar la misma tecnología para crear alternativas a otros combustibles y materias primas, incluyendo la conversión del metano en metanol líquido y la del dióxido de carbono en monóxido de carbono.*

*El potencial del Sol es inmenso. Una hora de luz solar en la Tierra equivale a la cantidad de energía usada en todo el mundo en un año entero. Los paneles solares son el modo más común de aprovechar parte de esta energía solar. En cambio, se ha investigado poco en la otra forma evidente de aprovechamiento, la elaboración de combustibles.*

*Los paneles solares destinados a producir electricidad a usar en el mismo edificio o para enviar a una red de suministro eléctrico sólo hacen su trabajo en presencia de luz solar, y las baterías que se recargan con electricidad sobrante de los paneles no pueden almacenar suficiente energía como para conseguir un pleno abastecimiento durante las noches y en el invierno.*

*El objetivo del equipo de Flavell es aprovechar la energía solar para elaborar un combustible utilizando una nanotecnología que imita a la fotosíntesis, el proceso que usan los vegetales para fabricar almidón valiéndose de la energía del Sol. El combustible así obtenido, se podría almacenar para usarlo cuando fuese necesario."(Noticias de la Ciencia, 2011)*

## ROL Y LABOR DE LAS ENTIDADES VINCULADAS A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

- Ministerio de Energía



*"El Ministerio de Energía es la institución de Gobierno responsable de elaborar y coordinar, de manera transparente y participativa, los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país, y así asegurar que todos los chilenas y chilenas puedan acceder a la energía de forma segura y a precios razonables.*

*Nació el 1 de febrero de 2010 como organismo autónomo luego de años de ser parte del Ministerio de Minería.*

*Como gobierno, entendemos que la mirada del Estado es fundamental para enfrentar los desafíos que tiene el sector energético, pero, como cualquier proceso transformador, con sentido de largo plazo, debe hacerse en conjunto con la sociedad y de manera transparente y participativa. El problema energético dejó de ser un problema puramente técnico y se ha transformado en un desafío de legitimidad social.*

*Tenemos todos entonces la hermosa misión de darle a Chile un sector energético con una matriz diversificada, equilibrada y sustentable que garantice los precios razonables que necesitamos para que Chile sea un país mejor y con más igualdad para todas y todos.*

*Queremos que entre todos pensemos cómo tiene que desarrollarse este sector dentro de una sociedad encaminada hacia la modernidad. Una sociedad sustentable, inclusiva y generadora de conocimientos. Este sector, como motor fundamental del desarrollo, no puede conformarse o remitirse exclusivamente a la generación de energía, a la producción y a la ingeniería dura de los fierros.*

*Tenemos que ampliar el enfoque hacia el campo del conocimiento, del desarrollo tecnológico, de la innovación, construyendo las confianzas necesarias para convivir de forma armónica con las comunidades y el medio ambiente."(Ministerio de Energía, 2016)*

- Comisión Nacional de Energía



*“La Comisión Nacional de Energía (CNE) es un organismo público y descentralizado, con patrimonio propio y plena capacidad para adquirir y ejercer derechos y obligaciones, que se relaciona con el Presidente de la República por intermedio del Ministerio de Energía. Su Ley Orgánica Institucional corresponde al DL N° 2.224, de 1978, modificado por Ley Núm. 20.402 que crea el Ministerio de Energía.*

*El objetivo de la Comisión Nacional de Energía, de acuerdo a la Ley, es:*

*“La Comisión será un organismo técnico encargado de analizar precios, tarifas y normas técnicas a las que deben ceñirse las empresas de producción, generación, transporte y distribución de energía, con el objeto de disponer de un servicio suficiente, seguro y de calidad, compatible con la operación más económica”.*

*Mientras que sus funciones son:*

1. *Analizar técnicamente la estructura y nivel de los precios y tarifas de bienes y servicios energéticos, en los casos y forma que establece la ley.*
2. *Fijar las normas técnicas y de calidad indispensables para el funcionamiento y la operación de las instalaciones energéticas, en los casos que señala la ley.*
3. *Monitorear y proyectar el funcionamiento actual y esperado del sector energético, y proponer al Ministerio de Energía las normas legales y reglamentarias que se requieran, en las materias de su competencia.*
4. *Asesorar al Gobierno, por intermedio del Ministerio de Energía, en todas aquellas materias vinculadas al sector energético para su mejor desarrollo.*

*La administración de la Comisión corresponde al Secretario Ejecutivo, quien es el Jefe Superior del Servicio y tiene su representación legal, judicial y extrajudicial.*

#### **Nuestra Misión**

*“Somos el Servicio Público que regula el sector energético de Chile, para asegurar de manera permanente un desarrollo energético confiable, sustentable y con precios justos, buscando el bien común de la sociedad”.*

#### **Nuestra Visión**

*Al año 2020, seremos un Regulador de reconocida excelencia para el mercado energético chileno.”(Centro Nacional de Energía, 2016)*

- Superintendencia de Electricidad y Combustible



*“La Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC, nace el 14 de Diciembre del año 1904 bajo el mandato del Presidente Germán Riesco, con el nombre de Inspección Técnica de Empresas y Servicios Eléctricos.*

*Desde aquel entonces, y con el correr de los años, la SEC ha ido evolucionando en sus funciones hasta convertirse en la principal agencia pública responsable de supervisar el mercado de la energía.*

*81 años después de su nacimiento, el 22 de Mayo de 1985, es publicada en el Diario Oficial La Ley Nº 18.410 que crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Institución que se relaciona con el Gobierno por intermedio del Ministerio de la Energía.*

*La responsabilidad de la SEC se ejerce sobre uno de los mercados más dinámicos y de mayor crecimiento en Chile: el mercado de la energía.*

#### **Misión SEC**

*Vigilamos que las personas cuenten con productos y servicios seguros y de calidad, en los sistemas de electricidad y combustibles.” (Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2016)*

- CORFO



*“CORFO (Corporación de Fomento de la Producción)*

#### **Misión**

*Mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país, a través del fomento a la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo, además, el capital humano y las capacidades tecnológicas para alcanzar el desarrollo sostenible y territorialmente equilibrado.*

#### **Visión**

*Ser una agencia de clase mundial que logra los propósitos establecidos en su misión articulando en forma colaborativa ecosistemas productivos y sectores con alto potencial para proyectar a Chile hacia la nueva economía del conocimiento, en el siglo XXI.” (Corporación de Fomento de la Producción, 2016)*

- Colaboradores Extranjeros



Programa de  
Energías Renovables  
y Eficiencia Energética  
en Chile



Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



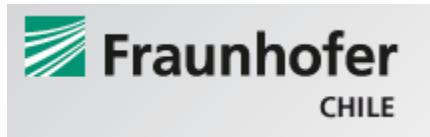
Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,  
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania



*“Chile dispone de un enorme potencial de recursos energéticos renovables como: energía eólica, solar, biomasa/biogás, pequeña hidráulica y geotermia. A nivel global, los costos de las tecnologías que utilizan estos recursos energéticos han experimentado una disminución significativa en los últimos años. En este escenario, Chile posee las condiciones necesarias para diversificar su matriz energética y así contribuir al desarrollo sustentable del sector sin afectar su competitividad internacional. El uso de las fuentes de energías renovables no-convencionales (ERNC), además favorece a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Con investigación y desarrollo, asesoría para mejoramientos del marco regulatorio, actividades destinadas a propiciar negocios y financiamiento de proyectos, la Cooperación Alemana sigue apoyando el gobierno de Chile con el Programa 4e a mejorar la sustentabilidad del sector energético en Chile.”(Programa de Energía Renovable y Eficiencia Energética en Chile, 2016)*

- Centros de Investigación



*“La Fundación Fraunhofer Chile Research fue establecida para promover la cooperación Chileno-Alemana en Investigación Aplicada, a través de:*

- 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*

*Fraunhofer Chile Research - Centro de Tecnologías para Energía Solar trabajará en generar innovaciones para lograr la implementación a gran escala de la energía solar en los principales sectores industriales y comerciales / residenciales en Chile.*

*Nuestros objetivos Específicos serán los siguientes:*

- 1. Investigar y abordar los retos específicos científicos, tecnológicos, económicos y de mercado para la energía solar en Chile.*
- 2. Educación y capacitación de técnicos, profesionales, investigadores, gestores y tomadores de decisiones en el diseño, construcción, operación, mantenimiento, planificación, financiación, fomento de sistemas de conversión de energía solar Desarrollo de sistemas tecnológicos adaptados a las condiciones particulares en Chile "desde el laboratorio al mercado".*
- 3. Apoyo a las políticas estatales con métodos científicos para aumentar la implantación de la energía solar en Chile.*
- 4. Cerrar la brecha entre la investigación académica, la iniciativa empresarial industrial CSET ayudará a transformar a Chile en una economía solar.”(Fraunhofer Chile, 2016)*



*“El programa FONDAP de la comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica fomenta en Chile el desarrollo de Centros de Investigación científica de excelencia y alto impacto enmarcados en áreas prioritarias “que respondan a un problema de gran relevancia para el país” y a la formación o consolidación de equipos de investigación”. Este programa congregó en 2011 a proyectos en seis áreas prioritarias, entre ellas, energía solar.*

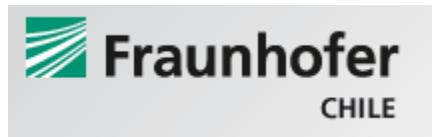
*La convocatoria invitaba, en esta área, a “construir una base sólida de conocimiento en torno a la energía solar que potencie las condiciones excepcionales de la zona norte de nuestro país en este tema, a través de la investigación en los desafíos científicos, técnicos y económicos, y las oportunidades que ofrece la tecnología solar para la matriz energética nacional. Se privilegiarán acciones que permitan el establecimiento de la zona norte como un nodo científico en la investigación mundial sobre energía solar”.*

*Sobre la base de esa convocatoria, la Universidad de Chile (UCH) se unió a la Universidad de Tarapacá (UTA), la Universidad de Antofagasta (UA), la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), la Universidad Adolfo Ibáñez (UAI), la Universidad de Concepción (UDEC) y la Fundación Chile (FCh) para proponer la creación del Chilean Solar Energy Research Center (SERC Chile), cuyo objetivo es erigirse en un líder mundial en investigación científica sobre Energía Solar, con especial énfasis en desarrollar el potencial del desierto de Atacama en Chile.*

***El concurso fue resuelto por Conicyt con la asistencia de un jurado internacional y desde diciembre de 2012 comenzó a existir SERC Chile.***

*El proyecto se sustenta en que el Norte Grande chileno posee un gran potencial para la producción de electricidad, calor y luz en base a energía solar y para la aplicación de soluciones tanto fotovoltaicas como térmicas, dados por ejemplo, sus altos niveles de irradiación y los índices excepcionales de claridad. Estas condiciones lo convierten, además, en una zona excepcional para el estudio, desarrollo y ensayo de nuevas tecnologías solares. El diagnóstico de la propuesta es que, simultáneamente, existe un número de importante de factores o barreras que restringen el máximo desarrollo de este gran potencial.” (Solar Energy Research Center Chile, 2016)*

## CENTROS DE INVESTIGACIÓN



*"La Fundación Fraunhofer Chile Research fue establecida para promover la cooperación Chileno-Alemana en Investigación Aplicada, a través de:*

- 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*

*Fraunhofer Chile Research - Centro de Tecnologías para Energía Solar trabajará en generar innovaciones para lograr la implementación a gran escala de la energía solar en los principales sectores industriales y comerciales / residenciales en Chile.*

*Nuestros objetivos Específicos serán los siguientes:*

1. *Investigar y abordar los retos específicos científicos, tecnológicos, económicos y de mercado para la energía solar en Chile.*
2. *Educación y capacitación de técnicos, profesionales, investigadores, gestores y tomadores de decisiones en el diseño, construcción, operación, mantenimiento, planificación, financiación, fomento de sistemas de conversión de energía solar Desarrollo de sistemas tecnológicos adaptados a las condiciones particulares en Chile "desde el laboratorio al mercado".*
3. *Apoyo a las políticas estatales con métodos científicos para aumentar la implantación de la energía solar en Chile.*
4. *Cerrar la brecha entre la investigación académica, la iniciativa empresarial industrial CSET ayudará a transformar a Chile en una economía solar.*

*Líneas de investigación como respuestas concretas a los retos y las barreras de transformar a Chile en una economía solar con un mínimo impacto ambiental.*

*Resultados esperados:*

- *Tecnología Modificado y adaptado para una operación confiable en Chile*
- *Los prototipos y demostradores*
- *Mejora el rendimiento de fiabilidad y vida útil*
- *Rendimiento del sistema optimizado y eficiencia energética*
- *El desarrollo de productos en cooperación con la industria y el sector servicios*
- *La reducción de costes y de la producción económica*

## Publicaciones

Fraunhofer Chile Research Foundation

Effect of soiling and sunlight exposure on the performance ratio of photovoltaic technologies in Santiago, Chile (Energy Conversion and Management, February 2016). (Archivo PDF, 1 MB.)

(Fraunhofer Chile, 2016)



*“El programa FONDAP de la comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica fomenta en Chile el desarrollo de Centros de Investigación científica de excelencia y alto impacto enmarcados en áreas prioritarias “que respondan a un problema de gran relevancia para el país” y a la formación o consolidación de equipos de investigación”. Este programa congregó en 2011 a proyectos en seis áreas prioritarias, entre ellas, energía solar.*

*La convocatoria invitaba, en esta área, a “construir una base sólida de conocimiento en torno a la energía solar que potencie las condiciones excepcionales de la zona norte de nuestro país en este tema, a través de la investigación en los desafíos científicos, técnicos y económicos, y las oportunidades que ofrece la tecnología solar para la matriz energética nacional. Se privilegiarán acciones que permitan el establecimiento de la zona norte como un nodo científico en la investigación mundial sobre energía solar”.*

*Sobre la base de esa convocatoria, la Universidad de Chile (UCH) se unió a la Universidad de Tarapacá (UTA), la Universidad de Antofagasta (UA), la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), la Universidad Adolfo Ibáñez (UAI), la Universidad de Concepción (UDEC) y la Fundación Chile (FCh) para proponer la creación del Chilean Solar Energy Research Center (SERC Chile), cuyo objetivo es erigirse en un líder mundial en investigación científica sobre Energía Solar, con especial énfasis en desarrollar el potencial del desierto de Atacama en Chile.*

***El concurso fue resuelto por Conicyt con la asistencia de un jurado internacional y desde diciembre de 2012 comenzó a existir SERC Chile.***

*El proyecto se sustenta en que el Norte Grande chileno posee un gran potencial para la producción de electricidad, calor y luz en base a energía solar y para la aplicación de soluciones tanto fotovoltaicas como térmicas, dados por ejemplo, sus altos niveles de irradiación y los índices excepcionales de claridad. Estas condiciones lo convierten, además, en una zona excepcional para el estudio, desarrollo y ensayo de nuevas tecnologías solares. El diagnóstico de la propuesta es que, simultáneamente, existe un número de importante de factores o barreras que restringen el máximo desarrollo de este gran potencial.*

## **Energía Solar en la Industria/Minera**

*Considera en forma unificada los requerimientos térmicos y eléctricos, además de las tecnologías de operación y control de plantas solares. A través de un enfoque unificado busca contribuir con nuevos conocimientos y desarrollo tecnológico para aumentar la penetración de la energía solar en las industrias, lo que compensará la dependencia de combustibles fósiles y reducirá la huella de carbono.*

| Título / Title  | Medio / Journal  | Autores / Authors  |    |
|---|--|--|----|
| Selective chemical etching for studing the front side contact in thick film screen printed crystalline p-type silicon solar cells | Journal of the Ch. Chemical Society. 2015  | P. Ferrada, C. Portillo, E. Cabrera, R. Kopecek, M. Poncebustos, M. J. Kogan, V. Del Campo, E. Fuentealba. | 59 |
| Photovoltaic performance and LCoE comparison at the coastal zone of the Atacama Desert, Chile                                     | Energy Conversion and Management 95, pps. 181186, 2015                                   | Edward Fuentealba, Pablo Ferrada, Francisco Araya, Aitor Marzo, Cristóbal Parrado, Carlos Portillo         | 58 |
| Performance analysis of photovoltaic systems of two different technologies in a coastal desert climate zone of Chile              | Solar Energy 114, pps. 356363, 2015  | Pablo Ferrada, Francisco Araya, Aitor Marzo, Edward Fuentealba   | 57 |
| Grid-wide subdaily hydrologic alteration under massive wind power penetration in Chile  | Journal of Environmental Management, Vol. 154, pps. 183-189, 2015                        | J. Haas, M.A. Olivares, R. Palma-Behnke  | 56 |
| Stability Analysis of AC Microgrids Using Incremental Phasor Impedance Matching   | Electric Power Components and Systems, Vol 43, Issue: 4, pps. 473-484, February 25, 2015 | Mendoza-Araya P.A., Venkataramanan G.  | 55 |

|  |  |   |    |
|--|--|---|----|
| Heat and Dust: The Solar Energy Challenge in Chile   | Power and Energy Magazine, IEEE. Vol 13 N <sup>a</sup> 2, pps. 71-77. March-April 2015 | Guillermo Jiménez Estévez, Rodrigo Palma Behnke, Roberto Román Latorre, Luis Morán. | 54 |
| Higher ground source heat pump COP in a residential building through the use of solar thermal collectors | Renewable Energy. 2015. 80, pp 26-39.  | Aymeric Girard, Eulalia Jadraque Gago, Tariq Muneer and Gustavo Cáceres.            | 53 |
| A MILP model for optimising multi-service portfolios of distributed energy storage                       | Applied Energy. Vol. 137, pp 554-566. January 2015.                                    | R, Moreno, R. Moreira, G. Strbac.   | 52 |
| Residential Solar PV Planning in Santiago, Chile: Incorporating the PM10 Parameter                       | Sustainability. doi:10.3390/su7010422. Pps.422-440. December 2014.                     | S. Nasirov, H. Zhang, G. Araya-Letelier, G. Cáceres.                                | 51 |
| Indirect matrix converter modulation strategies for open-end winding induction machine                   | IEEE Latin America Transactions. Vol 12, pps. 395-401. May 2014.                       | J. Riedemann, R. Peña, R. Cárdenas, R. Blasco, J. Clare.                            | 50 |
| A Simple Current Control Strategy for a Four-Leg Indirect Matrix Converter                               | IEEE Transactions on Power Electronics. Vol 30, pps. 2275-2287. April 2015.            | C. García, M. Rivera, M. Lopez, J. Rodriguez, R. Peña, P. Wheeler, J. Espinoza.     | 49 |

|   |  |   |    |
|---|--|---|----|
| Improved Active Power Filter Performance for Renewable Power Generation Systems   | On Power Electronics. Vol 29 N°2, pps. 687-694. February 2014.                       | P. Acuña, L. Morán, M. Rivera, J. Dixon, J. Rodríguez.  | 48 |
| Self-Tuning Virtual Synchronous Machine: A Control Strategy for Energy Storage Systems to Support Dynamic Frequency Control | IEEE Transactions on Energy Conversion. Vol 29, pps. 833-840. December 2014.         | M. Torres, L. Lopes, L. Morán, J. Espinoza.   | 47 |
| A comparison of distributed MPC schemes on a hydro-power plant benchmark  | Optimal Control Applications and Methods. DOI: 10.1002/oca.2154. November 2014.      | J. M. Maestre, M. A. Ridao, A. Kozma, C. Savorgnan, M. Diehl, M. D. Doan, A. Sadowska, T. Keviczky, B. De Schutter, H. Scheu, W. Marquardt, F. Valencia, J. Espinosa. | 46 |
| Introduction to the Special Section on Modulation Techniques for DC-to-AC Power Converters                                  | IEEE Transactions on Industrial Electronics. Vol 60 N° 5, pps., 1859-1860. May 2014. | J. León, L. Franquelo, B. Wu, S. Kouro.   | 45 |
| Editorial special Issue on Modular Multilevel Converters.   | IEEE Transactions on Power Electronics. Vol 30 N°1, pp. 41642. January 2015.         | M. Pérez, S. Bernet, J. Rodríguez, S. Kouro.  | 44 |

|  |   |   |    |
|--|---|---|----|
| Predictive Control for Low-Voltage Ride-Through Enhancement of Three-Level-Boost and NPC-Converter-Based PMSG Wind Turbine | IEEE Transactions on Industrial Electronics. Vol 61 N° 12, pps. 6832-6843. December 2014. | V. Yaramasu, B. Wu, S. Alepuz and S. Kouro.                         | 43 |
| Fast Frequency Response Capability of Photovoltaic Power Plants: The Necessity of New Grid Requirements and Definitions    | Energies. Vol 7 N° 10, pps. 6306-6322. September 2014.                                    | C. Rahmann, A. Castillo.  | 42 |
| Latent Heat Storage With Tubular-Encapsulated Phase Change Materials (PCMs)  | Applied Energy. Vol 76, pps., 66-72. November 2014.                                       | H.L. Zhang, J. Baeyens, J. Degrève, G. Cáceres, R. Segal, F. Pitié. | 41 |
| Fuzzy Predictive Control Strategy for a Distributed Solar Collector Plant  | IEEE Latin America Transactions. Vol 12, pps., 626-633. June 2014.                        | C. Ponce, D. Sáez Hueichapan, A. Núñez.                             | 40 |
| Preparation and characterization of V2O5/ZnO nanocomposite system for photocatalytic application                           | J. Molecular liquids. Vol 198, pps., 409-412. October 2014.                               | R. Saravanan, V.K. Gupta, Edgar Mosquera, F. Gracia.                | 39 |

|  |  |  |    |
|--|--|--|----|
| Lithium in thermal energy storage: A state-of-the-art review   | Renewable & Sustainable Energy Reviews. Vol 42, pps., 1106-1112. January 2015.               | L. Cabeza, A. Gutiérrez, C. Barreneche, S. Ushak, A. Fernández, A. Inés Fernández, M. Grágeda. | 38 |
| Corrosion ability of a novel Heat Transfer Fluid for energy storage in CSP plants  | Oxidation of Metals. Vol 82, pps. 331-345. November 2014.                                    | A. Fernández, H. Galleguillos, F. Pérez.   | 37 |
| A validated design simulation tool for passive solar space heating: Results from a monitored house in West Lothian, Scotland | Indoor and Built Environment. Vol 23, pps. 353-372. November 2014.                           | A. Girard, T. Muneer, G. Cáceres.  | 36 |
| A Novel Hybrid Finite Control Set Model Predictive Control Scheme with Reduced Switching                                     | IEEE Tran. on Industrial Electronics. Vol 61, N° 11, pps.5912-5920. June 2014                | R. Ramírez, J. Espinoza, F. Villarroel, E. Maurelia, M. Reyes.                                 | 35 |
| Photonic efficiency of the photodegradation of paracetamol in water by the photo-Fenton process                              | Enviromental Science and Pollution Research. Vol 21. DOI 10.1007/s11356-014-2990-9. May 2014 | E. Yamal-Turbay, E. Ortega, L. O. Conte, M. Graells, H. D. Mansilla, O. M. Alfano, M. Pérez.   | 34 |

|   |  |  |    |
|---|--|--|----|
| Solvothermal synthesis of BiOI microspheres: Effect of the reaction time on the morphology and photocatalytic activity                    | Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. Vol 289, pps. 7-13. September 2014. | A. Mera, Y. Moreno, J. Pivan, O. Peña, H. Mansilla.  | 28 |
| Comparative analysis of five case studies: commonalities and differences in approaches to mitigation actions in five developing countries | Climate and Development. Vol 61 N° 6, pps. 59-70. May 2014.                                  | J. Garibaldi, H. Winkler, E. Lebre la Rovere, A. Cadena, R. Palma, J. Sanhueza, E. Tyler, M. Torres.   | 27 |
| Trends in Microgrid Control   | IEEE Transactions on Smartgrids. Vol 5, pps. 1905-1919. July 2014.                           | D. Olivares, A. Mehrizi, A. Etemadi, C. Cañizares, R. Iravani, M. Kazerani, A. Hajimiragha, O. Gomis, M. Saeedifard, R. Palma, G. Jiménez, N. Hatziargyriou. | 26 |
| A Simulation Framework for Optimal Energy Storage Sizing  | Energies. Vol 73, pps. 3033-3055. May 2014.  | S. Martínez, P. Bonvallet, R. Palma.   | 25 |
| It Takes a Village: Social SCADA and Approaches to Community Engagement in Isolated Microgrids  | IEEE Power and Energy Magazine. Vol 12, pps. 60-69. October 2014.                            | G. Jiménez-Estévez, R. Palma, D. Ortiz-Villalba, O. Núñez, C. Silva.   | 24 |

|  |  |   |    |
|--|--|---|----|
| Multi-objective optimal design of lithium-ion battery packs based on evolutionary algorithms                                     | Jornal of Power Sources. Vol 267, pps. 288-299. October 2014.                    | B. Severino, F. Gana, R. Palma, P. Estévez, W. Calderón, M. Orchard, M. Cortés, J. Reyes.     | 23 |
| Restless Waters: Fossil Fuel Emissions Conditioning a Reduction in Hydroelectric Resources in Chile                              | IEEE Power and Energy Magazine. Vol 12, pps. 50-60. October 2014.                | H. Rudnick, R. Palma, A. Rudnick, C. Benavides.   | 22 |
| Electricity Transmission Arrangements in Great Britain: Time for Change?   | Energy Policy. Vol 73, pps. 298-311. October 2014.                               | G. Strbac, M. Pollitt, C.V. Konstantinidis, I. Konstantelos, R. Moreno, D. Newbery, R. Green. | 21 |
| Smart Microgrids as a Solution for Rural Electrification: Ensuring Long-Term Sustainability Through Cadastre and Business Models | IEEE Transactions on Sustainable Energy. Vol 5 N°4, pps. 1310-1318. October 2014 | K. Ubilla, G. Jiménez, R. Hernández, L. Reyes, C. Hernández, B. Severino, R. Palma.           | 20 |
| Thermo-mechanical analysis of copper-encapsulated NaNO <sub>3</sub> -KNO <sub>3</sub>  | Chemical Engineering Research and Design. DOI: 10.1016/j.cherd.2014.07.007       | G. Cáceres, C. Parrado, V. Bubnovich, F. Bize, J. Degrève, H. L. Zhang.                       | 19 |
| Fenton Reaction Driven by Iron Ligands   | Journal of the Chilean Chemical Society. Vol 58, pps. 2096-2101. December 2013   | P. Salgado, V. Melin, D. Contreras, Y. Moreno, H. Mansilla.                                   | 18 |

|  |   |   |    |
|--|---|---|----|
| Tax Credits Response to Tax Enforcement: Evidence from a Quasi-Experiment in Chile                                     | Social Science Research Network. Vol 35 N°1, pps. 41.65. March 2014                     | C. Agostini, C. Martínez.   | 17 |
| Oxidative Degradation of Sulfathiazole by Fenton and photo-Fenton Reactions  | Journal of Environmental Science and Health Part A. Vol 49, pps. 661-670. February 2014 | M. Velásquez, P. Santander, D. Contreras, J. Yáñez, C. Zaror, R. Salazar, M. Pérez-Moya, H.D. Mansilla. | 16 |
| Development of molten salt storage material with LiNO <sub>3</sub> and Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> in CSP plants | Applied Energy. Vol 119, pps. 131-140. April 2014                                       | A.G. Fernández, I. Lasata, S. Ushak, H. Galleguillos, F.J. Pérez.                                       | 15 |
| A new method for Hybrid-Fuzzy Identification   | Applied Soft Computing. Vol 17, pps. 67-78. April 2014                                  | A. Núñez, B. De Schutter, D. Sáez, I. Skjernac.   | 14 |
| A New Modulation Method for a 13-Level Asymmetric Inverter towards Minimum THD   | IEEE Transactions on Industry Applications. Vol 50 N°3, pps. 1924-1933. June 2014       | E. Espinosa, J. Espinoza, P. Melín, R. Ramírez, F. Villarroel, J. Muñoz, L. Morán.                      | 13 |
| Improving Power Quality in Cascade Multilevel Converters Based on Single-Phase Non-Regenerative Power Cells            | IEEE Transactions on Industrial Electronics. Vol 61 N°9, pps. 4498-4509. September 2014 | C. Baier, J. Espinoza, M. Rivera, J. Muñoz, B. Wu, P. Melin, V. Yaramasu.                               | 12 |

|  |  |   |    |
|--|--|---|----|
| Predictive Control of an Induction Machine fed by a Matrix Converter with Increased Efficiency and Reduced Common-Mode Voltage | IEEE Transactions on Energy Conversion. Vol 29 N°2, pps. 473-485. June 2014                    | R. Vargas, J. Rodriguez, C. A. Rojas, M. Rivera.                        | 11 |
| Phenylmercury degradation by heterogeneous photocatalysis assisted by UV-A light   | Journal of Environmental Science and Health Part A. Vol 48, pps. 1642-1648. August 2013        | C. Miranda, J. Yáñez, D. Contreras, H. Mansilla.                        | 10 |
| Performance of molten salt Solar Power Towers in Chile   | Journal of Renewable and Sustainable Energy. Vol 5 N°5, pps. 053142-1/053142-2. September 2013 | G. Cáceres, N. Anrique, A. Girard, J. Degrève, J. Baeyens, H. L. Zhang. | 9  |
| Oligopolistic Generation Expansion: A Multi-leader Multi-follower approach   | IEEE Latin America Transactions. Vol 11 N°4, pps. 1029-1035. June 2013                         | R. Torres, R. Palma.  | 8  |
| Impacts of Energy Storage on Short Term Operation Planning under Centralized Spot Markets                                      | IEEE Transactions on Smart grids. Vol 5 N°2, pps. 1110-1118. March 2014                        | C. Suazo, E. Pereira, R. Palma, P. Zhang.                               | 7  |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Curricular Renovation and Electricity Markets. Power Exchange Simulator   | IEEE Latin America Transactions. Vol 11 N°2, pps. 820-827. March 2013              | J. G. Cedeño, R. Palma, R. Uribe.   | 6 |
| A Simple Predictive Method to Estimate Flicker  | IEEE Transactions on Industry Applications. Vol 50 N°3, pps. 2150-2155. June 2014  | C. Albistur, P. Aravena, L. Morán, J. Espinoza.                                       | 5 |
| Decoupled and Modular Harmonic Compensation for Multilevel STATCOMs   | IEEE Transactions on Industrial Electronics. Vol 61 N°6, pps. 2743-2753. June 2014 | J. Muñoz, J. Espinoza, C. Baier, L. Morán, J. Guzmán, R. Cárdenas.                    | 4 |
| A repetitive control system for four-leg matrix converters feeding non-linear loads                               | Electric Power Systems Research. Vol 104, pps. 18-27. November 2013                | R. Cárdenas, R. Peña, P. Wheeler, J. Clare, P. Zanchetta.                             | 3 |
| Multilevel Direct Power Control A Generalized Approach for Grid-Tied Multilevel Converter Applications            | IEEE Transactions on Power Electronics. Vol 29 N°10, pps. 5592-5604. October 2014  | S. Rivera, S. Kouro, B. W. Fellow, S. Alepuz, M. Malinowski, P. Cortes, J. Rodríguez. | 2 |
| Control of a wind generation system based on a Brushless Doubly-Fed Induction Generator fed by a matrix converter | Electric Power Systems Research. Vol 103, pps. 49-60. October 2013                 | R. Cárdenas, R. Peña, P. Wheeler, J. Clare, A. Muñoz, A. Sureda.                      | 1 |

|  |  |  |    |
|--|--|--|----|
| Thermophysical characterization of a by-product from the non-metallic industry as inorganic PCM              | Solar Energy Materials and Solar Cells. Vol 132, pps. 385-391. January 2015. | S. Ushak, A. Gutiérrez, H. Galleguillos, A. Fernández, L. Cabeza, M. Grágeda.    | 33 |
| Thermal characterisation of an innovative quaternary molten nitrate mixture for energy storage in CSP plants | Solar Energy Materials and Solar Cells. Vol 132 pps. 172-177. January 2015.  | A. Fernández, S. Ushak, H. Galleguillos, F. Pérez.                               | 32 |
| Thermal influence in corrosion properties of Chilean solar nitrates  | ElSevier Solar Energy. Noviembre 2014.                                       | A. Fernández, H. Galleguillos, F. Pérez.   | 31 |
| Predictive Controller for a Three-Phase/Single-Phase Voltage Source Converter Cell                           | IEEE Transactions Industrial Informatics. Vol 10, pps. 1878-1889. June 2014. | R. Ramírez, J. Espinoza, P. Melín, M. Reyes, E. Espinosa, C. Silva, E. Maurelia. | 30 |
| Circuit Topologies, Modeling, Control Schemes, and Applications of Modular Multilevel Converters             | IEEE Transactions on Power Electronics. Vol 39 N°1, pps. 4-17. January 2015. | M. Pérez, S. Bernet, J. Rodríguez, S. Kouro, R. Lizana.                          | 29 |

(Solar Energy Research Center Chile, 2016)

## CAPACIDADES TÉCNICO PROFESIONALES Y/O DE RRHH

### *"Jerarquización y Reclasificación de las Barreras Identificadas para las ERNC."*

Con el objetivo de canalizar los recursos de forma eficiente y con una mirada estratégica en la solución de las barreras identificadas, es que, cada una de las entrevistas es sometida a una matriz de comparación pareada, que consolida la importancia que cada uno de los entrevistados da sobre las ocho tipologías de barreras descritas en el capítulo anterior, cuyos resultados permiten la determinación de un nivel de preponderancia integral de las barreras que actualmente afectan a las ERNC. Cabe destacar, que si bien cada matriz de preponderancia es realizada de forma individual y responde a la realidad en la cual se enmarca el entrevistado, ya sea por su condición de desarrollador o de experto y del tipo de tecnología a la cual represente, esta evaluación de carácter individual está confeccionada con el propósito de ser parte de una evaluación integral y no debe ser considerada como una herramienta de análisis independiente, ya que gracias al heterogéneo perfil de los entrevistados se obtiene una perspectiva pluridisciplinaria y holística de las barreras que afectan a las ERNC. Los resultados de dichas evaluaciones son presentados en la Tabla 5.1, en la cual se presentan los resultados obtenidos para cada una de las entrevistas realizadas.

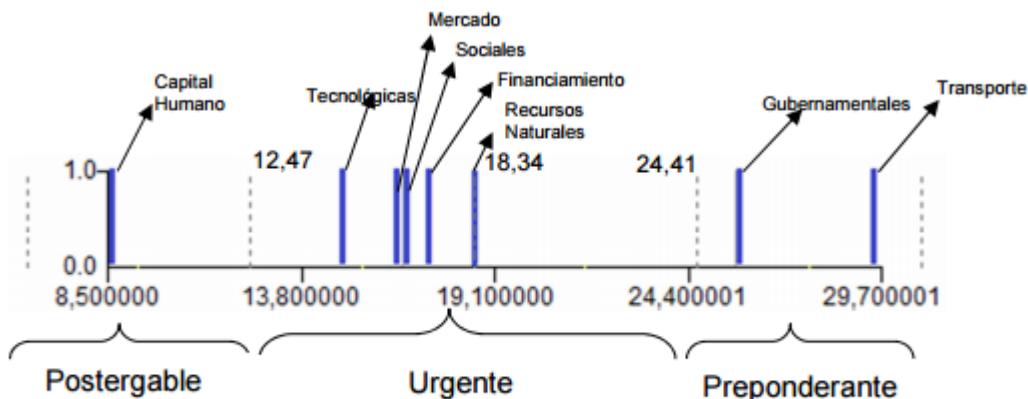
Tabla 5.1. Matriz de Evaluación Multicriterio; Niveles de Preponderancia

|                  |                    | Tipo de Experto |            |            |           |        |      |         |          |        |        |            |                |
|------------------|--------------------|-----------------|------------|------------|-----------|--------|------|---------|----------|--------|--------|------------|----------------|
|                  |                    | Solar FV 1      | Solar FV 2 | Solar FV 3 | Solar CSP | Eólico | GT   | Biomasa | Oceánica | M.A. 1 | M.A. 2 | ERNC Gral. | Nivel de Prep. |
| Tipo de Barreras | Gubernamentales    | 20,6            | 18         | 22,1       | X         | X      | 34,7 | X       | 49,1     | 42,6   | 8,2    | 5,4        | <b>25,08</b>   |
|                  | Tecnológicas       | X               | X          | X          | 19,6      | 15,3   | X    | 7       | 17,9     | X      | X      | X          | <b>15</b>      |
|                  | Mercado            | X               | 21,6       | 3,9        | 10,1      | 19,5   | X    | 16,3    | X        | 7,2    | 7,4    | 46,8       | <b>16,63</b>   |
|                  | Recursos naturales | 12,2            | 10,3       | 54,7       | 45,4      | 15,8   | 3,8  | X       | 3,8      | 5,5    | X      | 15,2       | <b>18,54</b>   |
|                  | Financiamiento     | 6,6             | 5,5        | 4,2        | 11,7      | 3,4    | 52,3 | 51,4    | 8,8      | 12,7   | X      | 8,1        | <b>16,55</b>   |
|                  | Capital Humano     | 5,1             | X          | X          | 13,1      | 5,1    | X    | X       | 15       | 3,7    | X      | X          | <b>8,5</b>     |
|                  | Sociales           | X               | X          | X          | X         | X      | 9    | X       | X        | 2,2    | 55,5   | 2,5        | <b>17,4</b>    |
|                  | Transporte         | 55,3            | 44,4       | 14,8       | X         | 40,7   | X    | 25,14   | 5,2      | 25,7   | 28,6   | 21,7       | <b>29,07</b>   |

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los resultados obtenidos de las matrices de comparación pareada se procede a la reclasificación de los mismos en 3 niveles importancia, los cuales son definidos como; postergables, urgentes y preponderantes. Estas categorías son definidas gracias a un análisis de dispersión de los resultados histograma que permite identificar a partir de la gráfica de la desviación estándar, aquellos valores que se encuentra que se alejan mayormente de la media, y responden en efecto, a las barreras que tengan una importancia relativamente dispar a la globalidad tanto para niveles altos como bajos. Los resultados de dicha reclasificación son presentados en la Ilustración 5.1, de la cual es posible interpretar que en general, las barreras que actualmente afectan al desarrollo de las energías renovables en Chile son entendidas con una importancia relativamente homogénea,

dada la distribución normal de sus niveles de preponderancia, lo que da pautas para proponer soluciones de carácter integral que sean capaces de intervenir en diversas barreras y no desde un único enfoque.



**Ilustración 5.1. Histograma de Dispersion**

Como resultado de la reclasificación se define la Tabla 5.2 resume la categorización adoptada por cada una de las tipologías de barreras, la cual deja en evidencia que el transporte de energía eléctrica en sistema de conexión actual, no se encuentra diseñado acorde a la distribución de los recursos energéticos en Chile.

**Tabla 5.2. Matriz de Jerarquización**

| Tipo Barrera       | Categoría     |
|--------------------|---------------|
| Transporte         | Preponderante |
| Gubernamentales    | Preponderante |
| Recursos naturales | Urgente       |
| Sociales           | Urgente       |
| Mercado            | Urgente       |
| Financiamiento     | Urgente       |
| Tecnológicas       | Urgente       |
| Capital Humano     | Postergable   |

Estrategias, propuestas y soluciones para la superación de las barreras que afectan a las ERNC. A partir de un análisis híbrido entre las experiencias de expertos recopiladas en la presente investigación y las fuentes bibliográficas consultadas, es que el siguiente apartado busca cimentar cual(es) serían las posibles soluciones que permitan a las ERNC sortear las diferentes barreras presentadas anteriormente, dando especial énfasis en aquellas tipologías de barreras que son consideradas como Preponderantes según su nivel de priorización.

Barreras de Capital Humano Para el caso de las barreras asociadas a la disponibilidad, costos y calidad del capital humano, es que se propone que el Estado, mediante diversos programas y políticas de fomento educacional promueva el desarrollo de capital humano avanzado, anticipando el crecimiento de la demanda por especialistas tanto técnicos como profesionales, formulando

*fondos que apoyen al estudio de dichas materias e incentiven a los actuales centros de formación técnica y universidades a dar énfasis en materia de ERNC. Por otra parte se propone la confección de una norma técnica de construcción que asocie los patrones tectónicos y físicos propios del territorio nacional, con lo que se mitigaría en gran medida los costos asociados a la adaptación de equipamiento y a los pagos a expertos extranjeros que alzan considerablemente los costos de los proyectos. Finalmente, aunque no constituye la superación de ninguna barrera relacionada con la entrada de las ERNC, se considera importante complementar la transferencia tecnológica que hoy en día se está produciendo en esta materia, con normas de seguridad idóneas que minimicen accidentes a la hora de implementar y operar los equipos requeridos. En particular se deben mencionar los resguardos que se deben tener en caso de accidentes en los que lo primero que dicta el procedimiento es cortar la corriente pero al tener un sistema eléctrico solar, éste sigue con carga y al tocar algún equipo se producen descargas. Por lo mismo, una norma al respecto podría dar directrices de cómo actuar en estos casos tanto al cuerpo de bomberos como a los operadores del sistema.” (Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile, 2014)*

### ***"Proyectan mayor demanda de profesionales para las ERNC"***

*Según Randstad, el requerimiento de capital humano se incrementará en un 15% en 2016.*

**(Diario Financiero)** Si bien, la última Encuesta de Ocupación y Desocupación en el Gran Santiago, elaborada por el **Centro de Microdatos** de la Universidad de Chile, arrojó una tasa de desempleo de 9,4%, respecto de marzo de 2015, hay sectores que siguen registrando un déficit de trabajadores, con posibilidades de incorporar capital humano en todos los niveles jerárquicos.

*Este es el caso de las industrias de energías renovables y de tecnologías, sectores que pese a la caída en el mercado laboral siguen demandando trabajadores.*

*La explicación, según Anastasia Samokhvalova, consultora del área de Ingeniería & Construcción de Randstad, se fundamenta en que estos sectores, a diferencia del retail o la agricultura, no tienen estacionalidad, es decir, trabajos temporales que aumentan en los meses de diciembre, enero y febrero, manteniendo la tendencia en la demanda que puede ser negativa o positiva.*

*Actualmente, el 80% de los proyectos de generación eléctrica en etapa de construcción que se está realizando en Chile -entre la zona norte y centro- corresponde a Energías Renovables no Convencionales (ERNC). Por ello, la consultora Randstad proyecta un aumento del 15% en la demanda de profesionales para el sector en 2016.*

*En este contexto, la ejecutiva explica que diariamente hay 50 cargos abiertos a todo nivel, como administradores de contrato, project manager, jefes de planta, ingenieros de proyecto, entre otros. "Este panorama seguirá repercutiendo en el mercado laboral de la industria y generando aún más carencia de personal", sostiene la ejecutiva.*

*No obstante, advierte que los profesionales chilenos no cuentan con uno de los requisitos esenciales que buscan las empresas, la experiencia en la implementación de estos proyectos. "En Chile hay pocos profesionales que calcen con este perfil, provocando una alta demanda y escasa oferta. Entonces, cuando las empresas requieren a un profesional con ocho años de experiencia en la construcción de este tipo de plantas se ven en la necesidad de traer a expertos de otros países o capacitar a los nacionales para que estén preparados en el futuro", comenta Samokhvalova, quien señala que el déficit de capital humano en la industria de las ERNC ronda el 25%.*

*En este contexto de mayor desarrollo de la industria, la ejecutiva comenta que en los dos últimos años los salarios han registrado un aumento del 25%. Esto, pese a la llegada de profesionales extranjeros para cubrir la escasa oferta local.*

*"Si en 2013 o 2014 un ingeniero de proyectos podía ganar \$ 1.200.000 al mes, actualmente el mercado está ofreciendo \$ 1.500.000 por el mismo perfil de candidato, con tres o cuatro años de experiencia", indica.*

## *Recomendaciones*

*Considerando estos antecedentes, la ejecutiva recomienda a los profesionales conseguir certificaciones y capacitarse para suplir la falta de experiencia. Además, sugiere bajar las pretensiones de renta y de jerarquía en caso de no contar con experiencia en el área específica hasta lograr un mayor conocimiento.*

*"Es una responsabilidad de los mismos profesionales el ir capacitándose y buscando oportunidades en este rubro", explica.*

*Otro factor relevante apunta a la estabilidad laboral, pues en Chile la tendencia en sectores como la construcción, energía y minería es que los profesionales jóvenes se mantengan dos o tres años en una posición. Esto debería cambiar hacia una mayor proyección en la empresa.*

*En el caso de las universidades e institutos profesionales, se recomienda apuntar al desarrollo de cursos, talleres y seminarios orientadas al sector de las ERNC."(Revista EI, 2016)*

**“CER ya suma más de 300 capacitados en herramientas para dimensionar proyectos ERNC**

*Este 25 y 26 de junio se realizó un nuevo taller de capacitación orientado a organismos públicos y potenciales desarrolladores de proyectos energéticos renovables, con lo que ya se habrá entregado este tipo de herramientas a 330 personas a lo largo de todo el país. Se espera que al finalizar 2013, se haya capacitado a un total de 500 agentes locales para el dimensionamiento y desarrollo de alternativas energéticas renovables.*

*En Valdivia se dictó el curso “Energía Microhidro: Conceptos Generales y Evaluación Técnico - Económica de Proyectos” junto a la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción. El taller versó sobre herramientas de gestión a consultores, organismos públicos, empresas privadas y particulares para conocer cómo implementar esta tecnología, aprovechando mejor los cauces y caídas de agua para conseguir abastecimiento energético.*

*Según explicó Daniel Almarza, Analista de la Gerencia Técnica del Centro de Energías Renovables (CER), “si bien la ley en Chile considera cualquier planta menor a 20 MW como Minihidro, claramente existe gran diferencia en las escalas de proyectos”. Al respecto Almarza comentó que la “international Energy Agency presenta como definición de microhidro aquellos proyectos menores a 300 KW, sin embargo más allá de eso no existe un consenso mundial relativo a ello”.*

*El analista destacó que por las condiciones geográficas de la Región de Valdivia, el recurso hídrico puede tener un rol importante en el mix energético ya que existe un gran potencial aún no explotado en la zona, sobre todo para localidades aisladas “que no cuentan con acceso a red eléctrica en donde esta tecnología presenta una solución sumamente efectiva, básicamente porque si el recurso se encuentra cerca del lugar de consumo, no es necesario llevar diesel para alimentar el generador de la comunidad aislada”.*

*Almarza agregó que la idea de estos talleres es que los agentes locales, empresarios u organismos públicos que manejen recursos regionales, sean capaces de utilizar los softwares disponibles para evaluar técnica y económico las posibilidades de un proyecto microhidro y dar soluciones concretas a las comunidades, sin esperar que las soluciones lleguen desde la zona central.” (CIFES, 2013)*

***“Ministro de Energía destaca uso de planta fotovoltaica para formación de futuros técnicos en ERNC en colegio de Antofagasta***

Visitar en terreno la primera planta fotovoltaica de Chile en un establecimiento educacional y conocer el proyecto en el área de electricidad del Colegio Técnico Industrial Don Bosco Antofagasta, proyecto estratégico de la Asociación de Industriales de Antofagasta, AIA, es que el Ministro de Energía Máximo Pacheco llegó hasta las dependencias de este colegio.

En la ocasión la máxima autoridad de la cartera conversó con los alumnos, quienes le presentaron diferentes inquietudes en lo que respecta al área de su ministerio, tras lo cual aprovecho de felicitarlos por ser parte de la generación de profesionales del futuro que estarán enfocados en el trabajo y desarrollo de las ERNC del país y la región, instándolos a seguir especializándose en esta materia para aumentar el capital humano carente en el área de las energías.

“Han tomado una excelente decisión por interesarse en el área de energía, ya que necesitamos más profesionales chilenos, técnicos e ingenieros eléctricos, ante la alta demanda que existe por parte de las empresas. Más aún, con los nuevos proyectos que se vienen a largo plazo, ya que nos encontramos desarrollando energías renovables, más limpias y más baratas, ya que en 20 años más, el consumo energético del país se triplicará, lo que hace imprescindibles hacer cada vez más eficiente su uso”, enfatizó Pacheco.

En este sentido, el Ministro resaltó que “tenemos un enorme desafío de aprender a utilizar mejor la energía, con el objetivo de generar eficiencia energética a nivel nacional, y es por ello, que es importante replicar este proyecto en todos los establecimientos técnicos del país, ya que así no sólo los estudiantes aprenden sobre el uso de ERNC, sino que también pueden egresar capacitados en este tipo de tecnologías”.

**RECORRIDO**

Tras ello, el secretario de estado procedió a conocer las dependencias que acogen esta iniciativa, operativa desde el 2013, que consiste en una planta-laboratorio con 60 módulos fotovoltaicos cada uno de 265 Wp, subdividida en 12 pequeñas plantas de 1,3 kW, todas con sus respectivos inversores, sumando un total de 15kWp que pueden ser montadas y desmontadas por los alumnos para conocer in – situ las actividades de montaje y puesta en operación.

El laboratorio, está orientado a la formación de capital humano capacitado, con el objetivo de que los alumnos una vez finalizada su etapa de estudio, sean capaces de diseñar, mantener, reparar y poner en marcha este tipo de tecnologías.

“Esta iniciativa educativa busca complementar la formación de capital humano especializado en el área de electricidad, con el objetivo de brindar nuevas herramientas y conocimientos en materias de ERNC, y que les permita a los egresados no sólo desenvolverse laboralmente en el área de electricidad y electrónico, sino que además en el rubro fotovoltaico que actualmente se desarrolla en la región”, comentó el Presidente de la AIA, Marko Razmilic.

Esta planta, pionera en su tipo ya que es la primera diseñada para enseñar a estudiantes sobre el uso de las ERNC, no sólo permitirá suministrar energía para el autoconsumo, sino que también permitirá que los excedentes se inyecten a la red los días sábados y domingos."(*Revista Energía, 2015*)

### ***“Inician Programa de Formación de Capital Humano en ERNC para Proyectos Fotovoltaicos”***

*En el Colegio Antofagasta British School, el Seremi de Energía, Arturo Molina junto al Director Regional (S) de CORFO, Juan Ignacio Zamorano y el Gerente de Programas Estratégicos del CIFES, Rodrigo Mancilla, dieron inicio formal a las clases del Programa de Formación para la Competitividad en Proyectos Fotovoltaicos a gran escala y sector Residencial de la Región de Antofagasta” financiado por CORFO y el FIC –R.*

*El objetivo de este innovador programa es formar capital humano especializado a nivel técnico para la instalación, operación y mantenimiento de plantas fotovoltaicas y sector residencial de la Región de Antofagasta.*

*Gracias a las becas entregadas por Corfo, 100 serán los técnicos que podrán especializarse en: electricidad, electrónica y metal mecánica de la ciudad de Antofagasta, quienes a contar del lunes 26 de octubre iniciarán sus clases teóricas y su entrenamiento práctico a cargo de la prestigiosa entidad experta internacional CALIFORNIA WORKFORCE ACADEMY.*

*El Seremi de Energía, Arturo Molina señaló “Al levantar las brechas y necesidades de la región en el desarrollo de las energías renovables no convencionales, nos dimos cuenta que los servicios conexos a los grandes proyectos, tenían un gran déficit en la mano de obra especializada, por lo que generamos esta alianza estratégica con Corfo, para formar profesionales y jóvenes técnicos de la región especializados en los montajes de estos tremendo proyectos, con el fin de que adquieran conocimiento, habilidades y destrezas, para enfrentar los grandes desafíos de los proyectos a fotovoltaicos y eólicos de la región de Antofagasta”*

*Juan Ignacio Zamorano, Director Regional (S) de Corfo, indicó “estamos desplegando este programa de becas de formación de capital humano, para técnicos e ingenieros de Antofagasta, lo que es parte de la agenda de sofisticación de la economía y la competitividad en la región, para eso estamos becando a 100 alumnos, de los cuales 25 parten hoy día, con una consultoría especializada de una empresa norteamericana, ya que queremos formar a los trabajadores e ingenieros especializados que van a trabajar en las plantas industriales de energía fotovoltaicas solares, que se están instalando en la región”*

*El Gerente de Programas Estratégicos del Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables, “CIFES”, Rodrigo Mancilla señaló, “En Antofagasta está el mayor potencial solar de Chile, y hoy en día existe un gran número de proyectos desarrollándose en este sentido, sin mucha mano de obra local, lo que tiene que ver con la carencia de personas preparadas para trabajar en este tipo de proyectos, por lo que a través de los programas estratégicos de Corfo, definimos esta región como prioritaria en programas de formación de capital humano en energía solar junto con Atacama, para preparar personas que puedan desempeñarse en la construcción de estos grandes proyectos, fomentando de esta manera el uso de mano de obra local, y la especialización en este tipo de energías donde esta región aún tiene mucho por desarrollar”*

*El programa que tendrá una duración de 76 horas y finalizará en diciembre de este año, permitirá abordar el déficit de capital humano local para la construcción, operación y mantención de las plantas fotovoltaicas de gran escala que actualmente se están desarrollando en la zona, así como del sector residencial de la Región de Antofagasta. Por el momento y de acuerdo a lo planificado, Corfo ya anuncio una extensión de este programa para la comuna de Calama a principios del año 2016."(Revista Técnicos Mineros, 2015)*



*“El Diplomado European Energy Manager es un programa de capacitación en eficiencia energética y perfeccionamiento práctico aplicado a la empresa. El programa fue desarrollado a partir del 2003 por ingenieros alemanes expertos en materia energética en conjunto con las Cámaras de Industria y Comercio de Alemania (IHK).*

*La Energía es un elemento económico esencial del mundo industrializado. Su participación en el costo de un producto influye directamente en la competitividad del mismo. El continuo aumento de sus precios enfrenta las empresas con el desafío de reducir sus consumos energéticos para mantenerse competitivos en el mercado.*

*Alemania está liderando los mercados internacionales en materia de las innovaciones en las tecnologías y servicios de eficiencia energética.*

*Durante los últimos años el Diplomado European Energy Manager ha sido implementado en 26 países de la Unión Europea, Sudamérica, África e India. Hasta la fecha fueron capacitados más de 4.500 profesionales en la gestión eficiente de los recursos dentro de la empresa.*

*En el año 2011 por primera vez, el Diplomado European Energy Manager se expandió al Cono Sur y se implementó a través de la red de las Cámaras de Comercio Alemanas en la región (AHK) simultáneamente en Chile, Argentina, Uruguay y Brasil.*

*Llevamos 5 generaciones de Energy Managers en Chile con excelentes resultados. Aprenda con los mejores y en español.*

#### **OBJETIVO**

*El objetivo del Diplomado European Energy Manager es la generación de capital humano especializado en eficiencia energética. El programa se centra en la identificación de puntos claves para el mejoramiento de la eficiencia energética en los procesos, instalaciones y edificaciones de empresas. Entrega conocimientos relevantes para implementar una gestión energética sustentable y para la toma de decisiones.*

*El diplomado tiene como objetivo formar a ejecutivos que desean conocer en qué área de su empresa se puede bajar el consumo energético de la manera más económica. El programa NO pretende formar a consultores de eficiencia energética.*

## Programa Diplomado Eurem 2016



|                     | ASIGNATURA  | HORAS                       | PROFESOR   | EMPRESA  |
|---------------------|---|-----------------------------|--|--|
| Introducción        | Principios energéticos<br>Mercado eléctrico/modelos Escos<br>Mercado eléctrico<br>Mercado eléctrico/ Bonos de carbono<br>Financiamientos y proyectos Chilenos | 6<br>4<br>11<br>3<br>3      | Marco Céspedes<br>Alejandro Arratia<br>Fernando Flatow<br>David Falcon<br>AChEE                                    | Independiente<br>JHG Ingeniería<br>Comisión Nacional de Energía<br>Deloitte<br>AChEE   |
| Inmueble            | Edificios eficientes<br>Gestión energética<br>Iluminación<br>Iluminación<br>Calefacción<br>Climatización  | 9<br>8<br>4<br>4<br>6<br>15 | Marcelo Huenchuñir<br>Enrique Barros<br>Paulina Villalobos<br>Andres Gonzalez<br>Marco Céspedes<br>Patricia Robles | Arquimambiente<br>SIDC<br>Diav<br>Cencosud<br>Independiente<br>Schneider               |
| Industria           | Equipos eléctricos<br>Proceso de calor<br>Refrigeración<br>Aire comprimido<br>Cogeneración  | 6<br>8<br>8<br>6<br>4       | Mauricio Gomez<br>Cristian Granadino<br>Klaus Peter Schmid<br>Alejandro Gnecco<br>Paz Araya                        | Siemens<br>Bosch<br>Inra Refrigeración Industrial<br>Kaeser Compresores<br>U. de Chile |
| Energías Renovables | Energía renovables/Térmica<br>Energía renovables/Fotovoltaica<br>Energía renovables/ Eólico<br>Energía renovables/Biogás                                      | 3<br>8<br>4<br>6            | Cristian Granadino<br>Roberto Otarola<br>Rodrigo García<br>Felipe Kaiser   | Bosch<br>Esolar<br>Megawind<br>Sk Ecología   |
| Gestión             | Gestión de proyectos<br>ISO 5001<br>Green IT  | 17<br>3<br>3                | Michel de Laire<br>AChEE<br>Judith Laguardia   | Taskenergy<br>AChEE<br>Orci  |

\*Para mayor información: [www.energymanager.cl](http://www.energymanager.cl) o contactar a [capacitacion@camchal.cl](mailto:capacitacion@camchal.cl), tel: 02-2203 5320, anexo 60.

(European Energy Manager, 2016)

## PROGRAMAS DE FOMENTO



### **"Fomento"**

CIFES tiene la misión de generar una plataforma que vigile y difunda las distintas fuentes de financiamiento tanto públicas y privadas para fomentar soluciones en energías sustentables en distintos sectores de la sociedad.

Además, nuestra institución tiene la misión de evaluar la eficiencia y efectividad de los distintos programas de fomento que están disponibles en el sistema público.

### PORTAL DEL DESARROLLADOR DE PROYECTOS ERNC

The diagram shows the layout of the portal. On the left is a sidebar with links: Plataforma de Negocios, Explorador de Recursos, Reportes CIFES, Cronograma de Permisos y Trámites, Mapa de Recomendaciones, and Biblioteca y Links. The main area has a grid of six blue diamond-shaped modules arranged in a hexagonal pattern. Top row: "Acerca de las ERNC en Chile" (info icon), "ERNC en Cifras" (chart icon), "Conexión Eléctrica" (plug icon). Middle row: "Legislación y Normativas" (book icon), "Permisos y Trámites" (checklist icon), "Financiamiento y Fomento" (dollar sign icon). Bottom row: "Market Place" (handshake icon). To the right is a sidebar titled "Lo Último" with news items, and another titled "Indicadores ERNC" with data tables.

**Lo Último**

29 de Diciembre del 2015  
Costos de energía cierran 2015 en nivel más bajo en una década y generación renovable duplica aporte

29 de Diciembre del 2015  
Sector energía lidera últimas solicitudes para acogerse al DL 600

29 de Diciembre del 2015  
El efecto chileno del COP21

**Indicadores ERNC**

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| Capacidad instalada   | 2.806,0 MW  |
| Aporte mensual ERNC   | 10,8 %      |
| Costo marginal SIC    | 49 US\$/MWh |
| Costo marginal SIN    | 48 US\$/MWh |
| Atributo ERNC         | 0 US\$/MWh  |
| Cumplimiento Ley ERNC | 273,6 %     |

Actualizado a: Febrero 2016

# **Financiamiento y Fomento**

## **¿Cómo financiar un proyecto ERNC?**

### **Financiamiento de preinversión**

Está dirigido a cubrir las actividades en las etapas tempranas previas a la construcción, es decir, todo lo asociado a los estudios y gestiones necesarios para asegurar la factibilidad económica y técnica del proyecto, así como los permisos requeridos por las autoridades correspondientes. Los fondos pueden provenir en forma de créditos o recursos no reembolsables, siendo normalmente impartido por bancos, organismos multilaterales, agencias de fomento o los mismos socios u accionistas. Es importante destacar dentro de esta categoría el Concurso de Preinversión que ha venido desarrollando el CER en los últimos años ofreciendo cofinanciamiento de los estudios preliminares a proyectos ERNC.

### **Corporate Finance o financiamiento corporativo**

Esquema de financiamiento en el cual una institución financiera hará el desembolso de recursos basado en el balance del desarrollador y de las garantías necesarias. Suele ser una alternativa más barata y rápida de implementar ya que no necesitará de la supervisión del proyecto por parte de la entidad financiera, puesto que todo el riesgo de operación se asume por el propio desarrollador y su patrimonio. Sin embargo, este tipo de financiación de las actividades supone una gran carga sobre el balance de la empresa y sólo las grandes compañías están en condiciones de afrontarlo.

### **Project Finance o financiamiento de proyectos**

Es una estructura de proyecto en la cual se crea una nueva compañía especialmente para el proyecto (SPV), donde los pagos asociados al préstamo otorgado se basan exclusivamente en la capacidad de generación de flujos de caja del mismo proyecto y por tanto las garantías comprometidas para el pago del crédito son los activos, derechos e intereses asociados al proyecto. Sin perjuicio de lo anterior y, dependiendo de cada contrato bancario, también es factible que el patrimonio del Sponsor formen parte de las garantías comprometidas para el pago de los créditos. Se financia entre el 50% y 85% del costo del proyecto y la estructura contractual con las entidades financieras y compañías aseguradoras son comparativamente más complejas al Corporate Finance, lo que resulta ser más demandante para la administración del proyecto.

### **Instrumento de Financiamiento Mezzanine**

Un préstamo mezzanine, también conocido como deuda de segundo piso, es un instrumento financiero que combina características de préstamo e inversión de capital. Por lo general toma la forma de préstamos subordinados que generan intereses, con salidas estructuradas, incluyendo amortización de préstamos, pago de intereses y ganancia de capital a través de derechos de conversión, "warrants", y participación en la rentabilidad.

### **Financiamiento bancario**

Es aquel financiamiento de largo plazo otorgado principalmente por bancos comerciales, mediante la puesta en disposición de fondos de disponibilidad inmediata a una empresa SPV (Special Purpose Vehicle, se explicará en el punto 6.2.4) de conformidad a los términos y condiciones establecidas de un contrato de financiamiento. Sin perjuicio de lo anterior, durante el último tiempo las compañías de seguro también han participado en el otorgamiento de este tipo de financiamientos. Para que las compañías de seguros puedan participar en este tipo de financiamiento, es necesario, entre otras condiciones, que en él participen a lo menos 2 bancos comerciales, que uno de ellos sea el banco agente, y que éste último mantenga una participación en el crédito de al menos un 10%.

Este tipo de financiamiento se estructura a través de créditos puentes, es decir, el obtenido a través de un financiamiento de largo plazo y con la garantía de la percepción de un ingreso futuro por el deudor.

# Financiamiento y Fomento

## Instrumentos de Fomento

El Estado de Chile a través de sus agencias de fomento dispone de líneas de apoyo y fomento a proyectos energéticos ERNC, cuyo alcance y duración dependerán del llamado que se realice en un determinado momento.

Principales instrumentos de fomento para 2014:

**NAMA:** 20 millones de dólares en fomento para el desarrollo de proyectos de autoabastecimiento energético para la industria y el comercio, a partir de 2014.

- Subsidios a la inversión y a estudios de preinversión
- Mejoramiento de capacidades en la industria y el sector financiero
- Desarrollo de una cartera robusta de proyectos para acceso al financiamiento
- Sensibilización de las comunidades.

**Estudios de Preinversión:** en su tercera versión, el CER lanzará su concurso para el cofinanciamiento de estudios de preinversión para proyectos en base a energías renovables no convencionales. Destinaremos 1.105 millones de pesos para acompañar a los desarrolladores de proyectos con un énfasis en desarrollar etapas más avanzadas en la vida de una iniciativa. Se busca pasar de la creación a la maduración de la cartera de proyectos susceptibles de buscar financiamiento.

**Biogás:** a través del fondo GEF (Global Environmental Fund) se destinarán 1,7 millones de dólares para un programa de maduración de proyectos de generación de biogás a partir de residuos orgánicos de procesos lecheros (purines). Se espera apoyar alrededor de 5 proyectos al año en el transcurso de 5 años, más proyectos pilotos, con un total 30, para generación eléctrica y térmica. Las postulaciones comenzarán en julio 2014 una vez que se aprueben las bases y mecanismos de implementación concordadas con los organismos internacionales que lo financian.

**Concurso de Proyectos Demostrativos de ERNC para Autoabastecimiento:** destinado a incentivar el desarrollo de proyectos de autoabastecimiento en base a energías renovables en el sector industrial, comercial y público. Con recursos del orden de 4,5 millones de dólares bajo la modalidad de subsidios a proyectos demostrativos, se apoyará la adquisición de infraestructura para la generación energética. El objetivo es subsidiar proyectos que depongan las barreras de desconocimiento tecnológico y que inviten a replicar este tipo de iniciativas dentro de sus respectivos sectores productivos. Durante 2013, este concurso lo desarrolló el Ministerio de Energía en conjunto con Innova CORFO y en 2014, será el Ministerio de Energía en conjunto con el CER quienes diseñen una nueva modalidad de postulación.

**FNDR:** más de 500 millones de pesos para proyectos energéticos que apoyen las labores productivas de las pymes están hoy en cartera gracias a un Fondo Nacional de Desarrollo Regional que fue apoyado por los Concejeros Regionales del Bío Bío. Se espera replicar este tipo de instrumentos para labores productivas en otras regiones del país, de modo de llevar soluciones energéticas mediante financiamiento planificado y diseñado con pertinencia territorial.

**Programa de Maduración de Cartera:** Este Programa entrará en operación durante el primer semestre de 2014 y su objetivo es identificar, acompañar y fortalecer a un grupo de proyectos ERNC de modo que puedan optar a la búsqueda y obtención de recursos financieros de fuentes tales como: banca tradicional y especializada, multilaterales, inversionistas privados, fondos de inversiones, tanto locales como extranjeros.



Programa de  
Energías Renovables  
y Eficiencia Energética  
en Chile



Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,  
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania



### ***“Fomento de Energía (Enfoque CSP)”***

*Actualmente Chile no dispone de grandes reservas de combustibles fósiles para la producción de energía y por esta razón debe importar más del 70% de la energía primaria. Además, a raíz del crecimiento económico y del desarrollo de nuevos proyectos, especialmente de la gran minería, se espera un aumento del consumo energético del país en torno al 6% anual.*

- *Fomento de la Energía Solar-Enfoque en CSP/CST y PV a gran Escala*
- *Versión Alemana de Fomento de Energía Solar Enfoque en CSP CST y PV a gran escala*
- *Sistemas de Torre Solar Neu*
- *CSP Tecnología Fresnel GIZ 2014*
- *SCP Tecnología de Almacenamiento GIZ 2014*
- *CSP Capacidad de Localización GIZ 2014*
- *CSP Tecnología de Colector Parabólico GIZ 2014”*

*(Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile, 2016)*

# IDENTIFICACIÓN DE NICHOS PARA EL DESARROLLO DE NEGOCIOS CON INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

## III - RESUMEN DE RESULTADOS

El área en estudio<sup>(12)</sup> muestra un potencial de mercado de colectores solares en todos los sectores estudiados, con un valor total máximo estimado cercano a los 6.133 millones de m<sup>2</sup> de colectores, sin contabilizar el sector minero que necesita estudios complementarios para un análisis profundo.

En la siguiente tabla se resumen los principales resultados de la demanda potencial de colectores solares según las categorías analizadas para las Regiones I a VI y la R.M..

| Categoría   | m <sup>2</sup>   | %             |
|---|------------------|---------------|
| Turismo   | 12.700           | 0,2%          |
| Servicios de salud  | 15.400           | 0,2%          |
| <b>Parque viviendas existentes</b>                        | <b>4.466.000</b> | <b>70,8%</b>  |
| Parque viviendas nuevas (potencial acumulado 2006 - 2015) | 1.535.000        | 24,3%         |
| Avícola   | 70.500           | 1,1%          |
| Minería   | 172.900          | 2,7%          |
| Mataderos   | 36.000           | 0,6%          |
| <b>Total</b>  | <b>6.308.500</b> | <b>100,0%</b> |

Tabla n° 5 Resumen del potencial máximo del Mercado solar térmico según categoría (Fuente: Elaboración propia)

El parque de viviendas existentes presenta un marcado dominio con cerca del 71% de la demanda potencial máxima para colectores solares, seguido por el parque de viviendas nuevas con un 24%, el 5% restante se distribuye en el resto de las categorías, el sector de la minería representando cerca del 3%. La menor participación se encuentra en los servicios de salud y el sector del turismo con el 0.002% cada uno.

En cuanto al potencial máximo para el mercado solar térmico a nivel regional, la distribución de la demanda potencial de colectores solares total según Región<sup>(12)</sup> es la que se muestra a continuación.

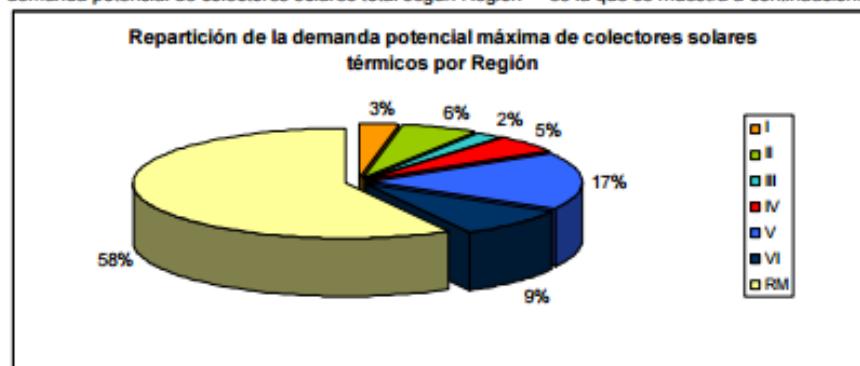


Gráfico n° 44 Distribución de la demanda potencial de colectores solares según Región (Fuente: Elaboración Propia)

De la distribución de la demanda potencial máxima de colectores por Región, se puede inferir que en orden de mayor a menor importancia se encuentra la R.M., V, VI, II, IV, I y finalmente la III Región. La RM se destaca del resto de las regiones, el 58% de la demanda potencial máxima se concentra en esta Región.

<sup>(12)</sup> En este capítulo, no se considera los resultados relativos a las Regiones VII y VIII del sector residencial para poder comparar los potenciales de las regiones entre ellos.

## **IV - CONCLUSIONES<sup>(13)</sup>**

---

El agua caliente es un producto muy versátil que abarca variados sectores y distintas formas de uso. En las categorías estudiadas se observó el consumo de agua caliente para usos sanitarios, para tratamientos de minerales, para escaldado, entre otras.

El área en estudio muestra una demanda potencial de colectores solares en todos los sectores estudiados. Sin embargo el sector residencial se destaca distintamente, concentrando más de 96% de la demanda potencial máxima de colectores solares, parque de viviendas existentes y parque de viviendas nuevas, con unos 6.001.000 m<sup>2</sup> de colectores solares.

En el 2005, el mercado solar térmico francés era destinado al 93% al sector residencial, lo que confirma la importancia de ese sector en un mercado solar desarrollado.

Además, hay que señalar el impacto social que podría tener la energía solar si se considerara para las viviendas de gente con menos recursos que no se pueden permitir duchar con agua caliente.

El resto de los sectores estudiados presentan una demanda potencial interesante también, aunque sea mucho menos importante que para el sector viviendas.

En efecto, los sectores de la salud y del turismo representan sólo el 0,2% cada uno de la demanda potencial total. Pero pueden tener un impacto social y demostrativo muy importante para el desarrollo de la energía solar térmica en Chile (desarrollo del turismo local verde, ACS en todos los hospitales).

La instalación de colectores solares en el sector industrial debe ser rentable para que sea considerada, ya que la mayoría de las empresas invierten según prioridades a menudo puramente económicas. Sin embargo, la imagen ecológica que pueden dar las empresas y su independencia energética emplezan a pesar en las decisiones de inversión de los empresarios.

Considerando lo anterior, la industria puede representar un potencial interesante para la energía solar térmica, sobre todo con el aumento de los precios de los combustibles. Los sectores industriales analizados en este estudio representan un 4,4% de la demanda potencial máxima de colectores, el 60% de esta participación siendo la del sector minero.

La Región Metropolitana concentra el 58% del potencial de demanda máxima de colectores solares, encontrándose muy por arriba de las otras regiones, siendo la principal zona urbana del país.

Se recuerda que los resultados presentados en este análisis de demanda potencial no son representativos del futuro mercado solar térmico ya que no se han considerado restricciones técnicas o económicas para la implementación de los colectores. En cambio, equivalen a un potencial máximo para este mercado, lo que representa una referencia detallada para estimar los impactos o definir los objetivos del Plan Nacional de Fomento al Uso de Colectores Solares.

---

<sup>(13)</sup> Las cifras de demanda potencial máxima de colectores solares en Chile son extraídas del capítulo III.

### 3. PERSPECTIVA GENERAL DE LAS APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

#### 3.1 APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

El carácter modular de los generadores fotovoltaicos implica que se pueden constituir sistemas de suministro de energía eléctrica en un amplísimo rango de potencia.

Aunque la Energía Solar Fotovoltaica se considera una forma cara de producir energía es, muy a menudo, en aplicaciones aisladas de la red, la solución más económica de suministro eléctrico. El crecimiento del mercado mundial indica que la electricidad solar ha penetrado en muchas áreas en las que es económicamente viable. Además, el crecimiento rapidísimo de los sistemas conectados a la red se ha hecho atractivo para particulares, compañías y gobiernos que desean contribuir al establecimiento de un sistema de suministro eléctrico más benigno con el medio ambiente. En la figura 14 se muestra el crecimiento del mercado desde 1980.

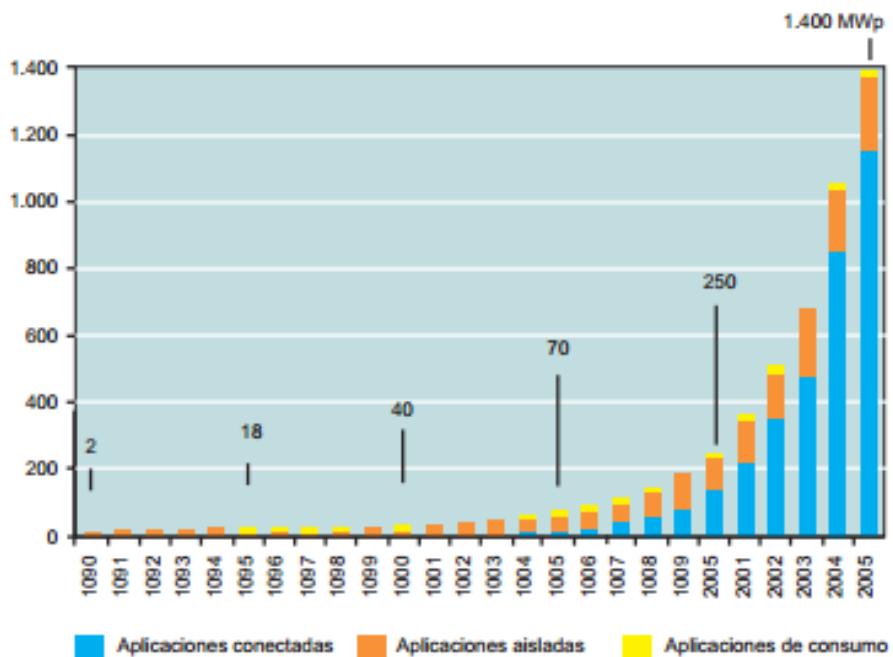


Figura 14. Evolución del mercado fotovoltaico

Es interesante señalar que actualmente el 89% de los módulos están conectados a la red. Esto incluye los sistemas instalados en los tejados de las casas (solución mayoritaria en Japón y Alemania) y grandes centrales (solución mayoritaria en España).

La ingeniería de aplicaciones ha sido capaz de introducir la electricidad solar fotovoltaica en los sectores que se presentan en la figura 15:

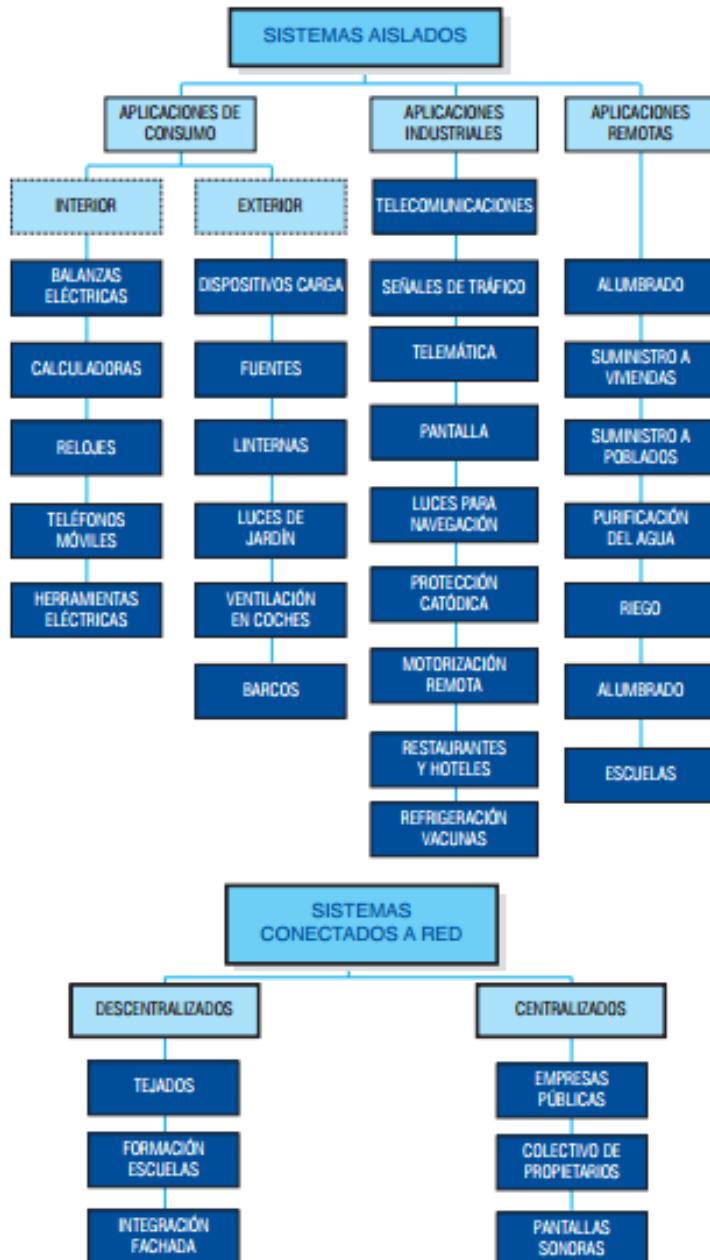


Figura 15. Aplicación de la Energía Solar Fotovoltaica

## BIBLIOGRAFIA

*Heredia R., V., Tapia L., J., Flores C., C., Godoy R., J. M., & Vergara Díaz, J. (2005). COLECTOR SOLAR CONSTRUIDO MEDIANTE TALADRADO POR FLUENCIA TÉRMICA. Revista Facultad de Ingeniería - Universidad de Tarapacá, 13, 65-70.*

*Ovalle Cubillos, R. (2014). Sociedad fotovoltaica. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 22, 4-5.*

*Pacheco, M. (2015). La energía que requiere nuestro territorio. ARQ (Santiago), 17-21.*

*Pastén, C. (2012). Chile, energía y desarrollo. Obras y proyectos, 28-39.*

*Revista Energía, (2016). Comisión Nacional de Energía informa nuevo calendario de Licitación de Suministro Eléctrico para clientes regulados.*

*Superintendencia de Electricidad y Combustible, (2004), Tarifas Suministro Eléctrico.*

*Superintendencia de Electricidad y Combustible, (2004), Servicios Asociados a la Distribución.*

*Javier A. Fernández, (2006), La Industria Fotovoltaica en España, Revista Dyna.*

*Consultora Dandilion Energía y Medio Ambiente, (2012), Estudio de Mercado de la Industria Solar Térmica en Chile y Propuesta Metodológica Para su Actualización Permanente.*

*Universidad de Sevilla, Estudio del Efecto de la Limpieza de Módulos en Plantas Fotovoltaicas, Biblioteca de Ingeniería.*

*Universidad Ben-Gurion del Negev, (2012), BGU desarrolla diseños de células solares ultra-eficiente sistema de iluminación laterales.*

*Noticias de la Ciencia, 2012, Un Embudo para aprovechar mejor la energía Solar*

*Colin Pitrás, 2013, Técnica Llave patentada por la Universidad de Connecticut profesor a Nueva Tecnología de Energía Solar, Universidad de Connecticut.*

*Noticias de la Ciencia, 2012, Paneles Subacuáticos.*

*Noticias de la Ciencia, 2011, Energía Solar, Nanotecnología y un combustible químico limpio.*

*Ministerio de Energía, 2016.*

*Comisión Nacional de Energía, 2016.*

*Superintendencia de Electricidad y Combustibles, 2016.*

*Corporación de Fomento de la Producción, 2016.*

*Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile, 2016.*

*Fraunhofer Chile, 2016.*

*Solar Energy Research Center Chile, 2016.*

*Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile, 2014, Identificación y análisis de barreras en el desarrollo de Proyectos ERNC.*

*Revista El, 2016, Proyectan Mayor Demanda de Profesionales para las ERNC.*

*CIFES, 2013, CER ya Suma más de 300 Capacitados en Herramientas para Dimensionar Proyectos ERNC.*

*Revista Energía, 2015, Ministro de Energía destaca uso de planta fotovoltaica para formación de futuros técnicos en ERNC en colegio de Antofagasta.*

*Revista Técnicos Mineros, 2015, Inician Programa de Formación de Capital Humano en ERNC para proyectos Fotovoltaicos.*

*European Energy Manager, 2016*

*CIFES, 2016*

*Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética en Chile, 2016*

*Transénergie, 2006, Plan Nacional de Fomento al Uso de Colectores Solares.*

*Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación, 2002, Energía Solar Fotovoltaica.*