



# MEMORIA FINAL

## EXPERIENCIAS DE ALUMBRADO PÚBLICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CHILE



Al servicio  
de las personas  
y las naciones



# MEMORIA FINAL

## EXPERIENCIAS DE ALUMBRADO PÚBLICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CHILE



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

## MEMORIA FINAL

### EXPERIENCIAS DE ALUMBRADO PÚBLICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CHILE

Programa de Mejoramiento eficiencia energética en el alumbrado público (PMEEAP)

Programa de capacitación para municipalidades en temas de eficiencia energética en el alumbrado público (PCEEAP)

Este documento fue dirigido por el Área de Energía y Medioambiente de PNUD, en conjunto con Fabiola Fariña, coordinadora programa PCEEAP.

Los programas contaron con la contraparte de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE) y el Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética. Agradecemos en especial al Ministerio de Desarrollo Social por su apoyo en la ejecución del PCEEAP.

Producción editorial: Imbunche Ediciones Ltda.

Coordinación: Gonzalo Pedraza

Investigación y redacción: Antonio Sotomayor

Diseño y diagramación: Sergio Baros

Fotografías interior y de portada: proyectos PMEEAP y PCEEAP

ISBN: 978-956-9391-04-0

Los contenidos de este documento pueden ser reproducidos en cualquier medio, citando la fuente

Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Dag Hammarskjöld 3241, Vitacura. Santiago, Chile

Teléfono central: +56 2 26541000

www.pnud.cl

Impresión: Dimacofi Negocios Avanzados S.A.

Santiago de Chile, agosto 2015

# índice

## Capítulo 1.

Introducción. Contexto internacional y nacional de la eficiencia energética 9

## Capítulo 2.

PNUD, la eficiencia energética y la institucionalidad energética en el Chile actual 17

## Capítulo 3.

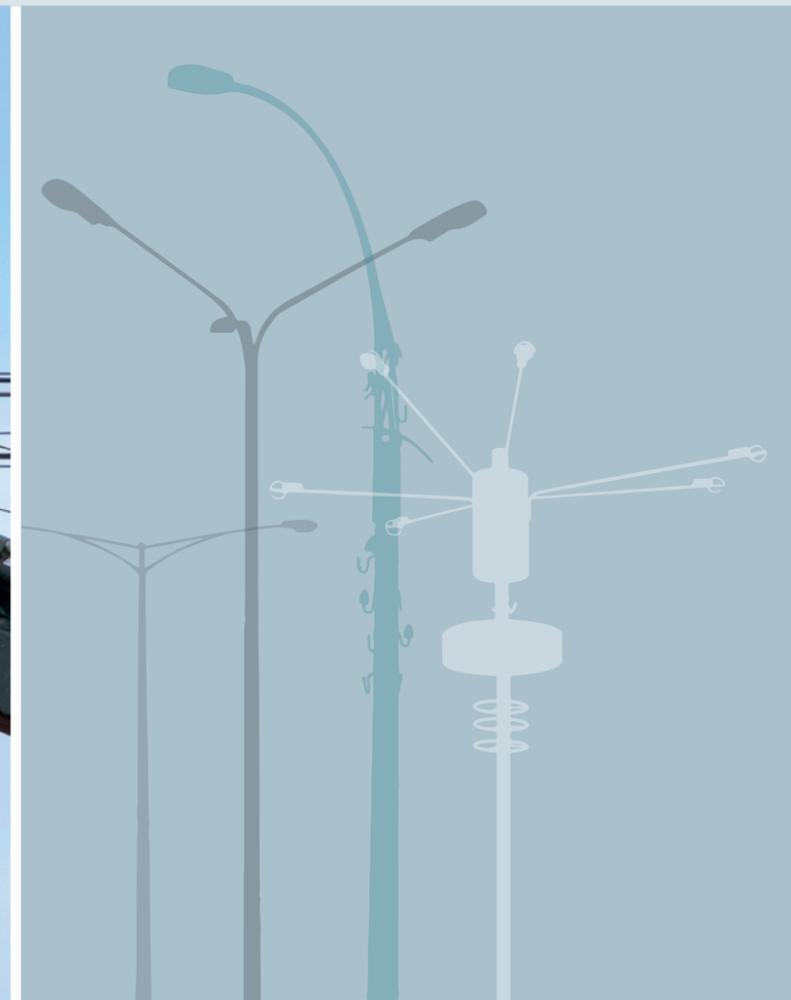
Proyectos implementados por PNUD 25

## Capítulo 4.

Lecciones aprendidas y recomendaciones para nuevas iniciativas de mejora de la eficiencia energética en el alumbrado público 45

## Anexo 1.

53





## PRÓLOGO

Desde el año 2008, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en conjunto con el Ministerio de Energía y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, han implementado una iniciativa vinculada a fortalecer capacidades para una gestión eficiente del alumbrado público en diversos municipios del país, con objetivo de fortalecer a los municipios para mejorar el servicio de alumbrado público con énfasis en eficiencia energética, tanto por su impacto en el presupuesto municipal, como en la calidad de vida de los ciudadanos.

En esta publicación se presentan los principales resultados de dos proyectos: el Programa de Mejoramiento de la Eficiencia Energética en el Alumbrado Público y el Programa de Capacitación para municipalidades en Eficiencia Energética en el Alumbrado Público” (fases I y II). Ambos representan un camino en la generación de capacidades y la promoción de nuevas iniciativas en este ámbito. Desde 2008, hemos acompañado a 205 funcionarios, tanto municipales como de otros servicios públicos, y hemos estado presentes en 74 municipios, pertenecientes a 11 regiones del país, apoyando con un grupo de profesionales expertos en materias de alumbrado público y eficiencia energética.

A través de una primera etapa de experiencias piloto de recambio masivo realizadas en cuatro comunas del sur del país, iniciamos un camino de apoyo ininterrumpido para los responsables de la gestión del alumbrado público a nivel municipal. En una segunda etapa, implementamos una línea de capacitación, utilizando diversas herramientas a través de la cuales esperamos haber acentuado el uso eficiente de la energía.

En ese camino, orientamos a los municipios con la generación de conocimiento y el uso de nuevas tecnologías, entregamos apoyo técnico en la elaboración de una guía genérica y en guías específicas sobre alumbrado público, profundizamos sus habilidades para la elaboración de proyectos y la correcta postulación a fondos del Estado, aumentamos su conocimiento sobre el uso del sistema tarifario y las alternativas de tarifas según el tipo de las instalaciones y el potencial de ahorro. También, trabajamos con conceptos fundamentales de energía y eficiencia energética, y apoyamos a los municipios en el manejo, autogestión y operatividad del sistema, ahondando en el marco teórico y conceptual de la reglamentación de alumbrado público aplicable.

El proyecto ha demostrado cómo se pueden optimizar y enriquecer las capacidades locales, logrando que los municipios puedan proveer un mejor servicio de alumbrado público a los ciudadanos, y a la vez poner en valor este preciado bien de uso común. PNUD Chile se compromete a seguir apoyando a las autoridades locales y nacionales para que el alumbrado público y la eficiencia energética se aborden como una oportunidad para avanzar hacia el desarrollo sostenible.

**Antonio Molpeceres**

*Representante Residente Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, PNUD Chile*

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

*Contexto internacional y nacional de la eficiencia energética*





## 1. ANTECEDENTES

La preocupación global por un consumo eficiente de energía y su relación con el cambio climático fue relevada, por primera vez, durante la década de los años 70. Si bien los debates políticos sobre calentamiento global y su posible relación con emisiones de gases de efecto invernadero se generaron por primera vez en 1972, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (CNUMAH), existen precedentes en estudios científicos que datan del siglo XIX, donde se demuestra el rol que juega el CO<sub>2</sub> como gas de efecto invernadero, y asimismo sobre la relación entre los incrementos de temperatura del planeta con la concentración de dicho gas en la atmósfera<sup>1</sup>.

En el año 1988, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIECC), el cual se convocó con el objetivo de evaluar la magnitud y cronología de los cambios climáticos, estimar sus posibles efectos ambientales y socioeconómicos, y considerar posibles estrategias de respuesta. Luego en 1992, los países miembros de las Naciones Unidas adhirieron a un tratado internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), a fin de examinar acciones a implementarse para tomar acción frente al cambio climático y

limitar el –cada vez más evidente– aumento de la temperatura del planeta.

Con el objetivo de lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático (Artículo 2 de la Convención), se han adoptado diversas decisiones y puesto en marcha distintos mecanismos para avanzar en materia de cambio climático, incluyendo, entre otras, el Protocolo de Kyoto y la reciente decisión –adoptada en la Conferencia de las Partes 19 en Varsovia (COP 19)– donde se invita a todos los países de la Convención a definir sus contribuciones determinadas a nivel nacional (INDCs, por sus siglas en inglés).

A partir de esta última década se ha vuelto cada vez más complejo concebir cualquier tipo de crecimiento o desarrollo sustentable sin pensar en el consumo de energía que ello requiere. Hoy, la conexión entre el incremento de las emisiones contaminantes y el cambio climático es ampliamente reconocida por la ciencia –tanto así que un 95% de las publicaciones científicas más importantes sobre cambio climático concuerdan en dicha conexión<sup>2</sup>. Es por esto que hoy en día es imposible pensar en políticas públicas en el ámbito de la energía y control de emisiones sin considerar seriamente y en extenso el tema de la eficiencia en el consumo energético.

Por ello, en el documento a través del cual la ONU proclama el año 2012 como el Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos, lo hace reafirmando el

<sup>1</sup> El matemático Joseph Fourier publicó una serie de artículos, entre 1824 y 1827, considerados los primeros en tratar científicamente este tema. Asimismo, el premio nobel Svante Arrhenius, a fines del siglo XIX, señaló en un artículo la posible relación entre el uso de combustibles fósiles y el aumento de la temperatura en la tierra.

<sup>2</sup> Tal como explicita el GIECC en su Quinto Informe de Evaluación (<https://www.ipcc.ch/report/ar5/>).

apoyo a la aplicación de políticas y estrategias nacionales que combinen un mayor uso de fuentes de energía nuevas y renovables y tecnologías de bajas emisiones, un uso más eficiente de energía, un mayor uso de tecnologías avanzadas –incluidas tecnologías menos contaminantes para el aprovechamiento de los combustibles fósiles y el uso sostenible de recursos energéticos tradicionales– así como a un mayor acceso a servicios energéticos accesibles y sostenibles. Todo ello con el objetivo de impactar positivamente en la capacidad de los países para atender la cada vez más elevada demanda de energía de nuestro tiempo. De este modo, se busca formalizar la cooperación internacional en este ámbito, y también la transferencia de esas tecnologías principalmente a los países en vías de desarrollo y a aquellos que cuentan con economías en transición.

Junto con lo anterior, el documento alienta a todos los Estados miembros de Naciones Unidas, y en general a todos los Estados, a que este año internacional de la energía sostenible sea útil para tomar conciencia sobre la importancia de abordar los problemas de consumo energético, en particular el acceso a servicios de energía de costos razonables, la eficiencia energética y la sostenibilidad de las fuentes, con el fin de alcanzar los objetivos de desarrollo convenidos internacionalmente –incluidos los Objetivos de Desarrollo del Milenio<sup>3</sup> (ODM)– y asegurar el desarrollo sostenible y la protección del clima, junto con promover medidas a distintos niveles (local, nacional, regional e internacional) para lograrlo.

En el contexto amplio de la eficiencia energética, la preocupación particular por el buen manejo y el desarrollo de conocimiento sobre el uso adecuado de la energía eléctrica se establece como una dimensión



*Hoy, la conexión entre el incremento de las emisiones contaminantes y el cambio climático es ampliamente reconocida por la ciencia –tanto así que un 95% de las publicaciones científicas más importantes sobre cambio climático concuerdan en dicha conexión.*

<sup>3</sup> <http://www.un.org/es/millenniumgoals/>

## **Existe hoy una inequívoca certeza de que estamos frente a la necesidad de actuar para adaptarnos al cambio climático. Adoptar medidas de eficiencia energética es, sin duda, una de las contribuciones más importantes.**

propia, lo cual toma especial relevancia considerando que la ONU decidió proclamar el año 2015 como el Año Internacional de la Luz y las Tecnologías Basadas en la Luz<sup>4</sup>.

De este modo, se reconoce la importancia del uso de la luz y las tecnologías asociadas en la vida de los ciudadanos del mundo, en el desarrollo futuro de la sociedad en variados niveles y en el logro de las metas de desarrollo convenidas internacionalmente. El aumento de la conciencia mundial y un fortalecimiento de la enseñanza de la ciencia y las tecnologías de la luz, son esenciales para abordar retos tales como el desarrollo sostenible y la mejora en la calidad de vida de las personas en los países desarrollados y en desarrollo.

En paralelo, y esta vez demostrando una preocupación por estos mismos asuntos en un contexto regional, desde 1992 se celebra LUXAMERICA, reunión bienal organizada por y celebrada en diferentes países de América del Sur, cuyo objetivo principal es el de proveer un espacio para la discusión acerca de las tecnologías actuales, proponiendo nuevas soluciones basadas en los nuevos desarrollos de tecnologías para articular una meta común: mejorar aún más el sector de la iluminación, con un intercambio técnico y científico de primer nivel. El encuentro busca también establecer un lenguaje común a todos los profesionales ligados al sector, y de este modo poder debatir adecuadamente sobre las necesidades y los desarrollos recientes en el rubro de las tecnologías de iluminación. Las delegaciones de Brasil, Argentina, Colombia, Chile, Ecuador, España, México, Perú, Uruguay y Venezuela han contribuido

<sup>4</sup> [http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=31438#.VYCF7PL\\_Mol](http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=31438#.VYCF7PL_Mol)

a extender este intercambio de información. Debido a su importancia y el interés de los países participantes, LUXAMERICA también ha sido llamado Congreso Iberoamericano de Iluminación. La Fundación Chilena de Luminotecnia se adjudicó la organización en Chile del próximo congreso –en su XIII versión– en la ciudad de La Serena<sup>5</sup>.

Existe hoy una inequívoca certeza de que estamos frente a la necesidad de actuar ante el cambio climático para adaptarnos, tanto a los efectos que ya nos están afectando como también reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y así limitar el aumento de la temperatura del planeta. Adoptar medidas de eficiencia energética es sin duda una de las contribuciones más importantes a la mitigación del cambio climático a la vez que genera beneficios económicos.

## **2. CONTEXTO LOCAL Y ALUMBRADO PÚBLICO**

El tema de la eficiencia energética no solo se trata de la reducción de emisiones y cambio climático, sino que también de la eficiencia en la gestión y en el manejo financiero de los gastos en energía, aspecto que es altamente relevante para el sector público.

Tal como señala la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), la eficiencia energética (EE) es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Por ello, ser eficiente con el uso de la energía significa “hacer más con

<sup>5</sup> <http://www.luminotecnia.org/#!luxamerica/c16fb>



menos”, mientras que ahorrar energía, en cambio, consiste en consumir menos energía, o directamente dejar de utilizarla.

Desde esta diferenciación, con respecto al “hacer más con menos”, Segundo López, experto en electricidad, parte de la División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía del Gobierno de Chile y encargado de asesorar en la definición e implementación del «Programa de recambio de 200.000 luminarias de alumbrado público en cuatro años», argumenta que, si bien dentro de la eficiencia energética existen varios campos de acción en los que es necesario trabajar para lograr un avance, “hacer más” con respecto al asunto específico del alumbrado público es de la mayor relevancia dado que, tal como explica, es uno de los servicios de primera importancia que entregan los municipios a su comunidad. Señala que con una iluminación adecuada de sus calles y veredas, la municipalidad no solo resguarda la seguridad tanto de los peatones como de los automovilistas, sino también lleva a cabo una labor de ornato al iluminar monumentos o edificios con valor arquitectónico que puedan darle valor a la identidad de una localidad. Además, con una buena iluminación mejora la habitabilidad de los espacios públicos –parques, plazas, paseos– que finalmente son los que logran dar vida y ayudan a fomentar

**“Hacer más con menos” es relevante, dado que dentro del monto pagado total de energía eléctrica que tienen las municipalidades de nuestro país, el alumbrado público es el ítem principal, cuyo costo representa aproximadamente un 70% de la cifra final.**

el entramado social y cultural de toda una comunidad.

“Hacer más con menos” es relevante, dado que dentro del monto pagado total de energía eléctrica que tienen las municipalidades de nuestro país, el alumbrado público es el ítem principal, cuyo costo ocupa aproximadamente el 70% de la cifra final. Es por ello que cualquier ahorro de energía eléctrica que pueda hacer un municipio se traduce en una cantidad significativa de recursos que pueden destinarse a otras actividades de servicio para la comunidad.

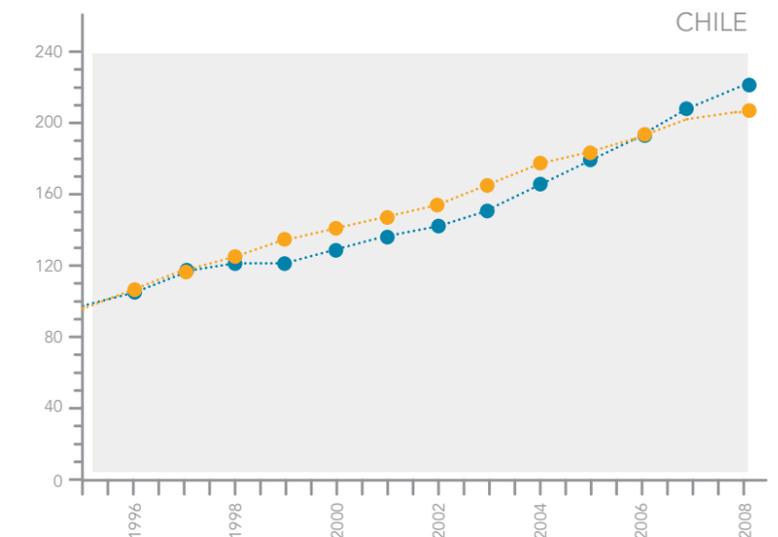
Como se observa, la demanda actual de un consumo de energía eficiente cobra aún más fuerza si hablamos desde lo público. Hay consumos energéticos, como el gasto municipal en alumbrado público,

que son altos y están íntimamente ligados a la calidad de vida de la ciudadanía, por lo que son mucho más sensibles que otros a la hora de pensar en eficiencia.

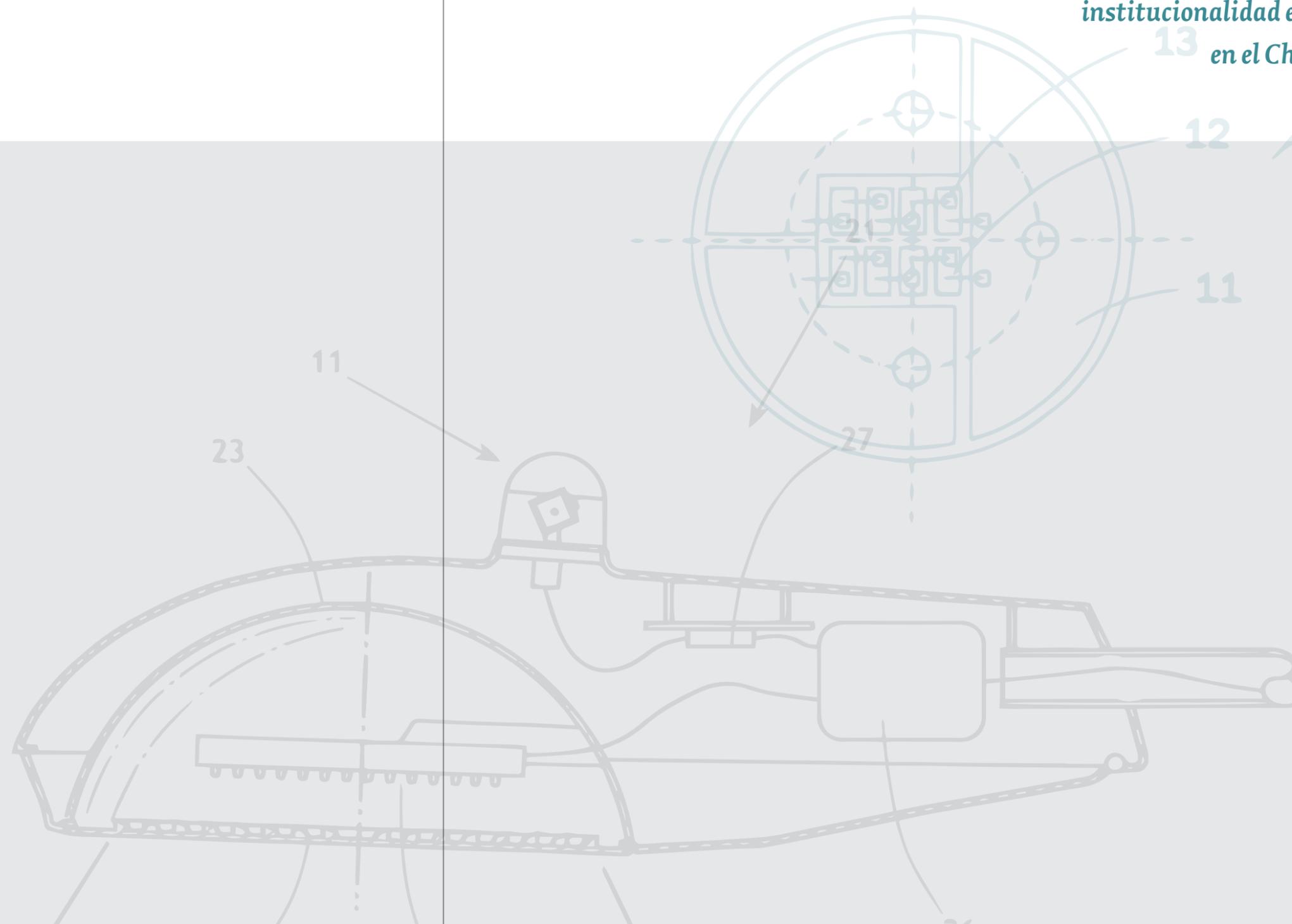
Podemos resaltar, por lo tanto, como Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), nuestro interés por visibilizar la necesidad de seguir avanzando en la implementación de mejoras que fortalezcan la eficiencia energética, en particular con respecto al alumbrado público. En esta línea, PNUD ha implementado desde el año 2008 el Programa de Mejoramiento de la Eficiencia Energética del Alumbrado Público (PMEEAP) y luego en 2011 el Programa de Capacitación para municipalidades en temas de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público (PCEEAP), que en sus dos fases operó hasta el año 2015.

## Contexto Nacional

Desacoplar el desarrollo económico del país de la demanda energética, con el fin de lograr un desarrollo sustentable



PNUD,  
*la eficiencia energética y la  
institucionalidad energética  
en el Chile actual*



## 1. PNUD EN CHILE

En 2015 vence el plazo establecido por los Objetivos del Milenio (ODM), ocho objetivos fundamentales para avanzar de manera sustantiva en el desarrollo de los países y sus poblaciones, acordados en septiembre de 2000, creados en base a insumos de una década de conferencias y cumbres de las Naciones Unidas con el objetivo de mejorar el futuro de la humanidad. Los ocho ODM establecieron objetivos medibles, acordados universalmente, sobre la erradicación de la extrema pobreza y el hambre, la prevención de las enfermedades mortales pero tratables, y la ampliación de las oportunidades educacionales de todos los niños, entre otros imperativos del desarrollo sostenible. Se han logrado enormes progresos en relación con el cumplimiento de estos, lo que demuestra el valor de una agenda unificadora basada en objetivos y metas.

Este año 2015 es crucial en la definición de la nueva agenda de desarrollo global dado que se espera avanzar hacia una agenda transformadora en pos del desarrollo sostenible. Por un lado, en septiembre 2015 países de todas las latitudes comprometerán su apoyo a los 17 nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en la Cumbre Especial sobre el Desarrollo Sostenible, y también en diciembre 2015 se llevará a cabo la COP-21 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) donde se espera alcanzar un nuevo acuerdo mundial sobre cambio climático.

En Chile, PNUD promueve los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), los derechos humanos, el medioambiente, la equidad de género, y brinda asistencia técnica a todos los actores involucrados en el trabajo por alcanzar un desarrollo humano sostenible teniendo en cuenta las prioridades del país. Concretamente, el Plan de

**“Este año, los líderes mundiales tienen la oportunidad sin precedentes de poner el mundo en la senda del desarrollo incluyente, sostenible y resiliente”,**

*Helen Clark, Administradora del PNUD, enero de 2015*

Diagrama 2.1 Objetivos del Milenio



Acción del Programa País del periodo 2011-2014, documento marco de cooperación entre el Gobierno de Chile y PNUD que estableció las áreas de trabajo, alianzas estratégicas y de gestión en los cuales se enmarcan los programas que veremos en el siguiente capítulo.

Las principales líneas de acción propuestas en el Programa de País de este periodo tienen el propósito de apoyar las grandes prioridades de equidad y desarrollo definidas por el Gobierno, teniendo en cuenta tanto la instalación de una nueva administración, la revisión del Programa de País del periodo anterior (2007-2010), la experiencia y el valor agregado que aporta el PNUD, los acuerdos de acción coordinada con los demás organismos del sistema de las Naciones Unidas y las posibilidades de asociación con otros agentes de desarrollo, así como la necesidad de avanzar hacia la consecución de los ODM.

De esta manera las principales líneas de acción propuestas para el periodo 2011-2014 fueron seis:

**1 Reducción de la pobreza y la desigualdad**, en la que las acciones se enmarcan, principalmente, en acompañar a los equipos técnicos del Gobierno en el estudio, formulación, aplicación, se-

guimiento y evaluación de políticas sociales, laborales y otras conexas. Líneas de trabajo son específicas son el avance en los ODM, la reducción de la desigualdad de género, el avance en cuanto a políticas públicas respetuosas de las culturas de los pueblos indígenas, y la lucha contra el VIH/SIDA.

**2 Consolidación de la política de desarrollo humano**, el PNUD se compromete a seguir propiciando la consolidación del marco conceptual y normativo de desarrollo humano en las políticas públicas y en la sociedad en general, para el que el Informe mundial y los informes nacionales son un relevante referente para el debate público en Chile.

**3 Gobernabilidad democrática y desarrollo local**, la que continúa el compromiso con la **consolidación de las instituciones democráticas** en Chile, apoyando los procesos de fortalecimiento de las instituciones políticas, y de participación y representación política inclusivas. Así también, en cuanto al **impulso a la modernización del Estado**, el PNUD apoyará los procesos de mejora de la gestión pública, mediante apoyo al fortalecimiento de las instituciones y la capacidad del personal de la administración pública para mejorar la calidad de las políticas públicas y la eficiencia en el uso de los recursos, prestando especial atención a ampliar y fortalecer la transparencia y el acceso a la información, y a combatir la corrupción, inclusive el apoyo a la fiscalización de las respuestas de emergencia y la reconstrucción. Por su parte, la aplicación del **Enfoque de derechos humanos** busca apoyar el fortalecimiento del capital social y la participación de jóvenes, varones y mujeres, en situación de mayor vulnerabilidad, y el enfoque de **Desarrollo local** que busca apoyar el desarrollo de las capacidades locales para asumir y liderar sus propios procesos y modelos de desarrollo.

**4 Sustentabilidad ambiental y energética**, el aporte del PNUD en esta esfera se centra en la formulación de políticas y estrategias para la protección de la diversidad biológica y de la calidad del medio ambiente. Para avanzar hacia este objetivo, el apoyo se enfoca en la recopilación de información básica para fundamentar decisiones relativas al medio ambiente, y en la incorporación y aplicación del concepto de sostenibilidad en las políticas y estrategias nacionales, en la elaboración de instrumentos y en la obtención de recursos para proteger la diversidad biológica, además de promover modelos de gestión que incorporen y fortalezcan las capacidades de los diversos copartícipes para un ordenamiento sostenible de la diversidad biológica desde la perspectiva local y comunitaria. Con respecto al **cambio climático**, se apoya la incor-

poración del tema como eje estratégico de la política nacional para avanzar progresivamente hacia una economía con bajas emisiones de carbono. Se presta especial atención al fortalecimiento de las capacidades locales para incluir las políticas de adaptación y mitigación del cambio climático en los planes de desarrollo, así como a la evaluación de los efectos sociales del cambio climático, la formulación y evaluación de medidas de mitigación y adaptación, el fomento del uso de energías renovables, y la aplicación de la política nacional de eficiencia energética.

**5 Cooperación Sur-Sur**, dado a que por el nivel de desarrollo alcanzado por Chile, se ha hecho imperativo reforzar la cooperación chilena con otros países, principalmente de la región, a fin de contribuir a alcanzar los ODM, especialmente el Objetivo 8, fomento de una asociación mundial para el desarrollo.

**6 Prevención de crisis y recuperación**, en la que principalmente se busca apoyar la formulación y aplicación, junto con los gobiernos locales y regionales, de estrategias de recuperación con plena participación e inclusión de los interesados.

Estamos hoy en un punto de inflexión en cuanto a cómo abordar el tema del desarrollo sostenible, y las consideraciones ambientales y energéticas están teniendo una crucial importancia dentro de los desarrollos de políticas públicas. Por eso vemos que en el Programa de País del actual periodo 2015-2018, la primera de las cuatro prioridades establecidas se encuentra en el Desarrollo inclusivo y sostenible, estableciéndose, en referencia a los aprendizajes de los Programas de Eficiencia Energética ya desarrollados por PNUD y la institucionalidad chilena, que en este nuevo periodo de trabajo conjunto PNUD apoyará el fortalecimiento de capacidades para mejorar la gestión de los recursos naturales y energéticos y para aumentar la participación activa de las regiones, municipios y ciudadanos.

Con esto se busca la promoción de una economía verde a través del uso de las energías renovables y la eficiencia energética, el diseño e implementación de acciones para la adaptación al cambio climático y su mitigación, la lucha contra la desertificación, y el establecimiento de mecanismos financieros y legales adecuados para la conservación y la gestión sostenible de los ecosistemas.

En este contexto, se potenciarán las alianzas con el Ministerio de Medio Ambiente y con el Ministerio de Energía, así como con gobiernos regionales y locales, para la definición de políticas y estrategias, y dando entrada a otras instituciones clave para asegurar la sostenibilidad ambiental, como el Ministerio de Hacienda.



## 2. LA INSTITUCIONALIDAD NACIONAL

### 2.1 COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA DE CHILE (CNE)

En 1978, bajo el Decreto Ley n° 2.224, se creó la Comisión Nacional de Energía (CNE), un organismo establecido como persona jurídica de derecho público, con plena capacidad para adquirir y ejercer derechos y contraer obligaciones. La Comisión fue la encargada de elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país, así como de velar por su cumplimiento. Además, cumplió con la función de asesorar al Gobierno cuando este lo requirió. Desde su fundación –y hasta la creación del Ministerio de Energía en 2010– la CNE funcionó con el rango de Ministerio, aun cuando fue siempre dependiente del Ministerio de Economía.

### 2.2 PROGRAMA PAÍS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (PPEE)

A fines del año 2005, con el fin de modernizar las normativas de la institucionalidad política en materia de eficiencia energética, el Gobierno a través del Ministerio de Minería crea oficialmente el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), con el objetivo de establecer una política nacional permanente para la utilización eficiente de los recursos energéticos.

El PPEE desarrolló diversas líneas de acción para abordar las problemáticas de eficiencia energética que afectaban al país en su conjunto, utilizando un presupuesto acumulado al año 2010 de 26.300 millones de pesos. De este modo, buscó consolidar el uso eficiente de la energía desarrollando proyectos e instalando el tema a nivel público, privado y también en la ciudadanía, con

el objetivo de favorecer una articulación efectiva de diversos actores que sirviese de apoyo al desarrollo sostenible de Chile.

Ese mismo año, el PPEE suscribió un convenio con el PNUD para desarrollar proyectos cuyo objetivo general fue mejorar, fomentar y capacitar técnicamente a varios municipios del país en el uso eficiente y sostenible de energía eléctrica en sus redes de alumbrado público.

La importancia del PPEE se traduce en que es uno de los tres pilares de la actual política energética del Estado, dado que una de sus funciones fue establecer las bases institucionales y el marco regulatorio para la eficiencia energética en Chile. Este trabajo se concretó en la posterior creación de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE).

### 2.3 MINISTERIO DE ENERGÍA

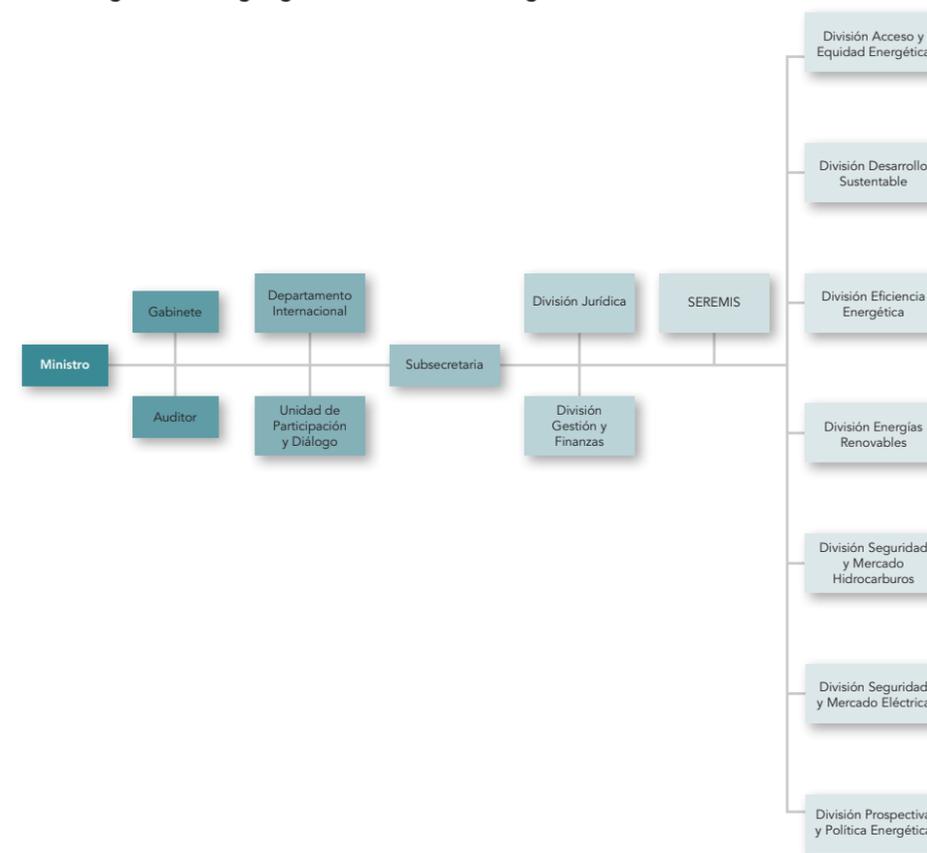
El Ministerio de Energía adquiere autonomía plena al separarse del Ministerio de Economía en febrero de 2010. Al entrar en vigencia la Ley n° 20.402 el Ministerio de Energía finalmente se consolidó como una nueva institucionalidad encargada de establecer programas, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país, y también coordinar planes y dictar normas con respecto a la uso eficiente de los recursos energéticos.

Para ello la autoridad política conformó una estructura ejecutiva que cuenta con siete divisiones, con la idea de separar las funciones de regulación y ejecución de las actividades en eficiencia energética.

### 2.4 AGENCIA CHILENA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (ACHEE)

Por su parte, y como encargada de la función ejecutiva de los programas del Ministerio de Energía, la AChEE fue establecida en noviembre de 2010, siendo la primera

Diagrama 2.2 Organigrama Ministerio de Energía



Expo Eficiencia Energética realizada los días 19 y 20 de ese mes el hito de creación de la misma. El evento, pionero en el país y Latinoamérica, presentó las principales innovaciones en eficiencia energética, con el objeto de crear conciencia sobre la necesidad del buen uso y consumo de energía, a nivel doméstico y también a nivel industrial.

La AChEE se establece como la institución encargada de reemplazar al Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), en un esfuerzo por darle aún más movilidad y solvencia a los programas establecidos y por venir, siempre focalizada en ser una parte activa en el camino establecido por nuestro país hacia un desarrollo sostenible.

*La investigación "Caracterización Nacional de Alumbrado Público", realizada en 2006, observó que el nivel de gasto presupuestario en alumbrado público en los municipios tiende a aumentar año a año.*



### 3. EL IMPULSO HACIA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO

Uno de los primeros desafíos que se planteó el Ministerio de Energía fue la creación de un Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE), que buscaba ser una guía para que los sectores público y privado puedan orientar sus acciones para incrementar la eficiencia energética en sus respectivos ámbitos de acción. El PAEE20, del actual gobierno de Chile, contempla la reducción de un 12% de la demanda energética proyectada para el 2020.

Este PAEE es un llamado a la acción y un compromiso para hacer de Chile un país con mejor energía y más sustentable. Para esto, cuenta con una serie de medidas o programas que tienen como objetivo central aumentar la eficiencia energética nacional y están orientadas a que los diferentes sectores del país integren la eficiencia energética en sus decisiones y acciones, y corresponde al primer paso para lograr desarrollar una cultura en torno a este concepto.

Estas medidas se dividen operacionalmente en las siguientes componentes: sector industrial y minero, sector transporte, sector edificación, uso final de artefactos y energético leña. A esto se suman las medidas que están orientadas a generar un cambio cultural y que son transversales a todas estas componentes.

Una de las líneas de trabajo específico del sector edificación es la promoción de la eficiencia energética en alumbrado de vías vehiculares y zonas peatonales de áreas urbanas<sup>1</sup>. En el año 2005 se estimó el potencial de mejoramiento de la eficiencia energética para el alumbrado público en un 5,6%, aplicando las siguientes medidas:

- a) recambio de lámparas de mercurio por

<sup>1</sup> Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020.



### El Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE20), del actual gobierno de Chile, contempla la reducción de un 12% de la demanda energética proyectada para el 2020.

sodio de alta presión; b) utilización de balastos más eficientes; c) uso de balastos de doble nivel de potencia<sup>2</sup>.

Entre los hallazgos más relevantes de un estudio de Caracterización Nacional de Alumbrado Público, realizado por la entonces Comisión Nacional de Energía en 2006, se cuenta la detección de que el 80% de las lámparas catastradas del alumbrado público son en efecto de sodio de alta presión, siendo las de 70W las más utilizadas, con un 34% del total de las lámparas informadas para este sondeo. Esto se puede leer como un resultado de largo plazo de la campaña de reemplazo masivo realizada en los años 90, consistente en el cambio de las lámparas instaladas, mayoritariamente de mercurio.

La misma investigación observó que el nivel de gasto presupuestario en alumbrado público en los municipios tiende a aumentar año a año, por lo que la recomendación indicada en el informe señala que es importante que este gasto se haga incorporando criterios de eficiencia energética en las decisiones de los municipios, que ayuden a suavizar ese aumento y a entregar a la comunidad el servicio de iluminación necesario. Por esto, según Diego Lizana, Director Ejecutivo de la AChEE, todo esfuerzo en esta línea permite "un ahorro significativo en la cuenta de la luz que

<sup>2</sup> "Aplicación de criterios de eficiencia energética en contrataciones públicas", PRIEN, Universidad de Chile, 2005, estudio para el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE).

pagan hoy los municipios de las comunas beneficiadas. Lo más importante es que esto no solo será una ayuda económica, sino que también permitirá cuidar la energía y con ello contribuir a un desarrollo sustentable del país". Compartiendo la mirada, para Alexis Núñez, jefe del Área de Edificación de la AChEE: "El alumbrado público es el 'consumidor final' de la energía eléctrica que gestiona un municipio, por lo que hacer un uso eficiente de él es una tarea prioritaria. Esta gestión traerá como consecuencia un ahorro económico y medioambiental; por lo tanto, pensar y tender a un alumbrado sustentable se vuelve un compromiso y debe ser un objetivo perseguido en todo el ciclo de vida de una instalación de alumbrado público. En este sentido, para que la eficiencia energética se inserte como variable a considerar, se hace importante establecer una estrategia que permita contar con el levantamiento de información técnica, con las capacidades adecuadas para administrar la energía y, sobre todo, con el conocimiento de cuál es el comportamiento y uso de la red de alumbrado"<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Columna publicada en una edición especial de El Mercurio el 28 de marzo de 2013.

**CAPÍTULO 3**

*Proyectos implementados  
por PNUD*



## ANTECEDENTES

Los precios de la energía eléctrica han aumentado considerablemente en la última década en Chile. De acuerdo a lo planteado por el Ministerio de Energía en su Agenda de Energía, en 2006 la licitación del suministro eléctrico para las familias, comercios y pequeñas empresas chilenas fue adjudicada a un valor promedio de US\$65 por MWh. En 2013, la misma licitación fue adjudicada a US\$128 MWh, prácticamente el doble del valor logrado 7 años antes, y aproximadamente un 20% más que en el año 2010. Lo mismo ha ocurrido con las industrias, las cuales en los últimos diez años han visto duplicado el precio de su consumo eléctrico. Es esta una tendencia que, de mantenerse el escenario de precios adjudicados en 2013, podría subir otro 34% en los próximos 10 años el costo de la electricidad, según estimaciones del Ministerio de Energía.

A partir de estudios encargados al Programa de Estudios e Investigaciones en Energía de la Universidad de Chile, PRIEN, del catastro del Consejo Nacional de Energía, CNE, y de las cifras más recientes de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, SUBDERE, y de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC, en el año 2005 Chile contaba con un parque de luminarias aproximado de 2.000.000 de unidades, de las cuales, además, la gran mayoría carecía de elementos electrónicos que, tanto a nivel de redes como de empalmes, aportarían a un funcionamiento más eficiente.

Asimismo, la información disponible en el Sistema Nacional de Información Municipal ([www.sinim.gov.cl](http://www.sinim.gov.cl)), permite observar que el porcentaje de los gastos en concepto de electricidad y mantención de AP, si bien han existido variaciones en los últimos años, se mantiene sobre el 20%

considerando el total de gasto municipal en bienes y servicios a la comunidad.

Como se observa, este es un gasto más que relevante, por lo que la orientación y apoyo técnico en las capacidades de los municipios para mejorar la gestión del consumo de energía, les permitiría a las municipalidades contar con recursos económicos liberados y disponibles para otros gastos en beneficio de la comunidad, junto con aportar a una reducción del consumo de energía y con ello contribuir al cuidado del medio ambiente.

En este contexto, se realizaron las 2 iniciativas que han generado esta publicación y cuyo desarrollo se expone a continuación.

En 2008, la Comisión Nacional de Energía (CNE), a través de su Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), suscribió un convenio con PNUD para llevar a cabo el proyecto denominado: “Programa de Mejoramiento de la Eficiencia Energética del Alumbrado Público”, aprobado mediante la Resolución N° 82 de la CNE del 31 de julio de ese año.

### 1. PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL ALUMBRADO PÚBLICO, PMEEAP

El ex coordinador nacional del programa comenta que “la necesidad de llevar a cabo acciones concretas respecto a la eficiencia energética en AP tuvo que ver principalmente con la constatación de una desactualización de las normativas y prácticas existentes hasta ese momento, las cuales habían sido establecidas tres décadas antes por la SEC, en 1978”. Además, agrega

## En 2008, la Comisión Nacional de Energía (CNE), a través de su Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), suscribió un convenio con PNUD para llevar a cabo el proyecto denominado: “Programa de Mejoramiento de la Eficiencia Energética del Alumbrado Público”.

que “antes que nada fue necesario hacer un análisis que permitiera poder determinar ciertos procedimientos para poder incorporar eficiencia energética en el alumbrado público”.

La apuesta base del programa consistió en que incorporando tecnologías más eficientes se podía esperar la reducción de al menos un 25% de la energía eléctrica consumida por un municipio, objetivo que finalmente se consiguió una vez que se completó la implementación del PMEEAP.

La primera etapa consistió en implementar entre 3 y 5 proyectos piloto en municipios. Para ello, PNUD realizó un proceso de selección entre los 345 municipios existentes en el país, en los cuales se desarrollarían los proyectos demostrativos. Con este fin se convocó a concurso mediante publicaciones en las páginas web de la SUBDERE, la CNE y PNUD, y diarios de circulación nacional.

#### 1.1 CONCURSO Y SELECCIÓN DE COMUNAS BENEFICIARIAS PARA PROYECTO PILOTO

Los requisitos establecidos para la selección de las municipalidades del país fueron los siguientes:

- Pertenecer al 50% de los municipios de menores ingresos.
- Disponer de información básica de su sistema de alumbrado público.
- Tener las luminarias asociadas a un circuito con medidor mediante el cual se registre el consumo eléctrico.
- Al menos el 80% de las luminarias postuladas debían de sodio de alta presión.

De un universo de 173 municipios, pertenecientes al 50% de menor ingreso del país, se recibieron 33 postulaciones, de las cuales solo 9 de ellos (correspondientes a los municipios de Pitrufquén, Porvenir, Cabo de Hornos, Coronel, Caldera, Cabildo, Gorbea, Purén y Coelemu) dieron cumplimiento a todos los requisitos establecidos en las bases de postulación.

Tras cerca de un año de desarrollo de la primera etapa de implementación del proyecto, se estableció que era necesario hacer un recambio por un total de 3979 luminarias en condiciones de ser mejoradas en los 4 municipios seleccionados. Lo siguiente consistió en determinar qué equipos elegir para reemplazarlas.





## 1.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE BASE DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LOS MUNICIPIOS BENEFICIADOS

Debido a la falta de información sobre las instalaciones de alumbrado público, el equipo de trabajo del proyecto debió desarrollar un levantamiento de información de terreno, que consistió en recopilar los tipos y potencias de luminarias por circuito de AP, asociar cada una a un medidor, caracterizar las calles de las ciudades y realizar mediciones de niveles de iluminación en una calle por tipo. En base a la información recopilada en cada municipio, se establecieron los requerimientos particulares de cada uno de ellos y, además, en este proceso fueron elaboradas las especificaciones técnicas que fueron utilizadas en la posterior licitación realizada.

El estado del alumbrado público existente en estas comunas se caracterizó por presentar la mayoría de sus luminarias en malas condiciones, con un escaso nivel de mantenimiento y principalmente de carácter correctivo. La mayoría de ellas también contaba con su vida útil expirada y con un rendimiento lumínico muy bajo.

## 1.3 PANEL DE EXPERTOS

Para poder definir la tecnología de alumbrado público que se utilizaría en la implementación de los proyectos demostrativos, se creó un panel de expertos que desarrolló un método de análisis y evaluación que permitió seleccionar luminarias que cumplieran con una serie de exigencias mínimas propuestas por el panel.

Dicho panel estuvo conformado por reconocidos especialistas en el tema y representantes de organismos que tienen directa relación con la utilización de sistemas de alumbrado público y eficiencia energética. Fueron convocados representantes de la SEC, de la Asociación Chilena de Municipalidades, del Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), y de PNUD, en conjunto con Enrique Piraino y Paulino Alonso, dos reconocidos académicos universitarios del ámbito de la iluminación y el alumbrado público, ambos de la Universidad Católica de Valparaíso.

El panel elaboró un método de análisis y evaluación para seleccionar la tecnología de luminarias a utilizar. El método tomó en cuenta los parámetros más relevantes y característicos de un sis-

## Se reemplazó un total de 4008 luminarias de sodio de alta presión, por luminarias de sodio de alta presión con balastos de doble nivel de potencia y luminarias LED.

tema de alumbrado público que fueran de impacto en la eficiencia energética de esos sistemas, para lo cual se utilizaron como referencia recomendaciones y normativas de nivel nacional e internacional. Para ser considerada eficiente, el panel determinó que el puntaje de una luminaria en el índice de eficiencia desarrollado (EFlum), debía ser igual o superior a 46 puntos<sup>1</sup>.

Con este criterio desarrollado, se conformó una comisión con 6 miembros para realizar el proceso de evaluación de la oferta existente de luminarias: 2 funcionarios de PNUD, un abogado externo, un especialista en equipos de alumbrado público, un especialista en temas contables y Jaime Villablanca, especialista y coordinador del proyecto.

## 1.4 IMPLEMENTACIÓN

Se reemplazó un total de 4008 luminarias de sodio de alta presión, por luminarias de sodio de alta presión con balastos de doble nivel de potencia y luminarias LED. Además, se reemplazaron 404 brazos de soporte de luminarias, y para los circuitos de alumbrado público se construyeron 106 nuevos tableros de control metálicos con índice de protección suficiente para impedir el ingreso de polvo y humedad, los cuales incluyeron un reloj astronómico para el control del encendido y apagado de las luminarias.

### 1.4.1 INVERSIÓN

Para la determinación del precio unitario de las luminarias por tecnología, se consideró la inversión total, es decir, el costo de los sistemas de control que se construyeron y de los brazos que se reemplazaron. Las inversiones que se realizaron en cada comuna y los costos unitarios se muestran en la siguiente tabla:

<sup>1</sup> Este valor resultó del análisis realizado a luminarias de alumbrado público existentes en el mercado nacional en el año 2009, y la información respectiva de los distintos parámetros relevantes para la Eficiencia Energética emanada de los informes técnicos y certificaciones de laboratorios independientes.

Tabla 1. Inversión realizada por comuna

Coelemu				
Tecnología	Inversión Total		Precios Unitarios	
	(US\$)	(\$)	(US\$)	(\$)
Sodio (BDNP)	551.162,84	245.703.343	533,02	237.615,43
LED	45.047,30	20.081.673	883,28	393.758,13
<b>Total</b>	<b>596.210,14</b>	<b>265.785.016</b>		

Purén				
Tecnología	Inversión Total		Precios Unitarios	
	(US\$)	(\$)	(US\$)	(\$)
Sodio (BDNP)	425.334,97	203.310.116	609,36	291.274,08
<b>Total</b>	<b>425.334,97</b>	<b>203.310.116</b>		

Pitrufrquén				
Tecnología	Inversión Total		Precios Unitarios	
	(US\$)	(\$)	(US\$)	(\$)
Sodio (BDNP)	683.770,93	326.739.939	488,41	233.386,72
LED	66.178,87	31.623.573	827,24	395.296,63
<b>Total</b>	<b>749.949,80</b>	<b>358.363.512</b>		

Porvenir				
Tecnología	Inversión Total		Precios Unitarios	
	(US\$)	(\$)	(US\$)	(\$)
Sodio (BDNP)	436.770,15	209.605.991	576,98	276.892,70
LED	27.161,28	13.034.698	798,86	383.372,91
<b>Total</b>	<b>463.931,43</b>	<b>222.640.689</b>		

## Comunas beneficiadas por el proyecto piloto

• **Purén**, con 11.495 habitantes, ubicada en la provincia de Malleco en la Región de La Araucanía, con 94,22 puntos, y un total de 698 instalaciones postuladas.

• **Pitrufrquén**, 24.039 habitantes, ubicada en la provincia de Cautín, Región de La Araucanía, con 93,89 puntos, y un total de 1480 instalaciones postuladas.

• **Coelemu**, con 15.266 habitantes, ubicada en la provincia de Ñuble, región de Biobío, con 58,26 puntos y un total de 1010 instalaciones postuladas.

• **Porvenir**, comuna de 5.640 habitantes, ubicada en la provincia de Tierra del Fuego, Región de Magallanes y de la Antártida Chilena, con 73,00 puntos y un total de 791 instalaciones postuladas.

### 1.5 ESTUDIO TÉCNICO DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN DE RESULTADOS

Para poder contar con una retroalimentación precisa que permitiera discriminar los logros y las deficiencias o imprevistos en el desarrollo del Programa, se hicieron mediciones extensivas del consumo de cada parque de luminarias correspondiente a cada municipio.

Dado que el funcionamiento del alumbrado público es estacional, la comparación de los consumos para determinar su variación tiene que realizarse en periodos de 12 meses, entre meses homólogos de años consecutivos.

Los periodos de consumo considerados fueron de junio/julio de 2011 a mayo/junio de 2012, dependiendo de las fechas de inicio y término de las obras en cada municipio. Los consumos reales del periodo de 12 meses posterior al reemplazo de las luminarias existentes, consideraron desde junio/julio de 2012 a mayo/junio de 2013.

#### 1.5.1 RESULTADOS

En las luminarias reemplazadas de sodio de alta presión con balastos normales, la reducción del consumo de las nuevas luminarias con balastos con doble nivel de potencia que se obtuvo es de aproximadamente un 25%.

En el caso de las luminarias LED, la reducción del consumo de energía es de aproximadamente un 39%.

#### Resultados lumínicos

Los niveles de iluminación mejoraron respecto de los existentes<sup>2</sup> ya que la mayoría de las luminarias que fueron reemplazadas tenían una antigüedad que superaba los 10 años y con escaso mantenimiento.

#### Periodo de recuperación de la inversión

Los periodos de recuperación promedio de la inversión de las luminarias de sodio con balastos de doble nivel de potencia se estiman en torno a los 10 años, con la excepción de Porvenir que ronda los 13 años debido a que las tarifas en la zona están exentas del pago del IVA, lo que corresponde a un subsidio del Estado.

<sup>2</sup> En base al estudio *Medición y evaluación de satisfacción de proyecto piloto de mejoramiento de eficiencia energética del alumbrado público*.

#### Estado de luminarias **antes** del PMEEAP



#### Estado de luminarias **después** del PMEEAP



Tabla 2. Resultados obtenidos corregidos según tasa de falla anterior al reemplazo

Municipio Beneficiario	Tecnología de las Luminarias	Municipio Beneficiario				TOTAL
		Coelemu (%)	Purén (%)	Pitrufquén (%)	Porvenir (%)	
Diferencia de Energía periodos Jul 2011 - Jun 2012 v/s Jul 2012 - Jun 2013	Sodio (BDNP)	-23,4	-24,5	-19,9	-27,5	-24,4
	LED	-46,4		-34,1	-41,4	-38,9
	Total	-24	-24,5	-21,1	-28,2	-24,9

Para el caso de las luminarias LED, el periodo de recuperación de la inversión está en un rango de 12,5 a 27 años. Esto se debe principalmente a que los costos de las luminarias de esta tecnología en la época en que se realizó la licitación eran muy superiores a los de sus equivalentes en sodio.

Debido al rápido desarrollo de la tecnología LED, la situación actual de estas luminarias ha mejorado ya que los costos se han reducido y su eficacia se ha incrementado respecto a los vigentes hace 4 años, lo que ha modificado positivamente los periodos de recuperación de la inversión a un rango de 6 a 8 años. Además, frente a un escenario en que el costo del suministro eléctrico podría aumentar, el periodo debería tender a disminuir.

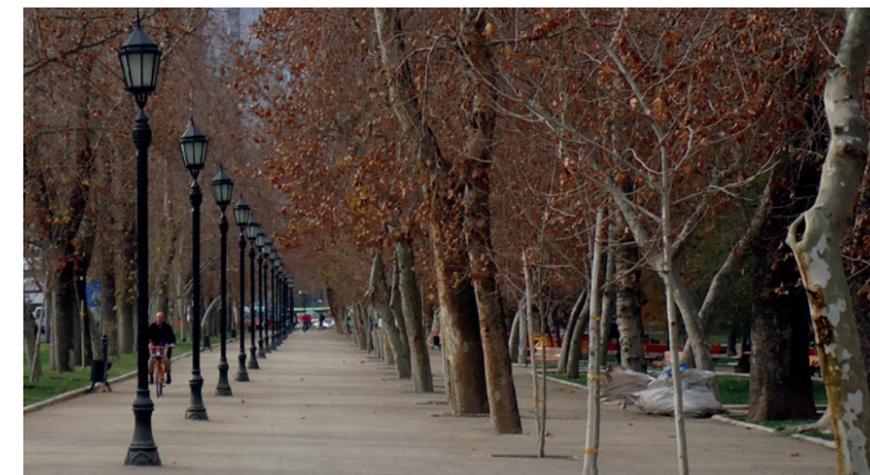
#### 1.5.2 ESTUDIO DE PERCEPCIÓN DE SATISFACCIÓN DEL BENEFICIARIO

Tanto para PNUD, como para el Ministerio de Energía, era fundamental poder evaluar y medir cuál había sido el impacto de este recambio y el efecto generado con la instalación de estas nuevas luminarias. Por esa razón, se decidió llevar a cabo el estudio "Medición y evaluación de satisfacción de proyecto piloto de mejoramiento de eficiencia energética del alumbrado público", realizado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico para poder evaluar el impacto de dicho sobre la calidad de vida de las personas de esas comunas.

El objetivo general del estudio fue evaluar el impacto a nivel de percepción del alumbrado público de los habitantes de las comunas beneficiarias de los proyectos de recambio de luminarias: Coelemu, Purén, Pitrufquén y Porvenir, pudiendo además de esa manera definir y validar una metodología de medición utilizable en proyectos similares futuros.

#### Principales resultados del estudio

En el estudio se pudo observar que, en los cuatro municipios, ante la pregunta relativa a la función principal del alumbrado público, los usuarios declararon que es primeramente "Otorgar seguridad a los peatones y conductores durante la noche" y en segundo término "Permitir la visibilidad nocturna en las zonas oscuras".



### Índice de satisfacción general del usuario

En **Coelemu** un 67% de los usuarios se declaran satisfechos, un 22% de los usuarios manifiestan indiferencia frente al cambio del servicio (ni satisfecho ni insatisfecho) y existe un 11% de usuarios insatisfecho con el servicio de alumbrado público recibido.

En el caso de **Purén** un 63% de los usuarios se declaran satisfechos, un 24% de los usuarios manifiestan indiferencia frente al cambio del servicio (ni satisfecho ni insatisfecho) y existe un 13% de usuarios insatisfecho con el servicio de alumbrado público recibido.

Así también, en **Pitrufquén** un 60% de los usuarios se declaran satisfechos, un 28% de los usuarios manifiestan indiferencia frente al cambio del servicio (ni satisfecho ni insatisfecho) y existe un 12% de usuarios insatisfecho con el servicio de alumbrado público recibido.

En **Porvenir** es algo distinto, ya que solo un 42% de los usuarios se declaran satisfechos, un 32% de los usuarios manifiestan indiferencia frente al cambio del servicio (ni satisfecho ni insatisfecho) y existe un 26% de usuarios insatisfecho con el servicio de alumbrado público recibido, mostrando las mayores diferencias con los otros tres municipios, presentando el índice de insatisfacción más alto y el de satisfacción más bajo.

En la mayoría de los casos el nivel de satisfacción de los usuarios de los nuevos sistemas de alumbrado público instalados tiende a ser mayoritariamente positivo, existiendo algunas variaciones respecto a esta percepción entre las comunas, dependiendo además de la tecnología instalada.

Por último, la evaluación de los encargados municipales sobre el Programa

de recambio en general es positiva. Sin embargo, se detecta en sus respuestas algunas dudas respecto a su funcionamiento y lo que inicialmente fue comprometido en el proyecto. Se observa una inquietud de conocer más de cerca las tecnologías, y de contar con una mayor formación para resolver posibles problemas de funcionamiento y operación.



### 1.6 CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

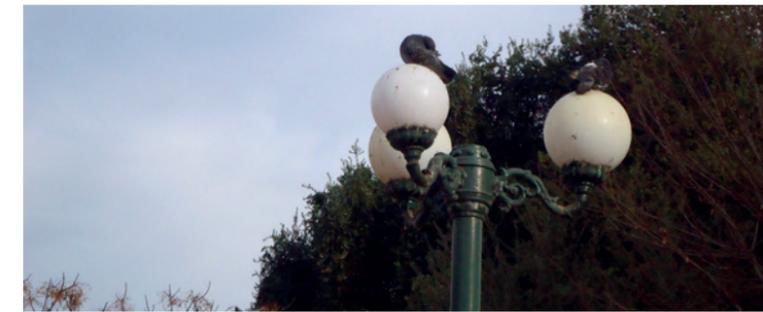
Durante la implementación del PMEEAP (entre los años 2008 y 2011, particularmente) se identificaron falencias a nivel municipal respecto de la gestión energética de AP, las cuales son observables en gran parte de las municipalidades del país. Estas, además, no disponen de capacidades que les permitan gestionar de manera adecuada los sistemas de AP de sus respectivas comunas. Esta situación redundante en que los sistemas existentes de iluminación, en su mayoría obsoletos y con su vida útil expirada, generan dificultades y altos costos en su operación y mantenimiento, produciendo mala calidad de iluminación de la comuna, y con ello aumentando la percepción de inseguridad ciudadana.

No solo existe una falta de conocimiento del alumbrado público, en un alto número de municipios no hay un área específica de AP, tema que generalmente es asumido por otros departamentos como Aseo y Ornato, Dirección de obras, Secplac, entre otros. Por otro lado, estos funcionarios no tienen especialización requerida en alumbrado público y asumen numerosas funciones, por lo tanto, no tienen dedicación exclusiva al tema en cuestión. En estos casos existe una gran rotación del personal ya que continuamente están cambiando de funciones al interior de los municipios.

En la mayoría de los municipios existe falta de personal capacitado para gestionar proyectos de reemplazo masivo de luminarias y/o de nuevos proyectos de AP, que permitan al mismo tiempo la correcta operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrado en forma más eficiente. A esto se suma que no hay un buen manejo de los conceptos de tarifas eléctricas y su aplicación en la facturación del consumo de los sistemas de iluminación pública. El desconocimiento que existe al interior de los municipios con respecto a su sistema de alumbrado, impide que manejen distintas fuentes de financiamiento y mecanismos para que puedan realizar auditorías energéticas, considerando en ellas un catastro físico de sus instalaciones, argumenta.

Por ello, la principal conclusión de la implementación del PMEEAP fue que se debía continuar con un adecuado fortalecimiento de capacidades de gestión en los municipios que permitieran mejorar esta situación.

**La principal conclusión de la implementación del PMEEAP fue que se debía continuar con un adecuado fortalecimiento de capacidades de gestión en los municipios.**



### 2. FASE I PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA MUNICIPALIDADES EN TEMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO, PCEEAP (AÑOS 2011- 2013)

Durante la implementación del PMEEAP, el equipo de proyecto llevó a cabo reuniones con los encargados del alumbrado público de las municipalidades beneficiarias. A partir de estas reuniones el equipo pudo identificar las siguientes falencias:

- Falta de personal capacitado que permita la correcta operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrados en forma eficiente.
- Desconocimiento de las tarifas eléctricas y de su aplicación en la facturación del consumo de los sistemas de AP.
- Desconocimiento de su sistema de alumbrado público, por lo que es necesario establecer fuentes de financiamiento y mecanismos para que puedan realizar auditorías energéticas, considerando en ellas un catastro físico de sus instalaciones de AP.
- Los municipios no disponen de un sistema que les permita manejar la información en forma sistematizada, lo que impide poder realizar cualquier tipo de gestión.
- En general, los municipios no cuentan con personal con dedicación exclusiva para la administración de los sistemas de AP. En estos casos existe una gran rotación del personal.

Como un complemento natural al PMEEAP, en base a las falencias detectadas la AChEE elaboró un documento de proyecto con el fin de implementar un Programa Capacitación para municipalidades en temas de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público, PCEEAP, cuyo principal objetivo fue la generación de capacidades básicas en el personal municipal para la gestión del alumbrado público, incluyendo la creación de capacidades para el manejo de proyectos de reemplazo de las luminarias existentes por luminarias eficientes.

Este proyecto tuvo un financiamiento inicial de \$224.900.000 (equivalentes a US\$482.618).

En la fase inicial del PCEEAP, que luego sería complementada con una segunda fase, se planearon tres objetivos y resultados principales.

#### 2.1 RESULTADO 1: 62 MUNICIPALIDADES CAPACITADAS

Se consideró como meta inicial “beneficiar al menos a 10 municipios y capacitar 20 funcionarios municipales”, considerando esta experiencia como un trabajo piloto. Sin embargo, durante los años 2011 a 2013 fueron beneficiados 62 municipios pertenecientes a 7 regiones, y fueron capacitados 120 funcionarios municipales en total, además de funcionarios de otros servicios públicos, como el Ministerio de Desarrollo Social y la SEC. Este aumento se produjo debido a la alta demanda de los municipios por participar de esta iniciativa.

El proceso de selección de los 50 municipios adicionales que fueron capacitados fue acompañado por una serie de criterios:

- ✓ Proyectos que hayan sido presentados a fondos públicos con interés en temas de energía.
- ✓ Vulnerabilidad, basado en el IDH, Casen y otros.
- ✓ Impacto (en la comunidad) medido por la percepción de seguridad.
- ✓ Dentro de la provincia se contará con municipios grandes, medianos y pequeños.

Para la selección de los profesionales a cargo de las capacitaciones se realizó una licitación pública, cuyo objetivo principal fue contar con perfiles profesionales que tuviesen las habilidades blandas necesarias y a la vez una amplia experiencia y conocimiento en temas de alumbrado público.

Enrique Piraino y Paulino Alonso, académicos de la Universidad Católica de Valparaíso, con una vasta trayectoria en estas

**Durante los años 2011 a 2013 fueron beneficiados 62 municipios pertenecientes a 11 regiones, representando un 22% del total de municipios del país.**



temáticas, fueron quienes figuraron como principales relatores y estuvieron encargados de impartir un alto porcentaje de los contenidos. Fueron convocados, además, Ernesto Sariego, encargado de alumbrado público en la SEC, y Jaime Villablanca, coordinador nacional del PMEEAP en ese entonces. Todos ellos, participaron del primer piloto. Posterior a eso, se amplió la participación de otros profesionales.

Se establecieron los siguientes módulos de capacitación, los que se consideraron básicos para el desempeño de las funciones de un responsable de administrar el sistema de alumbrado público en un municipio, y fueron impartidos en 2 días cada uno:

Expositor	Materia	Contenidos	Institución
Alexis Núñez	Introducción eficiencia energética en alumbrado público.	Conceptos fundamentales de energía y eficiencia energética.	Jefe Edificación AChEE.
Enrique Piraino	Conceptos básicos de alumbrado.	Conceptos básicos de iluminación (lumen, lux, etc., distribución lumínica), con demostración práctica de lámparas y luminarias, con sus componentes.	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
		El alumbrado público.	
		Derechos y obligaciones de la municipalidad.	
		Catastro del alumbrado público (luminarias en un circuito v/s conectadas a la red de distribución).	
Ernesto Sariego	Reglamentación SEC / AP	Procedimiento de elaboración.	Superintendencia de Electricidad y Combustible, SEC.
		Marco teórico y conceptual de la reglamentación de alumbrado público aplicable: actual y futura (incluye reglamento en trámite).	
		Declaración SEC (TE2) de instalaciones de alumbrado público.	
		Herramientas de gestión, proyecto tipo aplicación.	
		Herramientas de gestión del alumbrado público.	
Jaime Villablanca	Ernesto Sariego Presentación de informe panel de expertos.	Proyecto tipo, módulo SEC usuario municipal.	Coordinador Nacional Proyecto Recambio Masivo de Luminarias, PNUD.
		Aplicación y medición en terreno durante todo el proyecto.	
Irene Righetti y Patricio Garrido	Postulación de proyectos al Sistema Nacional de Inversiones (SNI).	Metodología de trabajo.	Ministerio de Desarrollo Social
		Pasos administrativos a seguir.	
		Formulación de proyectos, criterios.	
		Norma, sistema nacional de inversiones.	
Pamela Frenk	Banco Integrado de Proyectos (BIP).	Criterios de formulación de proyectos.	Ministerio de Desarrollo Social
		Sistema Nacional de Inversiones y normativa vigente.	
		Pasos administrativos a seguir.	
		Alternativas de financiamiento.	
Paulino Alonso	Sistema Tarifario	Evaluación económica de proyectos de reemplazo de alumbrado en la vía pública.	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
		Revisión de propuesta metodológica.	
		Su génesis, alternativas de tarifas según el tipo de las instalaciones (alta tensión y baja tensión).	
		Opciones de tarifas para el alumbrado público: Condiciones, ventajas, desventajas, criterios de selección.	
		Ejercicio práctico con simulación tarifaria (Comparación entre distintas tarifas, especialmente BT1-BT2), aplicación en el proyecto tipo.	
		Lectura y análisis de facturas, gestión eficiente sobre AP, contratos eléctricos: ejercicio práctico.	

### Comité Técnico de Supervisión (CTS)

Para asegurar la correcta coordinación de este programa y facilitar la gestión de las actividades definidas en el plan de trabajo, se operó a través de un Comité Técnico de Supervisión (CTS), integrado originalmente por los socios implementadores (AChEE y PNUD), pero a comienzos del año 2012 se decidió ampliarlo, extendiendo una invitación a un grupo de actores conformado por Carla Bardi, profesional de la División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía, Pamela Frenk, analista de metodologías del Ministerio de Desarrollo Social, y Ernesto Sariego, de la SEC, quienes fueron clave para el desarrollo del proyecto debido a su experticia técnica en dichas materias. Este comité ampliado se constituyó formalmente en abril de 2012, sesionando de acuerdo a los requerimientos del programa de trabajo.

Durante la ejecución del proyecto, el CTS decidió que sería pertinente incluir los contenidos y conceptos sobre eficiencia energética como parte de los contenidos a impartir, debido a la estrecha relación existente entre un manejo eficiente del alumbrado público y los gastos asociados a este ítem.

En este contexto, la AChEE se integró como parte del equipo de relatores. A su vez, el Ministerio de Desarrollo Social también fue convocado, debido a la alta demanda recibida por parte de los funcionarios municipales en relación a su baja capacidad para elaborar proyectos para ser presentados a algún fondo de financiamiento público, o bien en relación al apoyo que estas instituciones les podrían brindar por medio de la presentación de las

metodologías para la postulación a dichos fondos.

Por último, es importante señalar que al finalizar la fase I del PCEEAP, el Ministerio de Energía consideró que la SUBDERE era el organismo indicado para continuar la línea de trabajo vinculada a las capacitaciones, debido a que se pretendía establecer como una política pública de mediano y largo plazo. Por esta razón, y habiendo superado con creces la meta establecida para este resultado, el proyecto no siguió esta línea de trabajo.

### Relatos de beneficiarios

“Mi experiencia en lo personal fue rica en conocimientos”, cuenta David Castillo, del Departamento de Obras de la Municipalidad de Cobquecura, compartiendo la visión de la mayoría de los participantes. Sin embargo, aclara, “lamentablemente solo eso, sin mucha utilidad, ya que a mí me trasladaron del departamento de obras en el cual llevaba todo lo que tenía que ver con alumbrado público”, dando cuenta de un hecho común entre los municipios.



Por otra parte, y al igual que otros participantes, Waldo Guerrero, Director de obras de la Municipalidad de Combarbalá, señala que “sería importante poder postular a un proyecto con fondos del gobierno para el recambio completo de alumbrado público a una nueva tecnología en toda la comuna, cosa que nos permita ahorrar al más corto plazo posible, además de entregar mejor calidad de luminosidad”.

### 2.2 RESULTADO 2: PROYECTOS PILOTO DE RECAMBIO DE LUMINARIAS IMPLEMENTADOS Y EVALUADOS

Este segundo resultado proponía desarrollar por lo menos 3 proyectos piloto de recambio, de al menos 25 luminarias cada uno, proyectando una reducción de al menos 10% del consumo energético con los proyectos piloto. El objetivo era poner en práctica los conocimientos adquiridos y poder replicar a pequeña escala procesos de recambio de luminarias.

Durante el año 2012 se llevaron a cabo dos licitaciones vinculadas con este resul-

tado. El primer proceso se desprende de la petición directa de los 12 primeros municipios que fueron capacitados (en las regiones de Coquimbo, O'Higgins y Biobío). Los municipios expresaron que, para poder realizar un proyecto de recambio de luminarias, necesitaban información sobre sus respectivos parques de luminarias, y sobre la cantidad y las condiciones en que se encontraban estas.

El CTS, acogiendo la necesidad manifestada por los funcionarios ya capacitados, orientó en forma conjunta con el proyecto los requerimientos para elaborar tres licitaciones (una por región) para poder realizar dichos catastros.

Los objetivos establecidos para estas consultorías fueron:

- ✓ Realizar un catastro geo-referenciado de las luminarias, postes, tableros y circuitos existentes.
- ✓ Apoyar a las municipalidades en la preparación de un proyecto de mejoramiento del alumbrado público para un sector de aproximadamente 25 luminarias.
- ✓ Apoyar a la AChEE y al PNUD en la preparación de bases técnicas que pudieran ser usadas para desarrollar bases de licitación para la adquisición de los equipos y luminarias.

Si bien se presentaron oferentes para cada una de las regiones, los resultados no fueron óptimos. Los costos económicos asociados a cada consultoría ofrecida sobrepasaban incluso los fondos disponibles del proyecto, por lo tanto el proceso fue declarado desierto.



Debido a los compromisos establecidos con los respectivos alcaldes, en un segundo intento por apoyar y continuar con el proceso de fortalecimiento local sobre esta temática, se llevó a cabo un nuevo proceso de licitación. En sus bases éste buscaba contratar a un consultor para asesorar a funcionarios municipales en la elaboración de proyectos de eficiencia energética para el alumbrado público, contemplando dos productos:

- 1.- Diseñar un proyecto de alumbrado público consistente en el recambio de luminarias (considerando un circuito reducido, de entre 25 y 30 luminarias eficientes).
- 2.- Elaborar una hoja de ruta para el alumbrado público para los doce municipios, con el fin de dejar establecidos los pasos y procedimientos a seguir para lograr el recambio de luminarias, de acuerdo a la realidad de cada uno de ellos.

Esta última consultoría solo logró cumplir con la primera etapa del diagnóstico de los 12 municipios, debido por un lado a retrasos de los mismos municipios en la entrega de alguna información

clave, y a su vez, algunas complicaciones del oferente en los tiempos establecidos para la entrega de lo establecido en dicha consultoría.

Finalmente, en relación al cumplimiento de este resultado, durante la ejecución del proyecto se tomaron en consideración los altos costos de su implementación, los dos procesos fallidos en distintos grados y el hecho de que si bien el mercado cuenta con profesionales técnicos en el ámbito de la electricidad, éstos no siempre presentan además las habilidades blandas ideales para trabajar con municipios, lo que finalmente dificultó y retrasó algunos procesos propios del proyecto.

En este contexto, el CTS estimó inconveniente llevar a cabo esos tres proyectos piloto de recambio de luminarias (25 luminarias cada uno), dado que si bien era un ejercicio práctico beneficioso para quienes habían participado de las capacitaciones, finalmente la cantidad de luminarias involucradas no era suficiente para tales efectos, por lo que no tendría un impacto real sobre la obtención de un ahorro financiero y de una reducción del consumo energético lo suficientemente significativos.

### 2.3 RESULTADO 3: CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIAS, GENERADAS EN GESTIÓN DE PROYECTOS EN ALUMBRADO PÚBLICO, SISTEMATIZADAS, PUBLICADAS Y DIFUNDIDAS

El proyecto consideró que por medio de la difusión de los resultados, se lograría dar a conocer el impacto de este en diversos ámbitos que se relacionan con el alumbrado público y la eficiencia energética. Para ello creó diversas instancias, tales como: seminarios, talleres, mesas de trabajo, notas en medios de comunicación y una publicación sobre la fase I.

La principal actividad fue el seminario internacional denominado: “Experiencias exitosas en recambio de luminarias y el uso de las nuevas tecnologías”, realizado el día 11 de diciembre de 2013 en las dependencias de Naciones Unidas, que tuvo como expositor principal a Eduardo Manzano, Director del Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión de la Universidad Nacional de Tucumán.

Al Seminario asistió un alto porcentaje de funcionarios que fueron capacitados, así también los servicios públicos relacionados con este y algunas autoridades locales.

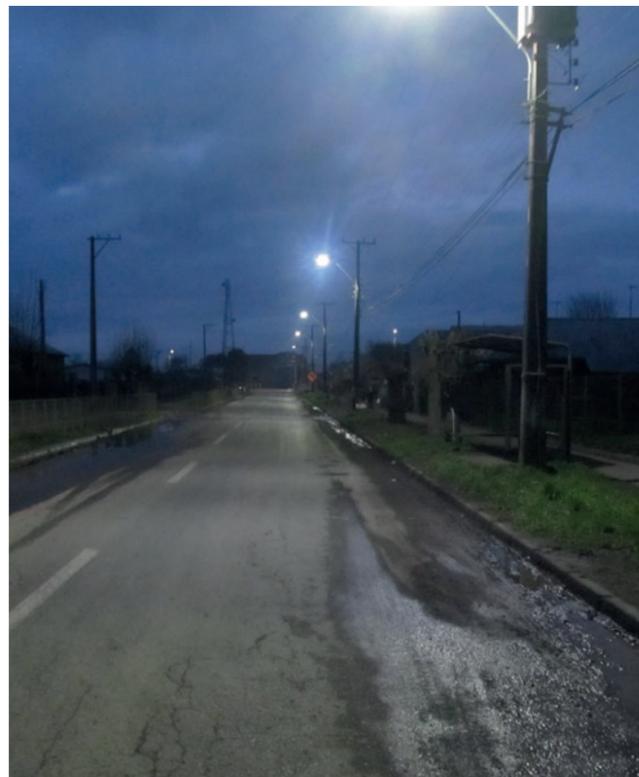
Además, entre los días 10 y 13 de diciembre se realizaron las siguientes actividades:

- Mesa de trabajo con funcionarios municipales y representantes del Ministerio de Desarrollo Social, la Superintendencia de Electricidad y Combustible y funcionarios de la Asociación de Municipios Rurales, AMUR.
- Reuniones con las contrapartes del proyecto: Ministerio de Energía, a través de la División de Alumbrado Público, y el Área de Edificación de la AChEE.

Además, publicó un libro denominado: “Lecciones aprendidas”, en él se reflejan los principales resultados de esta primera fase.

### 2.4 CONCLUSIONES

Tras la realización de esta primera fase del PCEEAP quedó de manifiesto el hecho de que cualquier gran proyecto de recambio de luminarias requiere necesariamente tanto de una capacitación técnica como de un trabajo en la cultura interna de las municipalidades que haga hincapié en la importancia del AP. Así, además de generar conocimientos mínimos en los funcionarios a cargo, se favorece la autogestión y se crean las condiciones necesarias para la correcta gestión de una mejora de la infraestructura en el alumbrado público. Para poder avanzar en esa dirección, y en conjunto con



los funcionarios participantes, el equipo identificó la necesidad de dar un paso más que permitiera suplir la necesidad de conocimientos sobre elaboración de proyectos de AP y su buen manejo desde las fases de formulación, postulación a fondos estatales y posterior implementación y supervisión.

Tomando en cuenta el interés de los municipios hacia las capacitaciones, demostrado por la amplia cobertura a nivel nacional lograda por las actividades de ese resultado, se observó la necesidad de seguir fortaleciendo el desarrollo local, potenciando las instituciones y el capital humano regional en un tema relevante como es la eficiencia energética, así como la importancia de promover la autogestión municipal. Por tanto, una vez cerrada la fase I, desde el CTS se planificó la fase II del PCEEAP, que tenía como resultado esperado continuar la capacitación de los funcionarios municipales en una dirección que les permitiera contar con las capacidades para elaborar proyectos de aumento de la eficiencia en el alumbrado público.

### 3. FASE II PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA MUNICIPALIDADES EN TEMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO, PCEEAP (AÑOS 2013-2015)

El objetivo general del Programa en esta fase II fue apoyar, monitorear y fortalecer las capacidades de los municipios que ya hubieran participado de programas de mejoramiento de eficiencia energética y en programas de capacitación en el alumbrado público. Se llevó a cabo mediante la entrega de nuevas herramientas que les permitieran el manejo de proyectos de reemplazo de las luminarias existentes por luminarias eficientes y a la vez desarrollar la autonomía local en el manejo de la eficiencia energética de los municipios.

Para esto se establecieron tres productos principales:

#### 3.1 RESULTADO 1: GENERACIÓN DE CAPACIDADES PARA LA AUTOGESTIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN 4 COMUNAS QUE IMPLEMENTARON UN RECAMBIO MASIVO EN EL MARCO DEL PMEEAP

Tomando en cuenta que las bases del PMEEAP contemplaban que la contratación del servicio de operatividad y mantenimiento del sistema, junto con las garantías, duraban entre mayo y julio de 2014, y que luego esta sería de exclusiva responsabilidad de cada municipio, se inició esta línea de trabajo con el objetivo de contribuir al fortalecimiento local en temas asociados a

la eficiencia energética en AP en las cuatro comunas, entregando apoyo técnico y capacitando a dichas municipalidades en el mantenimiento y operatividad del nuevo sistema de AP instalado en las cuatro comunas que obtuvieron el recambio masivo de luminarias en el periodo 2011-2012.

La capacitación en este caso fue hecha a través de un primer taller denominado “Taller de autogestión para comunas que hicieron un recambio masivo”, llevado a cabo en el laboratorio de Fotometría de la Universidad de Valparaíso en abril de 2014, en conjunto por los académicos especialistas Enrique Piraino y Paulino Alonso, Ernesto Sariego, encargado de Alumbrado Público y experto en normativa de la SEC y Jaime Villablanca.

El curso contó con la participación de siete asistentes provenientes de los municipios señalados que hicieron el recambio masivo al comienzo: Coelemu, Purén, Pitrufquén y Porvenir. El resultado del proceso de aprendizaje se pudo constatar por medio del proyecto final que cada participante realizó aplicando un programa de cálculo de iluminación. En esta etapa, se pudo analizar las distintas alternativas de luminarias que satisfacen los requerimientos de un proyecto y su mayor o menor grado de eficiencia en el logro de los resultados. Al mismo tiempo, los alumnos aprendieron a estructurar índices de eficiencia energética para los proyectos como son los



**Cualquier gran proyecto de recambio de luminarias requiere necesariamente tanto de una capacitación técnica como de un trabajo en la cultura interna de las municipalidades.**

lúmenes por watt obtenidos en cada alternativa, lo cual es inédito en este tipo de proyectos. También pudieron comparar el resultado usando diferentes tecnologías de fuentes de luz, como son LED y sodio de alta presión.

### 3.2 RESULTADO 2: CAPACIDADES CREADAS PARA LA ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS RELACIONADOS CON EL ALUMBRADO PÚBLICO

Para una segunda línea de acción, que buscaba seguir avanzando en la capacitación de los diez municipios participantes de la fase I de este Programa que decidieron seguir perfeccionándose en los talleres para la autogestión, se estipuló como objetivo entregar insumos y conocimientos técnicos, que permitieran a estos diez municipios presentar de manera óptima proyectos a fondos nacionales de desarrollo regional u otros, que permitan mejorar el estado actual de su AP.



Para llevar a cabo las dos primeras actividades de este producto se contrató a Deuman, consultora a la que se encargó en una primera etapa realizar un diagnóstico de la realidad local de estos diez municipios, para luego elaborar un programa de capacitación específico implementado en tres talleres (uno por región), que les facilitara a los participantes adquirir las competencias necesarias para: (i) conocer las tecnologías existentes en AP, (ii) elaborar proyectos de recambio parcial o masivo de AP, (iii) seleccionar la tarifa óptima para cada una de sus redes, (iv) realizar la compra de insumos adecuados, (v) gestionar y mantener en perfectas condiciones los equipos, todo ello siempre teniendo en cuenta criterios de eficiencia energética, y (vi) capacitar a los funcionarios en la elaboración de proyectos con fondos nacionales, haciendo especial énfasis en los procesos de postulación de proyectos al Sistema Nacional de Inversiones (SNI) u otros.

Para lograr apoyar a estos municipios en sus procesos de recambio de luminarias, se estipularon los siguientes productos:

#### a) Elaboración de una guía específica sobre AP para cada municipio (guía metodológica)

Como apoyo a los conocimientos entregados en los talleres, y tomando en cuenta los requerimientos específicos levantados en la etapa de diagnóstico, la consultora elaboró una guía específica para cada municipio, con el objetivo de ser usada como una carta de navegación para cada uno de los pasos a seguir en la elaboración de proyectos que permitan mejorar su actual condición del alumbrado público local.

#### b) Asesoría técnica en la elaboración de proyectos con fondos nacionales

Los talleres fueron impartidos por el Ministerio de Desarrollo Social. La mirada estuvo centrada en el banco integrado de proyectos y la postulación a fondos nacionales. Fueron realizados



los días 26 y 27 de noviembre del 2014, en Quirihue, para la Región de Biobío, 3 y 4 de diciembre del 2014, en Illapel para la Región de Coquimbo, y el 10 y 11 de diciembre del 2014, en Navidad, para la Región de O'Higgins.

Otras herramientas para aumentar las capacidades a nivel local en temas de AP.

#### c) Elaboración de una guía genérica de alumbrado público con énfasis en eficiencia energética

Con el apoyo técnico de la División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía, se elaboró la "Guía genérica de alumbrado público con énfasis en EE". El objetivo de esta guía es ser un instrumento de consulta permanente sobre los pasos a seguir para llegar a obtener un recambio masivo que cumpla con los requisitos técnicos necesarios con énfasis en eficiencia energética.

#### d) Pilotos de gestores energéticos en alumbrado público.

Debido a la relevancia que tiene tanto para PNUD como para la AChEE aumentar y mejorar en forma permanente las capacidades de los funcionarios municipales que manejan su sistema de Alumbrado Público y apoyando la Agenda Energética que ha presentado este actual gobierno, ambas instituciones establecieron como prioridad crear una experiencia piloto dominada "Gestores Energéticos en alumbrado público".

Esta idea se complementa con el actual programa de Gestores Energéticos que ejecuta la AChEE por medio de su Área de Edificación. La Agencia define al gestor energético como "un profesional capaz de hacerse cargo de la búsqueda de la optimización del uso de la energía dentro de su organización". Entre los objetivos del Gestor Energético está "promover la implementación de medidas que permita utilizar más eficientemente los recursos energéticos, mejorando la productividad y competitividad en los sectores intervenidos a través de la reducción del consumo. Dado lo anterior, el programa nace de la necesidad de fortalecer el capital humano en los sectores de consumo para la inclusión del concepto de Eficiencia Energética (EE) en el desempeño de funciones críticas, aportando a mejorar las condiciones de empleabilidad de estos trabajadores, en este caso en el alumbrado Público".

Para esto se contrató a los profesionales Rubén Rodríguez y Rodrigo Balderrama, especialistas en el área, como consultores para llevar a cabo dichos cursos, los que fueron realizados en la ciudad de Antofagasta, en acuerdo con la Asociación de Municipalidades de Antofagasta y luego en la región de Arica, entre mayo y junio de 2015.

Estas relatorías estuvieron enfocadas a funcionarios municipales, cuyas responsabilidades recaen en el mantenimiento y operatividad del alumbrado público de su municipio y los contenidos principales estuvieron enmarcados en la línea que lleva la AChEE con respecto a gestores energéticos.

En su reflexión sobre el proceso de evaluación, R. Balderrama, comenta que "si bien los resultados no son bajos, durante la revisión de las evaluaciones se observó confusión en conceptos de rentabilidad, periodo de retorno de inversión, decreto supremo de contaminación lumínica y el cálculo de la energía consumida". Por su parte, pero en línea con lo anterior, en opinión de Rodríguez, "las consultas específicas en temas de alumbrado público, que realizan los participantes en las presentes capacitaciones, evidencian la necesidad de emplazar la temática de capacitar al personal municipal como una acción permanente, orientada a reforzar las



capacidades y desarrollar habilidades específicas, en los encargos de los servicios de alumbrado público”.

Ernesto Lee, Director de la Secplan de la Municipalidad de Arica, y cuenta que “el curso fue realizado justo cuando estábamos terminando el catastro georeferenciado, por lo que nos entregó las herramientas necesarias para poder continuar con el plan maestro de iluminación comunal, siendo ésta la segunda etapa”.

### 3.3 RESULTADO 3: CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA GENERADOS EN GESTIÓN DE PROYECTOS EN ALUMBRADO PÚBLICO, SISTEMATIZADOS, PUBLICADOS Y DIFUNDIDOS.

Con el fin de poder poner al alcance de la mayor cantidad de personas posible los conocimientos, criterios, experiencias y recomendaciones generados a lo largo de estos siete años de trabajo en pro de la Eficiencia Energética en el Alumbrado Público, y como último resultado del actual proyecto, y en el afán por generar y transferir conocimiento de PNUD, se desarrollaron varias

actividades orientadas a la socialización de los aprendizajes generados y sistematizados en publicaciones que logran ser útiles a la hora de replicar las experiencias en un mayor nivel como para desarrollar nuevos proyectos en el ámbito de la Eficiencia Energética en Alumbrado Público en el marco de trabajo con las municipalidades del país.

#### 3.3.1 SEMINARIOS DE BUENAS PRÁCTICAS MUNICIPALES

Con el taller “Fortalecimiento de capacidades municipales en instrumentos de gestión ambiental y de energía” se logró la difusión de experiencias de proyectos piloto en recambio masivo de luminarias y capacitaciones a funcionarios municipales en temas de alumbrado público, como parte de un convenio marco de trabajo acordado entre el PNUD y la Asociación de Municipios de Antofagasta (AMRANTOF).

Este convenio está orientado a diseñar e implementar diversas acciones con el fin de apoyar al desarrollo de las nueve comunas que componen la región (Taltal, Ollagüe, San Pedro de Ataca-

ma, Mejillones, María Elena, Mejillones, Antofagasta, Sierra Gorda y Calama), enfocadas de manera conjunta en tres áreas de trabajo:

- 1.- Programa de sustentabilidad ambiental y gestión de residuos sólidos domiciliarios.
- 2.- Programa de turismo sustentable como factor de desarrollo local y regional.
- 3.- Programa de gestión de la eficiencia energética en el alumbrado público.

Este encuentro tuvo como objetivo promover la eficiencia energética, particularmente sobre alumbrado público y los procedimientos vinculados para la postulación de proyectos a fondos del Estado, a través del Banco Integrado de Proyectos (BIP).

Se contó con una asistencia promedio de más de un 50% de los municipios, sumado a otros profesionales y autoridades locales. En esta oportunidad fue dado a conocer el trabajo que hace PNUD en conjunto con la AChEE y el Ministerio de Energía al presentar los resultados de los proyectos de recambio masivo de luminarias y el programa de capacitaciones.

Junto a ello se presentó una exposición sobre el sistema nacional de inversión (MIDESOL) y la gestión ambiental local en temas de residuos. Así también, se dio a conocer qué hace la AChEE y el Ministerio de Energía en estas temáticas. Los temas que fueron presentados tuvieron un impacto relevante en los funcionarios, debido a que son materias muy demandadas en sus respectivos municipios. Por último, se realizó también una mesa abierta, donde los municipios plantearon las inquietudes que hay en los temas de energía, eficiencia energética, alumbrado público y otras necesidades relacionadas con la región.

#### 3.4 PARTICIPACIÓN EN LUXAMÉRICA 2014

El objetivo de Luxamérica es reunir cada dos años a profesionales en el campo de la iluminación con el fin de discutir temas y contribuir a la expansión de nuevas fronteras de intercambio de conocimientos e información integradora entre segmentos de las sociedades como la industria y el sector académico. La aplicación conjunta con el evento IEEE 2014 INDUSCON (IEEE/IAS 11th International Conference on Industry Applications) buscó ampliar las oportunidades para la interacción entre los participantes.

En el contexto de la XII Conferencia Panamericana de Iluminación, Luxamérica 2014, realizada en Juiz de Fora, Brasil, entre los días 7 y 10 de diciembre de ese año, se presentaron los resultados



del PCEEAP, como una experiencia innovadora sobre el aporte que hace PNUD en el fortalecimiento de los gobiernos locales en temas de alumbrado público. Esta presentación fue altamente valorada, debido a la injerencia que tiene para las personas que trabajan el AP. Además, se compartieron visiones similares con otros países del continente sobre la falta de conocimientos y la importancia de empoderar a las personas que son responsable de este tema.

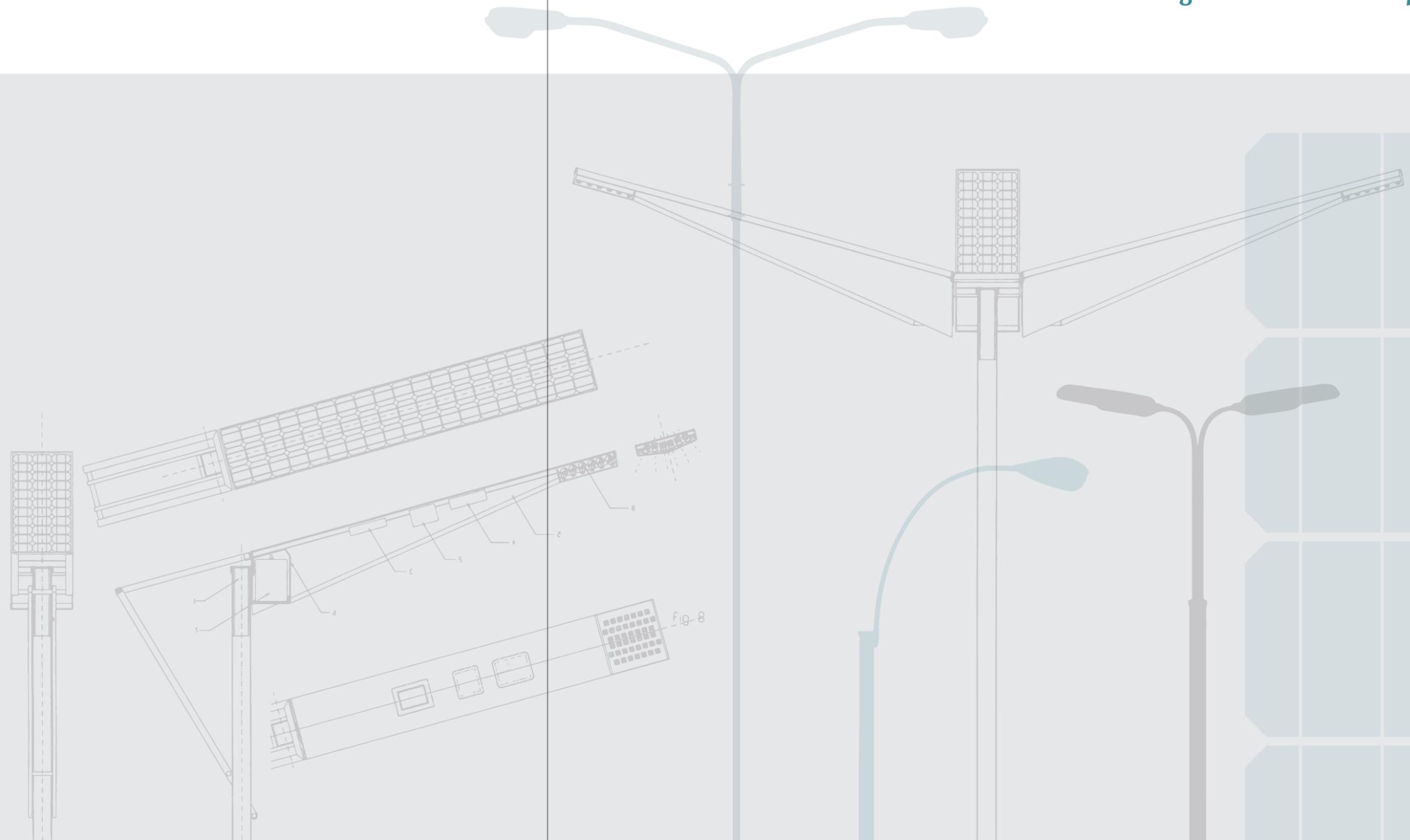
Además, fueron expuestos 51 trabajos relacionados con eficiencia energética, siendo la iniciativa de PNUD la única que abordó esta temática desde el fortalecimiento hacia los gobiernos. Algunos de los países participantes fueron Colombia, Argentina, España, Portugal, Paraguay, Ecuador, México, Chile, Brasil. En forma unánime, se determinó que el próximo encuentro se hará en Chile en el año 2016. Hubo dos propuestas de posibles candidatos: la UCV, por medio de su laboratorio de fotometría, y la Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del norte de Chile (OPCC). Ambas instituciones deberán hacer las coordinaciones respectivas para entregar una propuesta adecuada para Luxamérica Chile 2016.

#### 3.5 DOCUMENTO DE EVALUACIÓN FINAL

Asimismo, se planificó la elaboración de un documento final que reúna y que permita evaluar los impactos en la implementación de los tres proyectos y el aporte al cumplimiento de los resultados establecidos en plan de acción del programa país, particularmente con respecto a sus resultados.

# CAPÍTULO 4

*Lecciones aprendidas y recomendaciones para nuevas iniciativas de mejora de la eficiencia energética en alumbrado público*



## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

De la experiencia recogida en los dos Programas (PMEEAP y PCEEAP), ejecutados entre el 2008 y el presente año 2015, se obtuvieron diversos aprendizajes, tanto a nivel de las características propias organizacionales y del funcionamiento en aspectos comunes en los municipios. Por un lado, los perfiles técnicos y administrativos de los funcionarios encargados, las necesidades técnicas específicas conducentes a un funcionario eficiente y especializado, y por otro las percepciones, necesidades y expectativas de los funcionarios beneficiados. Todo ello sumado a los requerimientos de la comunidad en relación al alumbrado público.

Estos aprendizajes pueden tener valor a la hora de entregar recomendaciones a otros organismos tanto estatales como de otros sectores vinculados a este tema, cuyo objetivo sea continuar el impulso de un fortalecimiento sostenido por PNUD y sus contrapartes a nivel local. Este objetivo se emplaza de manera concreta dentro de la tercera línea de trabajo propuesta por PNUD al Estado y comprometida como dimensión prioritaria para el periodo 2011-2014 en cuanto a fortalecimiento de la Gobernabilidad democrática y el desarrollo local, buscando con la promoción de este último apoyar las capacidades a nivel territorial para asumir y liderar sus propios procesos y sus modelos de desarrollo.

Sumado a lo anterior, el trabajo desarrollado sobre la mejora de la eficiencia energética del alumbrado público a nivel municipal se enlaza con una preocupación a nivel mundial en consideración de la realidad de los efectos del calentamiento global en nuestro planeta, y la importante tarea de control de daños específicamente definida dentro de los planes de disminución de emisiones que la ONU invita a impulsar a todos los Estados miembros al momento de la firma del acuerdo de los 8 Objetivos del Milenio, especialmente el número 7: Garantizar la sostenibilidad del medioambiente.

*El trabajo desarrollado a nivel municipal se enlaza con una preocupación a nivel mundial en consideración de la realidad de los efectos del calentamiento global en nuestro planeta.*

## 2. LECCIONES APRENDIDAS

Las siguientes son las lecciones que se deben tener en cuenta para cuando se repliquen modelos de capacitación y de recambio de luminarias, con el fin de lograr el fortalecimiento de autogestión y mantenimiento en los procesos relacionados con el alumbrado público con énfasis en eficiencia energética.

En el periodo de gestión de los proyectos se presentaron diversas situaciones, que en alguna medida dificultaron su avance. De estas se pueden destacar las siguientes:

- ✓ Contar con un buen diagnóstico municipal permitirá comprender a cabalidad cuál es el rol de los funcionarios a cargo del AP.
- ✓ No contar con un sistema de información sistematizado en relación con el AP, disminuye la capacidad de poder realizar cualquier tipo de proyecto que permita mejorar su gestión.
- ✓ La mayoría de los municipios no cuenta con personal con dedicación exclusiva para la administración de los sistemas de AP. En estos casos existe una gran rotación del personal ya que continuamente los están cambiando de funciones.
- ✓ La obtención de buenos resultados en materia de eficiencia energética depende en gran medida de la capacidad de las instituciones públicas para organizar, transformar y desarrollar las posibilidades de nuevos bienes y servicios, así como de la capacidad que tenga el sector privado para aplicar buenas prácticas que beneficien a los gobiernos locales, vinculadas a tecnologías que sean más eficientes.



- ✓ Un mayor conocimiento por parte de los encargados del AP sobre los beneficios de la eficiencia energética es un elemento vital para lograr promover su uso de manera permanente.
- ✓ Las instituciones públicas cumplen un rol decisivo en la utilización y promoción de la eficiencia energética y son clave al momento de aplicar estas nuevas tecnologías en la formulación de proyectos e iniciativas vinculadas con el AP.
- ✓ El alumbrado público en sí se compone de un complejo entramado. Sus procesos de operación, gestión y control conllevan un manejo que no siempre es viable en su totalidad por quienes lo operan. Para quienes son responsables de él, ya sea por cargo profesional o designación, implica responsabilizarse de un tema de gran envergadura a nivel municipal.
- ✓ Los aprendizajes y conclusiones se alinean en una dirección común, indicando la necesidad imperante de visibilizar la relevancia administrativa sobre la gestión del alumbrado público con énfasis en eficiencia energética.
- ✓ La relevancia que ha tenido este programa ha sido su capacidad de poder instalar a nivel local temas que son pertinentes para los municipios y que en la gran mayoría de ellos, no cuentan con los recursos económicos suficientes para invertir en este tipo de capacitación. Por tal motivo, es una oportunidad trascendental para poder aumentar sus conocimientos en los temas relacionados con el alumbrado público.
- ✓ Apoyar a los municipios en sus propios territorios es clave para comprender a cabalidad su realidad, tanto en el ámbito administrativo como en el profesional, y las condiciones medioambientales existentes que pueden relacionarse con los temas de AP.
- ✓ El intercambio de experiencias durante el desarrollo de ambos proyectos, entre los funcionarios de diversos municipios, ha permitido sentir una iden-



tificación sobre los diferentes temas que conlleva el AP. Han comprendido que sus necesidades y requerimientos, tanto en el ámbito técnico, tarifario, elaboración de proyectos y otros, son atinentes a todos, y que se vuelven comunes para todos ellos, sintiendo una identificación y empatía en el intercambio de experiencias. Esta identificación los ha llevado a crear redes de apoyo de intercambio de información entre ellos, que aún siguen vigentes.

- ✓ La alta demanda del sector privado en materias de AP implicó para el proyecto ahondar esfuerzos al momento de realizar los procesos de licitación para las diferentes consultorías relacionadas con este tema. El escaso grupo de pro-

fesionales que cuentan con experiencia suficiente a nivel de docencia, relatorías o entrega de conocimientos hacia el sector público, implicó una mayor demanda de tiempo para cada uno de estos procesos.

- ✓ Tener un acceso mayor y mejor calidad del alumbrado público ayuda a aumentar el nivel de la productividad, así como también, en el largo plazo, a mejorar el crecimiento económico, especialmente si va acompañado de otras inversiones, más aún en zonas más aisladas y vulnerables, donde el alumbrado tiene un rol fundamental en la vida cotidiana.
- ✓ Permitir un espacio público planificado y en buenas condiciones ayuda a mejo-



## Una de las lecciones aprendidas es que la generalidad de los municipios no cuenta con personal con dedicación exclusiva para la administración de los sistemas de AP.

- ✓ Desde una perspectiva administrativa, es importante mencionar los plazos y tiempos de demora que existen para facilitar la participación de un funcionario de estos procesos de inducción de nuevos conocimientos. El proyecto fue riguroso al momento de proceder sobre las personas que debían asistir, ya que hubo un porcentaje importante de candidatos que no tenían ninguna relación con los temas que se impartirían en los cursos, por lo tanto, hubo que insistir y priorizar sobre el profesional que fuese participe.
  - ✓ Se requiere una acabada planificación incorporando todas las variables y riesgos políticos para futuras intervenciones en el ámbito del fortalecimiento municipal y el alumbrado público. En efecto, las elecciones de alcaldes pasadas, generó incertidumbre en la toma de decisiones a nivel local, retrasando tiempos y plazos establecidos por el proyecto. Al asumir un nuevo alcalde, los avances realizados por el PCEEAP quedaban en muchos casos en fojas cero, debido a que la nueva administración debía tomar posesión del cargo, con todas las implicancias asociadas.
  - ✓ La carencia generalizada de profesionales que se dedican en forma exclusiva al alumbrado público. Esto implicó que al momento de asistir a las capacitaciones, varios municipios dejasen de contar con estos profesionales que, además, dedican gran parte de su tiempo y responsabilidades a otras funciones, lo que finalmente se transforma en un aumento de la carga laboral una vez finalizados los cursos impartidos. En particular, esto fue señalado por los asistentes de municipios de regiones, reflejando una vez más la brecha que hay en relación a los numerosos municipios de la Región Metropolitana que cuentan con departamentos de AP.
- rar la percepción de seguridad, y posiblemente mejore las relaciones dentro de la misma comunidad, y lleve a un mejor y mayor uso de los espacios públicos.
- ✓ Más allá de estas realidades compartidas por la enorme mayoría de los municipios, existen también criterios específicos que aparecieron como muy relevantes a la hora de pensar en alumbrado público. Para las localidades del sur de Chile, por ejemplo, aumenta notoriamente la diferencia del día y la noche en el periodo de invierno, por lo que si se utilizan sistemas reductores de potencia se debe considerar sistemas programables para ajustarlos a la realidad de cada localidad.
  - ✓ Así también, tenemos la realidad de los municipios afectos a la ley de contaminación lumínica, especialmente en el norte de Chile, donde la presencia de los más grandes proyectos de observación espacial hacen de la limpieza lumínica de nuestros cielos uno de los grandes temas a tener en cuenta a la hora de hacer cambios o mejoras en alumbrado público.

### 3. RECOMENDACIONES

✓ La relación establecida científicamente entre cambio climático y el incremento de emisiones contaminantes es una invitación a redoblar los esfuerzos hechos hasta hoy en temas vinculados a la eficiencia energética, y potenciar los logros en esta área, dado que todo avance en cuanto a reducción de las emisiones contaminantes, es directamente una ayuda significativa en la detención del aumento de los problemas medioambientales a escala global de los que el mundo está siendo testigo.

✓ En términos administrativos a nivel nacional, es necesario que la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) mantenga y fortalezca sus procedimientos y una estructura administrativa que permita mantener el control de las luminarias que cumplan con los criterios señalados de eficiencia energética, su vigencia y su conocimiento por los diferentes actores que intervienen en la implementación de sistemas de alumbrado público. Se espera asimismo que continúe apoyando el trabajo en los municipios, tal como lo ha hecho hasta ahora.

✓ Cerca del 40% de la energía consumida en el mundo lo hacen las ciudades y un porcentaje alto se debe a la iluminación urbana. El alumbrado público tiene la importancia de otorgar seguridad, calidad de vida y confort lumínico a los ciudadanos. Por lo tanto, la primera escala del AP es iluminar, la segunda dar



seguridad, y la tercera escala tiene que ver con eficiencia energética. En esta etapa estamos actualmente. Luego, debería venir la etapa de cobertura total de capacitación y recambio lumínico, la cual necesita de una política pública permanente.

✓ El equipo de capacitadores coincide, y es enfático, en que para lograr un verdadero perfil de funcionario municipal experto en temas de eficiencia energética en el alumbrado público se requiere una política pública a largo plazo que debiese estar concentrada en el Ministerio de Energía, a través de su División de Eficiencia Energética y la AChEE, y en conjunto con otros actores clave, para la conformación de una mesa técnica permanente.

✓ El esfuerzo tiene que provenir del Estado y en este sentido no debiese terminar nunca, y la razón es la siguiente: las

***El esfuerzo tiene que provenir del Estado y en este sentido no debiese terminar nunca: las tecnologías van cambiando y las personas que manejan el sistema van cambiando.***

tecnologías van cambiando, las personas que manejan el sistema van cambiando, lo que implica que si no se cuenta con una política de sustentabilidad de estas iniciativas, ese proceso se va a cortar en algún momento determinado y va a estar obligado a comenzar nuevamente de cero. Por lo tanto, tiene que haber una continuidad en la capacitación de los municipios en alumbrado público, porque eso tiene que ver con la eficiencia en el uso de los recursos”, asegura, coincidiendo con la percepción de la mayoría de los beneficiarios del proyecto en la necesidad de continuidad en estas iniciativas.

✓ Se requiere, además, no solo que los funcionarios a cargo del alumbrado público adquieran conocimientos, sino que también puedan contextualizarlos para ser valorados dentro de su realidad laboral.

✓ El desconocimiento de las municipalidades sobre su sistema de alumbrado público, hace necesario establecer fuentes de financiamiento y mecanismos para que se pueden realizar auditorías energéticas, considerando en ellas un catastro físico de las instalaciones de AP.

✓ Si bien los funcionarios asistentes a las capacitaciones y otras actividades del proyecto vinculadas al aumento de sus capacidades manifestaron en general haber tenido una experiencia positiva, relevaron también la importancia de manejar un lenguaje más cercano en diversos ámbitos técnicos. Asimismo, manifestaron el deseo de disminuir la brecha existente al momento de enfrentarse y entender una factura eléctrica, el tipo de potencia contratada, el uso de determinadas luminarias, entre otros aspectos.

✓ En cualquier proyecto de cooperación entre personas, la preocupación por el ámbito de las relaciones humanas invita necesariamente a conocer y considerar las realidades políticas al interior de las organizaciones, en este caso municipales, entendiéndose que es importante contar con la voluntad política de los alcaldes de manera de que el tema de eficiencia energética en

el alumbrado público sea prioritario en las decisiones locales, y que no sea solo en relación a la duración del cargo. En términos generales, hubo una muy buena recepción por parte de los alcaldes, pero también otros casos puntuales donde prácticamente no hubo ninguna respuesta ni voluntad de participar de este proceso, incluso cuando el trabajo se hizo en la región pertinente.

✓ El sistema municipal debe reconocer al área del alumbrado público como relevante dentro de su gestión y dentro de su organigrama, de manera de darle una estabilidad reconocida al interior del municipio. De este modo, los funcionarios encargados se convertirán en interlocutores válidos, lo cual puede generar competencias locales en materias de eficiencia energética en luminaria pública, promover espacios de diálogo entre autoridades municipales para replicar experiencias y, más importante aún, establecer a nivel municipal líneas prioritarias para la elaboración e implementación de proyectos con fondos nacionales vinculados a esta temática.

✓ La rotación de profesionales a nivel municipal es muy alta, particularmente en el AP, por lo tanto, es fundamental contar con el apoyo de la autoridad respectiva para poder gestionar un óptimo alumbrado público, entendiéndose que es una prioridad para la comunidad que este se encuentre en buenas condiciones, ya que por un lado implicará un ahorro económico sustantivo para la misma municipalidad, y además, siempre estará asociado el tema de la seguridad de las personas, sobre todo para quienes habitan en sectores aislados donde el uso de la luz pública es clave al momento de realizar sus actividades cotidianas.

✓ Finalmente, es clave que se logre establecer dentro de la estructura administrativa de los municipios un cargo permanente para el alumbrado público, con las competencias mínimas establecidas en el ámbito técnico, que les permita así contar con el apoyo necesario para mejorar y optimizar este preciado recurso.



**> Los municipios beneficiados fueron:**

- › Canela
- › Ilapel
- › Combarbalá
- › Salamanca
- › Puerto Montt
- › Valdivia
- › Corral
- › Máfil
- › Panguipulli
- › Paillaco
- › Los Lagos
- › Río Bueno
- › Lago Ranco
- › Futrono
- › La Ligua
- › Valparaíso
- › San Pedro de la Paz
- › Tomé
- › Coronel
- › Talcahuano
- › Los Ángeles
- › Yumbel
- › Concepción
- › San Carlos
- › Lebu
- › Chillán
- › María Pinto
- › Santa Juana
- › Cobquecura
- › Portezuelo
- › Quirihue
- › Marchigüe
- › Paredones
- › Litueche
- › La Estrella
- › Navidad
- › Conchalí
- › Curacaví
- › El Bosque
- › El Monte
- › La Granja
- › La Pintana
- › La Reina
- › Las Condes
- › Lo Barnechea
- › Lo Prado
- › Macul
- › Melipilla
- › Padre Hurtado
- › Pedro Aguirre Cerda
- › Peñaflor
- › Providencia
- › Pudahuel
- › Puente Alto
- › Quilicura
- › Recoleta
- › San Joaquín
- › San Miguel
- › San Ramón
- › Santiago
- › Vitacura
- › Arica
- › Putre
- › Antofagasta
- › Mejillones
- › Tocopilla
- › Sierra Gorda
- › Taltal
- › Ollague
- › San Pedro
- › Porvenir
- › Pitrufquén
- › Coelemu
- › Purén





P  
N  
U  
D

*Al servicio  
de las personas  
y las naciones*

ISBN: 978-956-9391-04-0



9 789569 391040