UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

ESCUELA DE INGENIERÍA COMERCIAL

ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS LIMPIAS EN LA CIUDAD DE QUILLOTA, MEDIANTE EL USO DE PANELES FOTOVOLTAICOS, PARA LA LUMINARIA PÚBLICA DE LA AVENIDA CONDELL

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO

EN CIENCIAS EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Y AL

TÍTULO DE INGENIERO COMERCIAL

Profesor Guía: Srta. Karen Niemann Vizcarra

Alumno: SR. FERNANDO GUILLERMO FERNÁNDEZ CAÑETE

VIÑA DEL MAR, 2012.

A mis padres, Marcia y Fernando, quienes han sido pilares fundamentales durante toda mi formación, por su constante esfuerzo para brindarme los mejores valores, educación y por sobre todo amor. Gracias por la confianza y apoyo en todo momento. A mi hermano y amigo, Francisco por su incondicional apoyo y palabras de aliento cuando lo necesité. A Carla, quien ha sido mi compañera durante todos los años que ha perdurado éste proceso. A estas cuatro personas, con todo mi cariño y dedicación.

Gracias a los profesores que tuve en mis cinco años de estudio, quienes me brindaron sus conocimientos e inculcaron esfuerzo y dedicación. Muy en especial a mi profesora guía Karen Niemann, por su apoyo, la confianza y tiempo que dedicó en mí y en este proceso.

También a las personas de la I. Municipalidad de Quillota que me brindaron apoyo en todo lo que necesite, lo cual facilito el desarrollo del estudio.

A las cuatro empresas estudiadas, ya que siempre tuvieron la mejor disposición y el ánimo para colaborar en todo lo que les solicité.

A mis amigos de la universidad, con quienes viví momentos que estoy seguro no se olvidarán, fueron una importante compañía en días y noches de estudio, también en instantes de distracción, donde se forjaron lazos muy estrechos, lazos que espero perduren a lo largo del tiempo.

Índice de Contenidos

Índice de Figuras.....v

Índice de Tablas.....vi

Índice de Gráficos.....vii

Índice de Anexos.....viii

Resumen.....ix

Abstract.....x

Introducción..... 1

Capítulo I: Marco Teórico 5

1.1 Fuentes de energía 5

1.1.1 Energías Renovables..... 6

1.1.2 Energías no Renovables..... 7

1.1.3 Energías Primarias 8

1.1.4 Energías Secundarias..... 8

1.2 Usos de la Energía..... 10

1.2.1 Usos domésticos..... 11

1.2.2 Comercial o Servicios 12

1.2.3 Industria 13

1.2.4 Transporte..... 14

1.3 Energía solar..... 15

1.3.1 Ventajas y desventajas de la energía solar..... 16

1.4 Paneles Fotovoltaicos 18

1.4.1 Bases del funcionamiento de las células fotovoltaicas 19

1.4.2 Tipos de paneles solares 20

1.4.2.1 Tipos de paneles en función de los materiales 20
1.4.2.1.1 Silicio Puro monocristalino..... 21
1.4.2.1.2 Silicio puro policristalino. 21
1.4.2.1.3 Silicio amorfo 22
1.4.2.1.4 Arseniuro de Galio 22
1.4.2.1.5 Paneles Tándem. 23
1.4.2.1.6 Panel CIGS..... 24
1.4.2.2 Tipos de paneles en función de la forma 24
1.4.2.2.1 Paneles con sistemas de concentración 25
1.4.2.2.2 Paneles de formato “teja o baldosa” 26
1.4.2.2.3 Paneles bifaciales..... 27
1.4.3 Sistemas de seguimiento solar 27
1.4.3.1 Colocación sobre soporte estático 28
1.4.3.2 Sistemas de seguimiento solar de un eje 28
1.4.3.3 Sistemas de seguimiento solar de dos ejes..... 29
1.4.4 Otros elementos asociados a los paneles solares fotovoltaicos 29
Capítulo II: Descripción de la organización 31
2.1. Realidad energética en Chile 32
2.1.1 Programa de Eficiencia Energética 34
2.1.1.1 Etiquetado de Eficiencia Energética en artefactos eléctricos..... 35
2.1.1.2 Alumbrado Público..... 35
2.1.1.3 Política de eficiencia energética 35
2.2 Apoyo de CORFO en Energías Renovables No Convencionales 36
2.2.1 Créditos a Largo plazo 37

2.3. Estado actual del desarrollo de la energía solar 38
2.4. Antecedentes de la ciudad de Quillota 40
2.4.1 Ubicación 41
2.4.2 Descripción actual del alumbrado público 41
2.4.2.1 Gastos actuales 42
2.5 Reseña del estudio 43
2.5.1 Ubicación del estudio 43
2.5.2 Economía del estudio 45
2.5.3 Radiación solar en Quillota 46
Capitulo III: Estudio de implementación de paneles fotovoltaicos en la luminaria pública de la avenida Condell 48
3. Estudio de propuestas 49
3.1 Propuesta 1 49
3.1.1 Reseña empresa: ELECTROSOLAR 49
3.1.2 Propiedades Poste MORI 70W Led 50
3.1.3 Valores (netos) y vida útil Kit MORI 52
3.1.4 VAC Propuesta 53
3.2 Propuesta 2 53
3.2.1 Reseña empresa: SOLENER 53
3.2.2 Propiedades Poste con Panel Kyocera KD140SX-UFBS 54
3.2.3 Valores (netos) y vida útil, Kit Kyocera KD140SX-UFBS 56
3.2.4 VAC Propuesta 57
3.3 Propuesta 3 57
3.3.1 Reseña de empresa: LUMISOLAR. 57

3.3.2 Propiedades Poste gaviota Lumisolar 58
3.3.3 Valores (netos) y vida útil, panel gaviota Lumisolar..... 59
3.3.4 VAC propuesta, Tabla 3-8: 60
3.4 Propuesta 4..... 60
3.4.1 Reseña de empresa: RIOVALLE 60
3.4.2 Propiedades Poste con controlador híbrido 61
3.4.3 Valores (netos) y vida útil, panel gaviota Lumisolar..... 63
3.4.4. VAC propuesta 64
3.5 Análisis FODA: Los efectos de poseer un sistema fotovoltaico en la ciudad. . 64
Conclusiones..... 67
Referencias..... 72
Anexos..... 74

Índice de Figuras

Figura 1-1: Esquema del funcionamiento del panel fotovoltaico 20

Figura 1-2: Celda de Silicio Puro monocristalino 21

Figura 1-3: Materiales semiconductores paneles tándem 23

Figura 1-4: Célula Tándem 24

Figura 1-5: Panel con sistemas de concentración 26

Figura 1-6: Panel formato de teja 26

Figura 1-7: Panel bifacial 27

Figura 1-8: Panel solar con sistema de un eje 28

Figura 1-9: Panel solar con sistema de dos ejes 29

Figura 2-1: Mapa Av. Condell 43

Figura 3-1: Poste solar MORI 51

Figura 3-2: Luminaria Led alta potencia 52

Figura 3-3: Propiedades Poste gaviota Lumisolar 58

Figura 3-4: Controlador solar híbrido 63

Índice de Tablas

Tabla 1-1: Clasificación de energías secundarias. 10

Tabla 2-1: Comparación de Demanda anual y PIB 32

Tabla 2-2: Condiciones crédito a largo plazo 37

Tabla 2-3: Gasto de alumbrado público 2011 42

Tabla 2-4: Gasto alumbrado público con medidor 2011 44

Tabla 2-5: Irradiación global mensual y anual, en plano horizontal (W/m^2) 46

Tabla 2-6: Radiación solar diaria en Quillota 46

Tabla 3-1: Propiedades Poste MORI 70W Led 51

Tabla 3-2: Valores (netos) y vida útil Kit MORI 52

Tabla 3-3: VAC Propuesta 1 53

Tabla 3-4: Propiedades Poste con Panel Kyocera KD140SX-UFBS 55

Tabla 3-5: Valores (netos) y vida útil, Kit Kyocera KD140SX-UFBS 56

Tabla 3-6: VAC Propuesta 57

Tabla 3-7: Valores (netos) y vida útil, panel gaviota Lumisolar 59

Tabla 3-8: VAC propuesta 60

Tabla 3-9: Propiedades Poste con controlador híbrido 62

Tabla 3-10: Valores (netos) y años de vida útil 63

Tabla 3-11: VAC propuesta 64

Tabla 3-12: Gasto alumbrado público con medidor 2011 70

Tabla 3-13: VAC, evaluados en un periodo de 5 años. 70

Índice de Gráficos

Gráfico 1-1: Capacidad fotovoltaica acumulada mundial 19

Gráfico 2-1: Matriz de generación de electricidad en Chile 33

Gráfico 2-2: Promedio mundial de la Matriz de generación de electricidad 33

Índice de Anexos

Anexo Nº1: Resumen Protocolo de Kyoto. 74

Anexo Nº2: Proyecto iluminación LED puente Boco..... 79

Resumen

Los grandes avances tecnológicos e industriales que se han producido desde hace algunas décadas a nivel global, conllevan de forma directa un incremento sustancial en lo que respecta a consumo energético. El problema es que la fuente de generación de ésta energía, es en su gran mayoría no renovable. Es por tal razón que la ciencia y los gobiernos han mostrado su preocupación brindando formas para hacer frente a dicha situación, el primero buscando y creando nuevas formas de aprovechamiento de fuentes renovables, y el segundo incentivando el uso de energías alternativas, mediante bonos y subsidios.

Es por la misma razón que se ha realizado en la ciudad de Quillota el presente estudio, el cual consiste en analizar las posibilidades para implementar un sistema de iluminación solar en la avenida Condell.

Abstract

Technological and industrial breakthroughs which have occurred during the last decades all over the world, have affected global energy consumption provoking a substantial increase of it. The problem is that the source which generates this type of energy is mostly non-renewable. For that reason Science and Governments have shown their concern about this situation, finding and creating new ways to exploit renewable sources as well as alternative energy through vouchers and subsidies.

For the same reason it has been implemented in the Quillota city the present study, which consists in analyzing the possibilities of implementing a Solar Lighting System in Av. Condell.

Introducción

Actualmente el mundo entero es consciente que hay un grave problema con respecto al consumo energético y, como consecuencia, al de combustibles fósiles. El modelo socioeconómico de la sociedad, en general, se respalda en el incremento de la actividad económica, la cual implica un desarrollo del nivel de vida y bienestar.

No cabe duda que en la actualidad una de las problemáticas más relevantes que se ha presentado, es búsqueda o creación de nuevas fuentes energéticas, debido a la inminente desaparición de las actuales fuentes convencionales, es por tanto que hoy en día la sociedad se ha esforzado en desarrollar y potenciar fuentes que hace unos cuantos años atrás eran completamente impensadas. A groso modo algunas de ellas son, la que se puede obtener de las corrientes marinas, la de la biomasa, la eólica y la solar, entre unas cuantas otras.

Es fundamental tener claro que las fuentes de energía fósil están a punto de agotarse, y con una velocidad incremental. Se ha estimado que el consumo de energía mundial aumentará un 57% de 2004 al 2030. Al final de este periodo, los combustibles fósiles aún representarán el 90% del consumo de energía global[1]. Como efecto de este hecho, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero experimentarán un aumento del 62%[2] respecto a los niveles actuales (ver Anexo

[1] Reporte energético, agencia internacional de energía, 2008.
[2] Ibid.

Nº1). Es por esta razón, Chile ya está trabajando en contrarrestar dicha amenaza, teniendo como respaldo que es uno de los países con más potencial energético renovable a nivel mundial, ya que dispone de todos los recursos naturales para producir esta energía y en forma abundante. Además de todos los recursos naturales y espacios que posee el país para desarrollar estos tipos de energía, el Gobierno mediante planes de ahorro energéticos y fomento de energías renovables, que se detallarán en los próximos capítulos, se ha percatado del complejo panorama que se calcula alcance niveles críticos en los próximos 20 años, dado la tasa de crecimiento de consumo energético a nivel nacional[3].

Es por estos motivos que es de vital importancia impulsar proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), que están relacionados a la implementación de nuevas energías limpias y renovables.

Es momento de dejar de escavar el suelo y levantar los ojos hacia el cielo, basta con aprender a domesticar y cultivar el Sol.

Objetivo General:

- Estudio de implementación de energías limpias en la ciudad de Quillota, mediante el uso de paneles fotovoltaicos, para la luminaria pública de la Avenida Condell.

[3] Comisión Nacional de Energía.

Objetivos Específicos:

- Recopilar información acerca de la utilización de energías renovables, específicamente paneles solares.
- Investigar gastos actuales de las luminarias públicas en la ciudad de Quillota.
- Calcular costos de implementación y mantención de paneles fotovoltaicos en la arteria principal: Avenida Condell.
- Estudio de la factibilidad técnica y económica del proyecto.

Formulación de preguntas de estudio:

- ¿Existe un retorno de la inversión en el proyecto de instalación de celdas fotovoltaicas en la avenida principal de la ciudad de Quillota?
- En caso de haberlo, ¿a qué plazo?

La presente tesis de titulación se estructura en tres capítulos. El primero, titulado *Marco Teórico*, introduce al lector en materias de energías limpias, profundizando en paneles fotovoltaicos.

En el segundo capítulo, denominado *Descripción de la Organización*, se expone la organización de la Ilustre Municipalidad de Quillota y se presenta la necesidad que manifestó para implantar tecnología limpia, a través de paneles fotovoltaicos, a la avenida principal de su ciudad.

El tercer capítulo llamado *Estudio de implementación de energías limpias en la ciudad de Quillota* presenta tres alternativas, de un total de ocho oferentes, para cumplir con el cometido, complementándolo con un estudio económico de cada una de ellas.

Para el desarrollo de este estudio hubo que recopilar y estudiar conceptos y materias propias que atañen a tecnologías limpias. Conocer la realidad de la arteria de circulación vehicular y peatonal en donde se desea sustituir la energía que abastece las luminarias públicas de no renovables a renovables.

Debido al gran número de empresas que ofrecen dicho servicio, hubo que realizar un primer descarte de aquellas que no cumplieron los requerimientos básicos estipulados por la I. Municipalidad de Quillota, no ofrecían y cuyos valores excedían el presupuesto de la institución. Finalmente, los tres oferentes que cumplieron los requisitos anteriores se evaluaron en base al presupuesto presentado, años de experiencia en el rubro, experiencia en instalaciones análogas, y servicio post venta

Capítulo I: Marco Teórico

En el presente capítulo se abordarán temáticas que explican conceptos relacionados con las fuentes energéticas que se utilizan en la actualidad por la sociedad. Se detallarán las categorías en las que se subdividen dichas fuentes, ya sea por la forma en cómo se obtienen o si son o no fuentes agotables. Por otro lado, se explicará mediante breves reseñas cuáles son los principales usos de las energías, los que abarcarán usos tan cotidianos como los gastos energéticos que producen los electrodomésticos en cada hogar hasta el consumo energético de grandes industrias, medios de transporte y algunos servicios.

En la parte final del capítulo se ahondará en materias más técnicas, con las cuales se dará a conocer los derivados que se pueden obtener de la energía solar. Principalmente se entregarán nociones de qué son los paneles solares fotovoltaicos, sus tipos, sus ventajas y su funcionamiento, entre otros aspectos.

1.1 Fuentes de energía

“La energía se produce en diferentes fuentes y es almacenada de distintitas formas. Las fuentes se pueden clasificar en primarias o secundarias, según pueda obtenerse de ellas la energía directamente o sea necesario recurrir a otra fuente. Así por ejemplo, la energía eléctrica es una fuente secundaria de energía, porque para su producción es necesario recurrir a otra fuente de energía. También las fuentes de energía se clasifican en renovables y no renovables, según que su

energía siga produciendo en la actualidad y su consumo sea repuesto, o que ya no se produzca y su consumo acabe por agotar la reserva. A este segundo tipo pertenecen las reservas fósiles: petróleo, carbón y gas natural; en cambio, son renovables la energía solar, le eólica, la biomasa y la debida a las mareas" (Juana Sardón, 2009)[4].

El problema en la actualidad, es que se sabe con certeza que en un futuro cercano las fuentes de energía fósil se agotarán, por lo tanto, es de suma importancia que se investigue y se mejoren las tecnologías para potenciar las fuentes renovables.

1.1.1 Energías Renovables

Las energías renovables son las que se generan de manera continua, además de ser inagotables, ya sea porque son de rápida regeneración o inacabables, tal como lo son la energía solar, eólica, hidráulica, biomasa y geotérmica. Un aspecto valorable de las energías renovables, es que son respetuosas con el medio ambiente, dado que se trata de energías limpias.

Que sean energías que respetan el medio ambiente no significa que no ocasionen efectos negativos en él, pero éstos son incalculablemente menores si se comparan con los impactos ambientales de las energías convencionales y además generalmente son reversibles. "Según un estudio sobre los *Impactos Ambientales*

[4] Juana Sardón, José María. Energías renovables para el desarrollo. España: Paraninfo, 2009.

de la Producción de Electricidad, el impacto ambiental en la generación de electricidad de las energías convencionales es 31 veces superior al de las energías renovables." (ORTEGA, 2009)[5].

Una de las ventajas medioambientales importantes que se puede destacar es la no emisión de gases contaminantes, como los resultantes de la combustión de combustibles fósiles, responsables del calentamiento global del planeta, de la lluvia ácida y la no generación de residuos peligrosos de difícil tratamiento, que suponen durante generaciones una amenaza para el medio ambiente como los residuos radiactivos relacionados con el uso de la energía nuclear (ORTEGA, 2009)[2].

1.1.2 Energías no Renovables

Es la energía que una vez que se consume desaparece de esa forma de energía, es decir, se transforma en otra. Ejemplos de ello son: un barril de gasolina que se gasta en un motor, se transforma en energía mecánica; una bombona de butano que se quema en una cocina, se transforma en energía calórica (ROLDÁN VILORIA, 2008)[6].

[5] ORTEGA, Mónica. En Buenas Manos [en línea] <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=243> [Consultado: 15 de Diciembre 2011].
[6]ROLDÁN VILORIA, JOSE. Fuentes de energía. España: Paraninfo, 2008.

1.1.3 Energías Primarias

"Se denomina energía primaria a los recursos naturales disponibles en forma directa (como la energía hidráulica, biomasa, leña, eólica y solar) o indirecta (después de atravesar por un proceso minero, como por ejemplo la extracción de petróleo crudo, gas natural o carbón mineral) para su uso energético, sin necesidad de someterlos a un proceso de transformación" (CNE)[7].

Lo anterior se refiere al proceso de extracción, captación o producción, siempre que ésto no implique transformaciones energéticas, de portadores energéticos naturales.

1.1.4 Energías Secundarias

"Se denomina energía secundaria a los productos resultantes de las transformaciones o elaboración de recursos energéticos naturales (primarios) o, en determinados casos, a partir de otra fuente energética ya elaborada (por ejemplo la producción de alquitrán). El único origen posible de toda energía

[7]Comisión Nacional de Energía [en línea]
< www.cne.clhttp://www.cne.cl/cnewww/opencms/03_Energias/Fuentes_Energeticas.html> [Consultado: 16 de Diciembre de 2011]

secundaria es un centro de transformación y, el único destino posible un centro de consumo" (CNE)[8].

Tal procedimiento de modificación puede ser físico, químico o bioquímico transformando así sus características iniciales, como la densidad, color, aroma, potencial de combustión, composición química, entre otras.

Algunas de las fuentes energéticas secundarias más conocidas son: la electricidad, la amplia variedad de derivados del petróleo, carbón mineral y gas manufacturado.

El grupo de los derivados del petróleo incluye una amplia variedad de productos energéticos útiles que se obtienen a partir del procesamiento del petróleo en las refinerías, entre los cuales se encuentran las gasolinas, los combustibles diesel (gasóleos) y otros (CNE)[8].

La Tabla 1-1 resume las energías primarias y secundarias.

Energía Primaria	**Energía Secundaria**
Petróleo crudo	Petróleo combustible, alquitrán, diesel, gasolina 93, 95 y 97, gasolina de aviación, kerosene, gas licuado (GLP), coque de petróleo (Petcoke)

[8] Consejo Nacional de Energía [en línea]
< www.cne.clhttp://www.cne.cl/cnewww/opencms/03_Energias/Fuentes_Energeticas.html> [Consultado: 16 de Diciembre de 2011].

Carbón mineral	Coque mineral, gas coque, gas de altos hornos, alquitrán
Gas natural	Metanol, gas licuado (GNL)
Petróleo combustible, gas natural, carbón, biomasa, hídrico, biogás, eólica, solar	Electricidad
Gas licuado, gas natural	Gas de ciudad
Biomasa	Biogás

Tabla 1-1: Clasificación de energías secundarias.

Fuente: Consejo Nacional de Energía [en línea].

1.2 Usos de la Energía

Gran parte de las actividades de la vida están relacionadas al uso de energía, las cuales son actos tan cotidianos que cuando se realizan no se reflexiona sobre el consumo de energía que esto conlleva, ni sobre contaminación, tampoco sobre el uso que, debido a ellas, se hace de los recursos energéticos, en general no renovables.

El consumo energético generalmente se reúne en cuatro grandes conceptos: uso doméstico, comercial o servicios, industria y transporte. Al analizar la relación con ellos se piensa en la forma de vida que se desarrolla, pero también en la de las personas del tercer mundo. Esta reflexión ayuda e impulsa a conocer la manera en que se pueden introducir las energías renovables en el esquema energético.

1.2.1 Usos domésticos

Los usos domésticos incluyen numerosas actividades que tienen repercusión en materia energética. “La calefacción ha sido tradicionalmente el elemento con mayor consumo en los hogares de los países más cercanos a los polos” (MENDEZ PEREZ, 2001)[9]. La cocina es otro aspecto tradicional, al igual que la iluminación.

Posteriormente han ido apareciendo más electrodomésticos: lavadoras, notebooks, refrigeradores, aire acondicionados, etc., que han significado un incremento importante en la demanda energética, orientándola hacia la electricidad. En la actualidad, el aire acondicionado surge como un nuevo elemento de gran nivel de consumo. “En una casa, el número de electrodomésticos y su potencia aumenta en la medida en que se incrementa el nivel de vida de quienes viven en ella. Los usos domésticos en el primer mundo suponen un consumo energético en torno al 15 a 20 por ciento del total, pero varían bastante de acuerdo a su demografía, estilo de vida y climatología.” (MENDEZ PEREZ, 2001)[10].

Por otro lado, existe en contraposición a lo expuesto, una realidad muy distinta que afecta a más de mil millones de personas del tercer mundo, las cuales viven sin energía eléctrica, lo que obviamente tiene como consecuencia la ausencia de

[9] MENDEZ PEREZ, Emilio. Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo. España: La Catarata, 2001.
[10] Ibid.

electrodomésticos, como: refrigeradores, lavadoras y televisores, entre otros. Generalmente, estas personas viven en zonas marginales de las grandes urbes y también en zonas rurales.

1.2.2 Comercial o Servicios

En relación a los servicios, se consume energía en actividades tan variadas como: tratamiento de agua, educación, sanidad, administración pública y privada e iluminación pública. Es importante señalar el abuso energético que supone la iluminación en algunas grandes ciudades de países desarrollados como en vías de hacerlo, iluminación que no solamente es concebida como medio de protección y seguridad social, sino también a modo de ostentación, fines turísticos en realce de edificaciones y monumentos.

A diferencia, en países del tercer mundo, hay ausencia total de iluminación pública en muchas calles y poblaciones, o ésta es muy precaria e insuficiente para las necesidades de quienes viven allí. Algo muy parecido sucede con la energía necesaria para conseguir agua potable. "Como promedio de consumo energético vuelve a darse una cifra cercana al 15 por ciento como nivel aproximado de participación de los servicios en el consumo global de energía en los países desarrollados." (MENDEZ PEREZ, 2001)[11].

[11] MENDEZ PEREZ, Emilio. Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo. España: La Catarata, 2001.

1.2.3 Industria

El sector industrial es uno de los mayores consumidores de energía por todo lo que conlleva su desarrollo y nivel de producción. En esta área hay distintos sectores: industrias básicas, ligera y de alta tecnología. En la primera (siderúrgica, cementera, celulosa y fertilizante) existen elevados índices de consumo energético y son, por lo general, industrias generadoras de altos niveles de contaminación. En cambio, la ligera y la industria de alta tecnología se diferencian por el bajo nivel de consumo de energía y además por, en gran parte, la utilización de energías limpias (MENDEZ PEREZ, 2001)[12].

En lo que respecta a materia económica, en gran parte de los países más desarrollados, "las industrias han dejado de ser quienes aportan el mayor ingreso al producto nacional bruto, posición a la que han sido desplazados por el sector terciario" (MENDEZ PEREZ, 2001)[13]. Lo que no desmerece la importancia que aún posee la industria en el sostenimiento de la sociedad, en el abastecimiento de materias y equipos esenciales, para su propio desarrollo, como también para el sector terciario.

Los países más desarrollados poseen todo tipo de industrias, no obstante desde hace algunos años se ha notado un cierto movimiento de la industria pesada hacia otros países con menos nivel de desarrollo, como los países del tercer mundo, los

[12] MENDEZ PEREZ, Emilio. Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo. España: La Catarata, 2001.
[13] Ibid.

cuales en consecuencia del cambio en la ubicación de la industria, se han visto afectados de manera positiva (generación de puestos laborales, desarrollo, inversión de capitales extranjeros) y negativa (contaminación).

Queda en evidencia que al implementar nuevas industrias en el país, esto conlleva de forma directa el aumento de la oferta de mano de obra, lo que incrementa el nivel de consumo y mantiene activa la economía. Por otro lado, al aumentar el nivel de industrialización del país, aumenta la demanda energética y los índices de contaminación ambiental (MENDEZ PEREZ, 2001)[14].

1.2.4 Transporte

Una de las características de nuestro estilo de vida es la movilidad tanto de bienes como de personas. El transporte es el uso energético que ha aumentado con mayor rapidez. El movimiento de bienes y productos es una parte significativa del total de este consumo de energía. Y por lo general no es considerado el uso energético de cada medio de transporte para discernir por uno u otro, sino, el factor discriminatorio primordial es su velocidad, dado que se buscan soluciones más rápidas (MENDEZ PEREZ, 2001)[15].

[14] MENDEZ PEREZ, Emilio. Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo. España: La Catarata, 2001.
[15] Ibid.

Además de lo anterior, también ha sido considerable el gran aumento del uso de transporte por las personas. El parque automotriz va en aumento[16] y muy pocas veces se utiliza de manera eficiente. En oportunidades se circula con un solo pasajero siendo que es posible utilizar el transporte público y se conduce a altas velocidades lo que conlleva un mayor gasto de energía y una alta emisión de gases contaminantes.

1.3 Energía solar

Todas las fuentes de energía, renovable o no, tienen su origen en la energía solar, con la sola excepción de la energía geotérmica. En efecto, es la energía solar quien provoca lluvias y vientos, y puede ser captada directamente. Así pues, el Sol es la madre de casi todas las energías (GONZALEZ VELASCO, 2009)[17].

"El flujo solar promedio sobre la superficie terrestre es de 220 W/m^2, por lo que la energía integrada en el tiempo es de 2000 kWh/ (año x m^2). Esto equivale a una "lluvia" de 20 cm de petróleo / (año x m^2), o sea lo equivalente a 1,2 barriles de petróleo / (años x m^2)." (GONZALEZ VELASCO, 2009)[17]. Esto significa que al integrar el flujo solar promedio en el tiempo, se obtendrá la energía que se consigue en un metro cuadrado por hora en un año.

[16] Argandoña, C. Diario La Tercera [en línea]. <http://diario.latercera.com/2011/05/29/01/contenido/pais/31-70816-9-parque-automotriz-crece-78-y-tacos-se-agudizan-en-capitales-regionales.shtml>, [consulta; 20 de diciembre de 2011].
[17] GONZALEZ VELASCO, Jaime. Energías Renovables. Barcelona: Reverte, 2009.

“La energía primaria solar sobre la superficie terrestre es de unos 120.000 TWt (teravatios térmicos), lo que equivale a 8.000 veces la energía primaria consumida en el mundo (unos 14 TW). Aunque el rendimiento de transformación de la radiación solar en electricidad fuera del 10%, bastaría con un 1% - 2% de las superficies desérticas de nuestro planeta (7% del total) para generar la energía que consumimos actualmente.” (HERAS CELEMIN, 2008)[18]

1.3.1 Ventajas y desventajas de la energía solar

Son muchas las ventajas de la energía solar, una de las cuales, es la que se ofrece día tras día con la salida del sol y, al ser Chile un lugar tan favorecido por esta estrella, se convierte en un tipo de energía que se puede calificar como una importante fuente potencial de energía (GONZALEZ VELASCO, 2009)[19].

Otras importantes ventajas que se presentan y a las cuáles no se presta la suficiente atención, son: (ORTEGA, 2009)[20]

- Es una fuente inagotable.
- No contamina.

[18] HERAS CELEMIN, María. Fuentes de energía para el futuro. España: Ministerio de Educación, 2008.
[19] GONZALEZ VELASCO, Jaime. Energías Renovables. Barcelona: Reverte, 2009.
[20] ORTEGA, Mónica. Energíasolar.com [en línea] < http://erenovable.com/2011/01/17/energia-solar-ventajas-y-desventajas/> [Consultado: 10 de Diciembre de 2011].

- Es un sistema de aprovechamiento de energía idóneo para zonas donde el tendido eléctrico no llega, tales como islas o pueblos muy retirados, o lugares donde es muy costoso el traslado de energía.

- Los sistemas de captación solar que se suelen utilizar son de fácil mantenimiento, lo que facilita su elección.

- El costo disminuye a medida que la tecnología avanza.

Se pueden realzar bastantes particularidades entre las ventajas: se recalca que no es contaminante y es una energía inagotable. Esto es sumamente importante, más importante que el dinero y la inversión que pueda costar este tipo de fuentes de energía, debido principalmente a la conciencia y responsabilidad en aumento por la naturaleza y la tierra.

Las desventajas que produce este tipo de energía renovable son más difíciles de encontrar. Haciendo caso omiso a su estética, se puede observar lo siguiente:

- El nivel de radiación de esta energía fluctúa de una zona a otra, y lo mismo ocurre entre una estación del año y otra, lo que puede ser no tan atractivo para el consumidor (ROMERO TOUS, 2010)[21].

[21] ROMERO TOUS, Marcelo. Energía solar fotovoltaica. España: Ceac, 2010.

- Cuando se decide utilizar la energía solar para una parte importante de la población, se necesitan grandes extensiones de terreno, lo que dificulta que se escoja este tipo de energía.

- Inicialmente requiere una fuerte inversión económica a la que muchos consumidores no están dispuestos a arriesgarse (ROMERO TOUS, 2010)[22].

- Los lugares donde hay mayor radiación, son lugares desérticos y alejados, (energía que no se aprovecha para desarrollar actividades agrícolas o industriales.)

1.4 Paneles Fotovoltaicos

Los módulos o paneles fotovoltaicos son un conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como un único bloque, y son las que captan el haz de luz del sol que posteriormente se transforma en energía eléctrica. Estas células están creadas con materiales que las protegen de la intemperie (ROMERO TOUS, 2010)[23].

[22] ROMERO TOUS, Marcelo. Energía solar fotovoltaica. España: Ceac, 2010.
[23] Ibid.

El gráfico 1-1 detalla la capacidad fotovoltaica acumulada mundial entre el año 1994 y el año 2007.

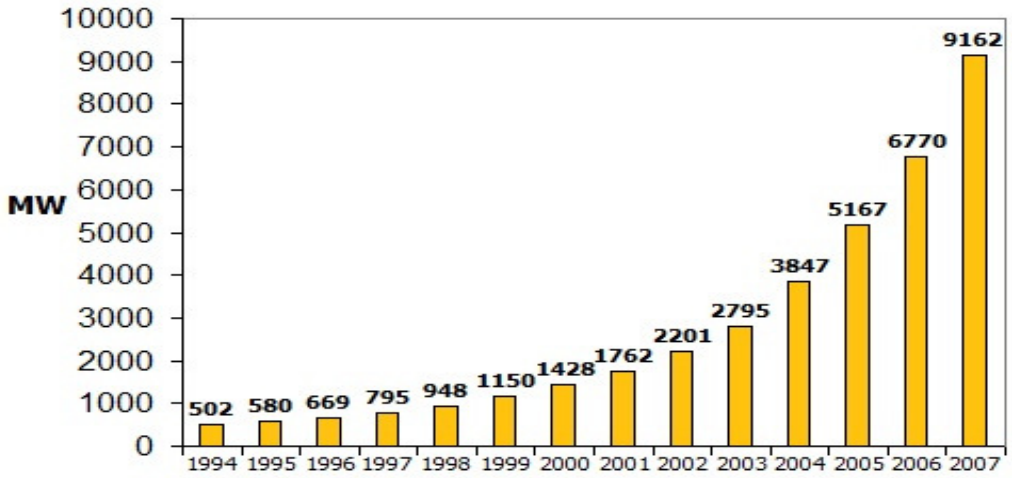


Gráfico 1-1: Capacidad fotovoltaica acumulada mundial

Fuente: Sitio Solar, la historia de la energía solar [en línea].

1.4.1 Bases del funcionamiento de las células fotovoltaicas

Al momento en que el conjunto queda expuesto a la radiación solar, los fotones contenidos en la luz transmiten su energía a los electrones de los materiales semiconductores, es así que pueden entonces romper la barrera de potencial de la unión de las cargas positivas y negativas, de este modo salir del semiconductor a través de un circuito exterior, produciéndose así corriente eléctrica.[24]

[24] ROMERO TOUS, Marcelo. Energía solar fotovoltaica. España: Ceac, 2010.

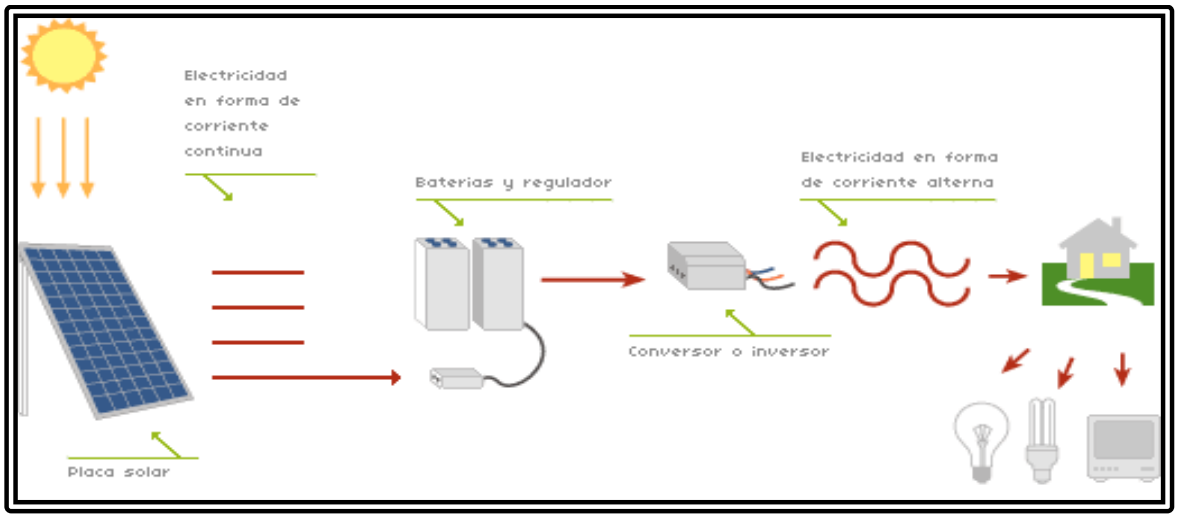


Figura 1-1: Esquema del funcionamiento del panel fotovoltaico

Fuente: http://www.modulosfotovoltaicos.com/aplicaciones/electrificacion.html

1.4.2 Tipos de paneles solares

Los paneles solares fotovoltaicos se pueden diferenciar en base a dos formas: en función de los materiales y en función a su forma.

1.4.2.1 Tipos de paneles en función de los materiales

Existen diferentes tipos de paneles solares en función de los materiales semiconductores y los métodos de fabricación que se empleen. Los tipos de paneles solares que se pueden encontrar en el mercado son[25]:

[25] Sitiosolar. La historia de la energía solar [en línea] <www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm> [Consultado: 5 de Diciembre de 2011].

1.4.2.1.1 Silicio Puro monocristalino.

Están constituidos en secciones de una barra de silicio[26] perfectamente cristalizado en una sola pieza, silicio que es un elemento mineral, el cual es el semiconductor más utilizado en la electrónica actual.

En laboratorio se han alcanzado rendimientos máximos del 24,7% para éste tipo de paneles siendo que los se comercializados alcanzan solamente del 16%.

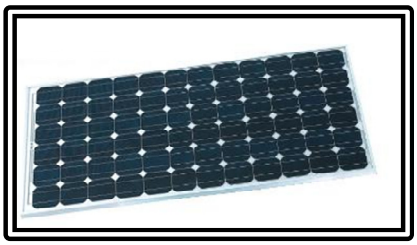


Figura 1-2: Celda de Silicio Puro monocristalino

Fuente: www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm

1.4.2.1.2 Silicio puro policristalino.

Los materiales son similares a los anteriores, aunque en este caso el proceso de cristalización del silicio es diferente. Ya que, en este caso, paneles policristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Se obtiene con ellos un

[26] Es un elemento químico metaloide, número atómico 14 y situado en el grupo 3 de la tabla periódica de los elementos formando parte de la familia de los carbonoideos de símbolo Si.

rendimiento inferior que con los monocristalinos (en laboratorio del 19.8% y en los módulos comerciales del 14%), siendo su precio también más bajo.

Por las características físicas del silicio cristalizado, los paneles fabricados siguiendo esta tecnología presentan un grosor considerable. Mediante el empleo del silicio con otra estructura o de otros materiales semiconductores es posible conseguir paneles más finos y versátiles que permiten incluso en algún caso su adaptación a superficies irregulares. Son los denominados paneles de lámina, las que pueden ser[27]:

1.4.2.1.3 Silicio amorfo

A diferencia de los dos anteriores, este material no sigue aquí estructura cristalina alguna. Paneles de este tipo son habitualmente empleados para pequeños dispositivos electrónicos y en pequeños paneles portátiles. "Su rendimiento máximo alcanzado en laboratorio ha sido del 13%, siendo el de los módulos comerciales del 8%."[28].

1.4.2.1.4 Arseniuro de Galio

Este es uno de los materiales más eficientes, ya que presenta un rendimiento en laboratorio del 25.7%, y en los comerciales un rendimiento del 20%.

---

[27] Sitiosolar. La historia de la energía solar [en línea] <www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm> [Consultado: 5 de Diciembre de 2011].
[28] Ibid.

1.4.2.1.5 Paneles Tándem.

Combinan dos tipos de materiales semiconductores distintos (silicio amorfo y arseniuro de Galio). Debido a que cada tipo de material aprovecha sólo una parte del espectro electromagnético de la radiación solar, con la combinación de dos o tres tipos de materiales semiconductores es posible aprovechar una mayor parte del espectro electromagnético.

En la actualidad, una gran parte de estos módulos están fabricados de silicio monocristalino, policristalino y amorfo. El resto de los materiales, como el Siliciuro de platino, el Antimoniuro de zinc y el Germanio por ejemplo, se emplean para aplicaciones más específicas y son más difíciles de encontrar en el mercado.

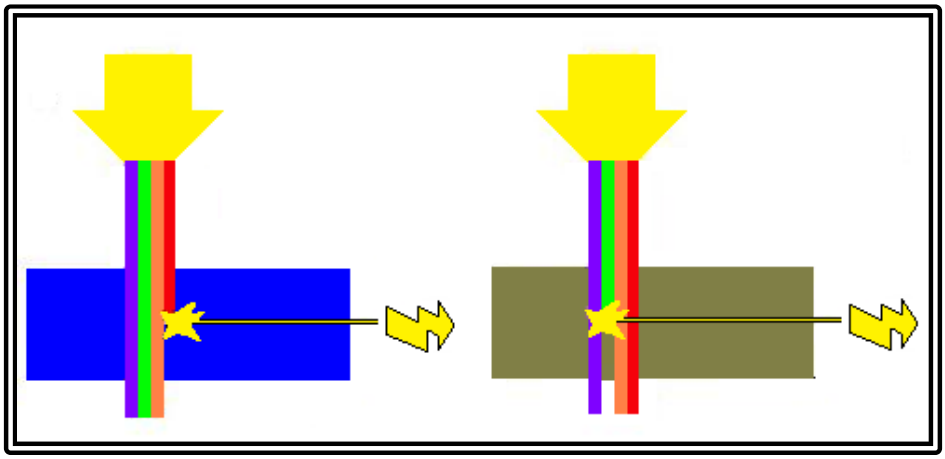


Figura 1-3: Materiales semiconductores paneles tándem

Fuente: www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm

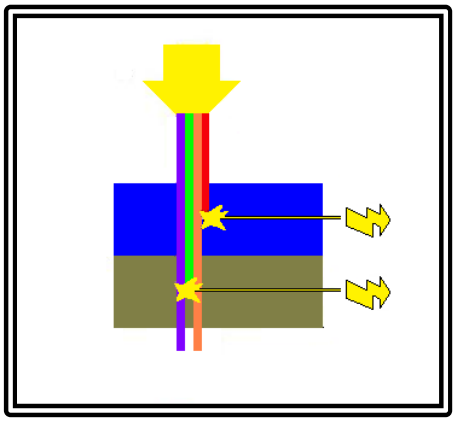


Figura 1-4: Célula Tándem

Fuente: www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm

1.4.2.1.6 Panel CIGS

Mención especial merece una nueva tecnología que está llamada a revolucionar el mundo de la energía solar fotovoltaica. Se trata de un nuevo tipo de panel solar muy fino, muy barato de producir y, según sus desarrolladores, presenta el mayor nivel de eficiencia de todos los materiales. Este nuevo tipo de panel está basado en el Cobre Indio Galio Diselenido (CIGS) y ya se ha comenzado a utilizar en la construcción de celdas fotovoltaicas, ganando rápidamente un lugar relevante en el mercado y debido a su competitiva relación entre producción de energía/costo puede llegar a sustituir a los combustibles fósiles en la producción de energía.[29]

1.4.2.2 Tipos de paneles en función de la forma

También es posible clasificar los tipos de paneles en función de su forma. Para esto se utiliza cualquiera de los materiales antes comentados. Se fabrican paneles

[29] Sitio Voltimum, ¿CIGS, pasado o futuro?. <http://www.voltimum.es/news/10035/cm/cigs--pasado-o-futuro-.html> [Consultado: 24 de noviembre de 2011].

en distintos formatos para adaptarse a una aplicación en concreto o bien para lograr un mayor rendimiento. Algunos ejemplos de formas de paneles, distintos del clásico plano, son[30]:

1.4.2.2.1 Paneles con sistemas de concentración

Un ejemplo de ellos es el modelo desarrollado por un instituto español (ISFOC)[31], el cual, mediante una serie de superficies reflectantes, concentra la luz sobre los paneles fotovoltaicos. Aunque el porcentaje de conversión no varíe, una misma superficie de panel producirá más electricidad ya que recibe una cantidad concentrada de fotones[32].

Actualmente se investiga en sistemas que concentran la radiación solar por medio de lentes. La concentración de la luz sobre los paneles solares es una de las vías que están desarrollando los fabricantes para lograr aumentar la efectividad de las células fotovoltaicas y bajar los costos.

[30] Sitiosolar. La historia de la energía solar [en línea] <www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm> [Consultado: 5 de Diciembre de 2011].
[31] ISFOC, Instituto de Sistemas Solares Fotovoltaicos de Concentración.
[32] Componentes elementales de la luz, son fuerzas electromagnéticas que transportan energía.

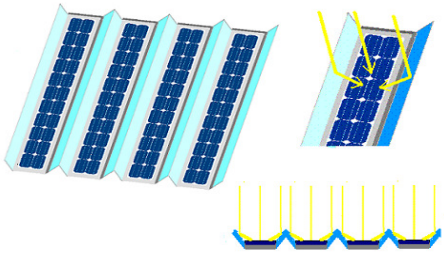


Figura 1-5: Panel con sistemas de concentración

Fuente: www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm

1.4.2.2.2 Paneles de formato "teja o baldosa"

Estos paneles son de pequeño tamaño y están pensados para combinarse en gran número para, así, cubrir las grandes superficies que ofrecen los tejados de las viviendas. Aptos para cubrir grandes demandas energéticas en los que se necesita una elevada superficie de captación.

Figura 1-6: Panel formato de teja

Fuente: www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm

1.4.2.2.3 Paneles bifaciales

Basados en un tipo de panel capaz de transformar en electricidad la radiación solar que recibe por cualquiera de sus dos caras. Para aprovechar en forma conveniente esta cualidad se coloca sobre dos superficies blancas que reflejan la luz solar hacia el reverso del panel.

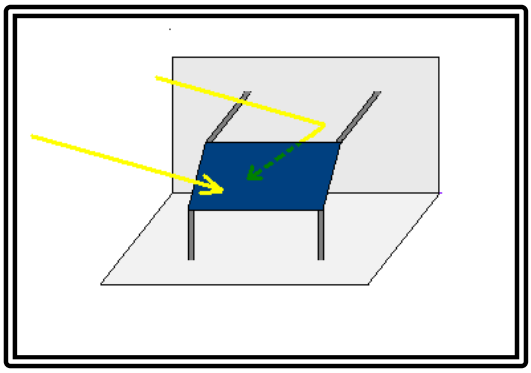


Figura 1-7: Panel bifacial

Fuente: www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm

1.4.3 Sistemas de seguimiento solar

En los sistemas solares fotovoltaicos existe la posibilidad de emplear elementos seguidores del movimiento del Sol que favorecen y aumentan la captación de la radiación solar.

Existen tres tipos de soporte para los colectores solares (ROLDÁN VILORIA, 2008)[33]:

[33] ROLDÁN VILORIA, JOSE. Fuentes de energía. España: Paraninfo, 2008.

1.4.3.1 Colocación sobre soporte estático

Soporte sencillo que no tiene movimiento. Dependiendo de la latitud de la instalación y de la aplicación que se quiera dar se dotan a los paneles de la inclinación más adecuada para captar la mayor radiación solar posible. Es el sistema más común encontrado en las instalaciones.

1.4.3.2 Sistemas de seguimiento solar de un eje

Estos soportes realizan un cierto seguimiento solar. La rotación del soporte se hace por medio de un solo eje, ya sea horizontal, vertical u oblicuo. Este tipo de seguimiento es el más sencillo y el más económico resultando, sin embargo, incompleto ya que sólo podrá seguir o la inclinación o la longitud del arco del Sol, pero no ambas a la vez.

Figura 1-8: Panel solar con sistema de un eje

Fuente: http://www.termosolar.renovetec.com/termosolaravanzados04.html

1.4.3.3 Sistemas de seguimiento solar de dos ejes

Con este sistema es posible realizar un seguimiento total del sol en altitud y en longitud del arco, así, siempre se logra que la radiación solar incida perpendicularmente al panel, y con ello se obtiene la mayor captación energética posible. Existen tres sistemas básicos de regulación del seguimiento del sol por dos ejes: los sistemas mecánicos, mediante dispositivos de ajuste automático y dispositivos sin motor.

Figura 1-9: Panel solar con sistema de dos ejes
Fuente: http://www.solartiva.com/productos.html

1.4.4 Otros elementos asociados a los paneles solares fotovoltaicos

Como se dijo, el panel solar es el elemento encargado de captar la energía del sol y de transformarla en energía eléctrica que se pueda ser usada. Asociado a los paneles existen otros componentes que se utilizan en las instalaciones como elementos de seguridad o que amplían las posibilidades del uso de la instalación.

Los componentes esenciales de una instalación fotovoltaica son (ROLDÁN VILORIA, 2008)[34]:

Regulador. Regula la inyección de corriente desde los paneles a la batería.

Batería. Almacena la energía de los paneles para los momentos en que no hay sol, o en que las características de la energía proporcionada por los paneles no son suficientes o adecuadas para satisfacer la demanda.

Inversores. Elemento que transforma las características de la corriente de continua[35] que es la que genera el panel fotovoltaico en corriente alterna[36], la que se utiliza en los hogares.

[34] ROLDÁN VILORIA, JOSE. Fuentes de energía. España: Paraninfo, 2008.
[35] Flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial.
[36] Corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente.

Capítulo II: Descripción de la organización

En el presente capítulo se dará a conocer la realidad energética actual, yendo desde lo macro, a nivel país, hasta llegar a la situación actual de la comuna de Quillota.

Dado a la crítica realidad que se vive hoy en día respecto consumo indiscriminado de energía, es que la Ilustre Municipalidad de Quillota, comuna perteneciente la Región de Valparaíso, no ha querido estar ausente en el apoyo y fomento a la utilización de energías renovables no convencionales, siendo parte fundamental de los intereses que tiene dicha municipalidad.

La ciudad cumple con las exigencias necesarias para desarrollar proyectos relacionados con el uso de energías renovables no convencionales, ya que cuenta con una gran cantidad de recursos naturales y está beneficiada con un clima apto para el tratamiento de éstas.

Razón por la cual, el estudio de implementación de paneles fotovoltaicos en su arteria vehicular principal y peatonal, Avenida Condell, demuestra y potencia el interés de fomentar el uso de energías limpias, y es coherente con la consigna de la ciudad, cual es: “Quillota, comuna humana, saludable e innovadora”.

2.1. Realidad energética en Chile

A medida que Chile crece, como ha sido la tendencia en los últimos 15 años, y como lo dejó en manifiesto la tasa de crecimiento del año 2011, donde se logró alcanzar un crecimiento anual de un 6,3%[37], es evidente considerar que tal nivel de crecimiento conlleva un alza en el requerimiento energético. En efecto, el reto que tiene el Gobierno y los privados es obtener recursos energéticos sustentables y competitivos para continuar contribuyendo con el progreso de Chile.

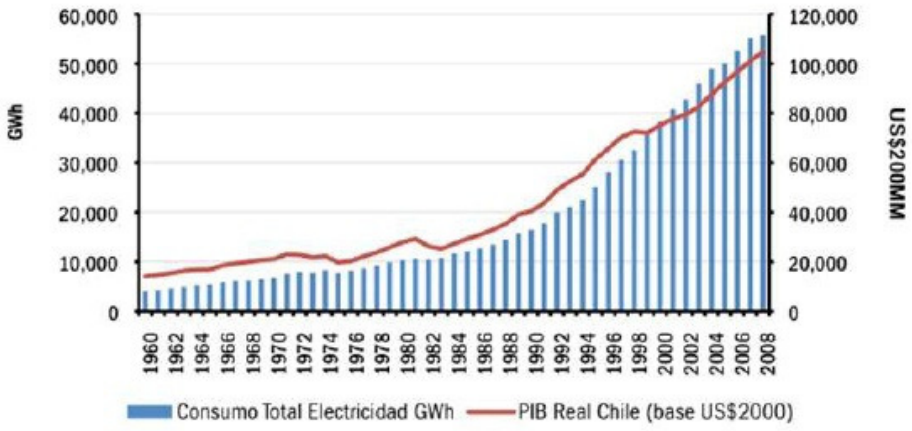


Tabla 2-1: Comparación de Demanda anual y PIB

Fuente: Balances nacionales de energía

En consecuencia, queda demostrado y a conocimiento de todos que la energía es un insumo fundamental para la sociedad actual, ya que, influye de manera directa en el desarrollo y el crecimiento social y económico. Es por esto que se considera una limitación importante la ausencia de acceso a fuentes y redes de energía

[37] Ministerio de Hacienda. <http://www.hacienda.cl/sala-de-prensa/noticias/historico/ministro-de-hacienda-y-revision-de.html> [Consultado: 17 de marzo de 2012].

confiables. Chile ya se vio afectado por un problema energético con Argentina respecto al abastecimiento de gas natural, también se prevé un conflicto en materia energética con insumos como el carbón y el petróleo, ya que son recursos no renovables explotados de manera indiscriminada a nivel mundial, y de los cuales se ha creado una importante dependencia.

Matriz de generación de electricidad, 2009.

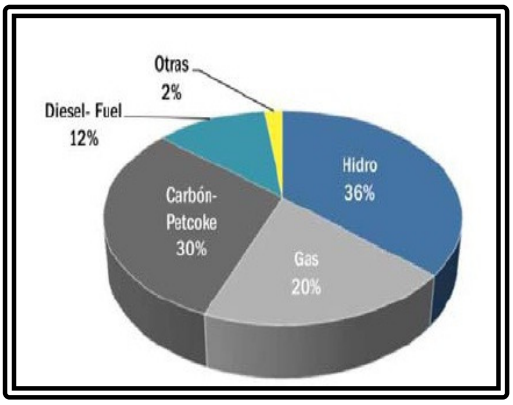


Gráfico 2-1: Chile

Fuente: OCDE, Fuentes energéticas.

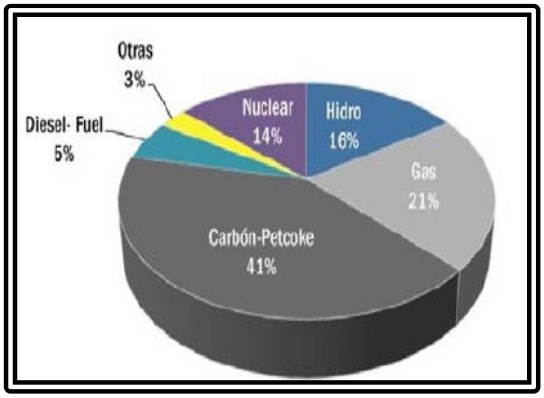


Gráfico 2-2: Promedio mundial

Fuente: OCDE, Fuentes energéticas.

Lo relevante es que a partir de los probables inconvenientes, el gobierno del periodo 2010-2014, ha comenzado a tomar medidas y emprender acciones para hacer frente a una crisis energética inminente en un futuro no muy lejano. Pero, se debe tener presente que además de las buenas intenciones, es imprescindible poseer las condiciones climáticas y territoriales para así poder ejecutar proyectos que potencien el desarrollo de las energías renovables, condiciones que Chile cumple a cabalidad, brindadas por su amplia costa, sus ríos y el desierto en el norte. Factores que facilitan la obtención de energía eólica, solar y mareomotriz.

Encontrar diferentes fuentes de energía y formas de distribución es uno de los conflictos que Chile debe resolver de manera imperiosa. El mercado energético liberalizado y manejado por empresas privadas, necesita un financiamiento inicial de parte del Estado para así fomentar las energías renovables. Por ahora, los valores y costos de generación son muy altos y dan la impresión de ser poco rentables en comparación con los combustibles de origen fósil.

2.1.1 Programa de Eficiencia Energética

Por consiguiente, la utilización eficiente de la energía es un aspecto estratégico en la política energética chilena. La creación, en 2005, del Programa de Eficiencia Energética (PPEE) y los proyectos relacionados a este programa que se están

llevando a cabo, así lo demuestran. Brevemente se describen los proyectos más destacados en los diferentes sectores[38]:

2.1.1.1 Etiquetado de Eficiencia Energética en artefactos eléctricos

El Gobierno junto con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles está desarrollando un sistema de etiquetado de eficiencia energética para artefactos domésticos, para de ese modo poder instruir y ayudar a los usuarios de tales artefactos a optimizar su uso.

2.1.1.2 Alumbrado Público

La meta de los programas sobre alumbrado público es mejorar la eficiencia energética de estas instalaciones, por medio de:

- estímulos que aprueben a los municipios integrar nuevas tecnologías a sus sistemas de alumbrado público y
- proyectos de asistencia técnica a lo largo de todo el país.

2.1.1.3 Política de eficiencia energética

Los trabajos que se están desarrollando en esta área, pretenden perfeccionar los lineamientos estratégicos de mediano y largo plazo necesarios para que la

[38] PPEE, Programa de Eficiencia Energética, Agencia chilena de eficiencia energética, 2005.

eficiencia energética se convierta en un pilar dentro de las políticas energéticas nacionales:

- Plan de acción de eficiencia energética 2010-2020.
- Estudio de mercado de eficiencia energética en Chile.
- Estudio de usos finales de la energía.
- Evaluación de políticas y programas de eficiencia energética.
- Coordinación y propuesta de diseño institucional para la agencia Chilena de Eficiencia Energética.

2.2 Apoyo de CORFO en Energías Renovables No Convencionales

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) posee un mecanismo de apoyo a las Energías Renovables No Convencionales –ERNC- (que sean elegibles de acuerdo al protocolo de Kyoto[39]), por medio de fondos que financian parte de los trabajos de prospección y materialización para proyectos que se realicen en Chile.

[39] Acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global, en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012.

2.2.1 Créditos a Largo plazo

Las líneas de créditos de largo plazo de CORFO asociadas a proyectos de energía, financian a través de los bancos a las empresas, en condiciones de plazos y períodos de gracia adecuados a las características de los proyectos.

Los recursos pueden destinarse a financiar la adquisición de maquinarias y equipos, la ejecución de construcciones, obras civiles e instalaciones, y servicios de ingeniería y montaje. Adicionalmente disponen de hasta un 30% para capital de trabajo asociado a las inversiones.

Condiciones	Crédito CORFO ERNC
Plazo	Hasta 12 años
Monto Máximo del Crédito	US$ 15 millones
Capital de trabajo	30%
Opciones de Moneda	UF o US$
Tasa de Interés	Fija
Período de Gracia	36 meses
Tamaño Máximo Empresa Beneficiaria	US$ 40 millones de ventas/año
% de la Inversión que debe ser financiado por la Empresa	15%

Tabla 2-2: Condiciones crédito a largo plazo

Fuente: CORFO, Apoyo al financiamiento de Proyectos de ERNC.

2.3. Estado actual del desarrollo de la energía solar

Se trata de una tecnología madura, aunque los fabricantes están muy centrados en mejorar los rendimientos de conversión, que fluctúan desde el 10 al 20%, actualmente[40].

Esta forma de generar energía comenzó a tener presencia en Chile desde éste año, 2012, y el proyecto fue aceptado recientemente, el año 2011, cuando el gobierno aprobó una planta solar fotovoltaica de 250 MW de capacidad, que será hasta ahora la más grande del mundo.

El proyecto completo costará US$773 millones. El año 2012 tendrá operativos los primeros 50 MW, y el proyecto completo estará terminado en 5 años.[41]

En 2005, la Asociación Nacional para la Energía Solar (ACESOL), llevó a cabo un estudio llegando a la conclusión de que en este país sólo hay instalados 6.000 m^2 de paneles solares, incluyendo los térmicos y los fotovoltaicos, cantidad poco significativa para la cantidad de energía que generan.

En la ciudad de Quillota, esta tecnología ya ha sido experimentada desde principios del año 2011 con altos niveles de satisfacción con la reinauguración del

---

[40] Comisión Nacional de Energía [en línea]
< www.cne.clhttp://www.cne.cl/cnewww/opencms/03_Energias/Fuentes_Energeticas.html> [Consultado: 16 de Diciembre de 2011].

[41] Diario Financiero. < http://www.df.cl/gobierno-aprueba-planta-solar-fotovoltaica-de-250-mw-de-capacidad/prontus_df/2011-06-30/215921.html > [Consultado: 23 de Febrero de 2012].

puente Boco afectado considerablemente por el terremoto de febrero 27 de 2010. Esta obra civil une la ciudad de Quillota (ver Anexo Nº2) con las localidades de Rautén y Manzanar y pudo ser ejecutado mediante la iniciativa de la Ilustre Municipalidad de Quillota en conjunto con el Ministerio de Obras Públicas.

Algunos de los beneficios de la utilización de este sistema son[42]:

- Instalación rápida, segura y de bajo costo (no requiere cableado entre postes)
- Tienen autonomía 100% de funcionamiento con la energía natural solar.
- Tecnología probada. Sistema anti vandalismo y antirrobo. Todas las partes y piezas son resistentes a la corrosión.
- No requiere mantención.
- No tiene problemas para encendidos en frío ni tampoco por eventuales necesidades de volver a encender, cuenta con un óptimo controlador térmico.
- Vida útil del panel solar es de 30 años.

[42] Proyecto de iluminación LED, "Puente Boco". Echeverría & Kelly LTDA. 2010.

- Bajo costo de instalación, el que no supera los $350.000 incluyendo instalación de poste y panel.[43]

2.4. Antecedentes de la ciudad de Quillota

Quillota posee una gran cantidad de fuentes energéticas renovables. Existen en la ciudad cantidades significativas de biomasa, debido a su importante industria agrícola. Además dispone de un buen potencial hidráulico que se puede encontrar aguas arriba de los regadíos abastecidos por el río Aconcagua. Por otro lado, y lo más importante para este estudio es que recibe un importante nivel de radiación solar a lo largo del año y lo mismo pasa con el potencial eólico.

La comuna también ha demostrado un interés en dar una imagen de comuna sana y saludable, como lo enfatizó el Director de Desarrollo Económico, el ingeniero Claudio Gálvez. Por ende, un método certero de dar tal ejemplo es mediante la implantación de energías renovables no convencionales, es decir, energías "sanas" y "saludables".

Por otro lado, la ciudad de Quillota está experimentando un crecimiento demográfico importante, 76.640 habitantes el año 2005 a un estimado de 82.670

[43] Asociación Chilena de Energía Solar [en línea] <http://www.acesol.cl/>

para el 2015[44], lo que conlleva directamente a un aumento de consumo energético de la comuna, aumento que puede ser cubierto con el apoyo de las ERNC.

Respecto al sistema energético, la ciudad Quillota está conectada al Sistema Interconectado Central (SIC) y la energía consumida en la comuna proviene de centrales hidroeléctricas y de quema de combustibles fósiles. Ésta varía según el clima del año (seco, normal o lluvioso). Generalmente, la hidroeléctrica aporta el 40% de la energía, el 50% es generado mediante carbón y el 10% restante, mediante Diesel.

2.4.1 Ubicación[45]

La comuna de Quillota se ubica en el paralelo 32º 54' de latitud sur y el meridiano 71º 16' de longitud Oeste, sobre la cuenca del Río Aconcagua. Comparte la cuenca, de oriente a poniente, con las localidades de Los Andes, San Felipe, Panquehue, Catemu, Hijuelas, La Calera y La Cruz, con lo cual se convierte en la última localidad de importancia en recibir sus aguas.

2.4.2 Descripción actual del alumbrado público

Como se expresó, en la actualidad el alumbrado público de la ciudad de Quillota se abastece energéticamente del Sistema Interconectado Central (SIC) en su

[44] Modificación de plano regulador comunal de Quillota, p.3.
[45] Web Ilustre Municipalidad de Quillota.

mayoría, con la sola excepción de los postes que se encuentran ubicados en el puente Boco, los cuales funcionan gracias a la energía fotovoltaica.

El número total de postes de luminaria pública que existen en la ciudad de Quillota a julio de 2012 son 4907 de 125 watts y 200 de 400 watts, estos últimos corresponden a los ubicados principalmente en la Avenida Condell.

2.4.2.1 Gastos actuales

El gasto promedio mensual que incurrió la Municipalidad de Quillota, durante el año 2011, por concepto de alumbrado público ascendió a $52.710.530, monto compuesto por gasto en iluminación de $47.420.155 y mantenimiento de $5.290.375.

	Total Anual	Promedio Mensual
Alumbrado s/medidor (4.907 Lum.)	369.277.453	28.405.958
Alumbrado c/medidor	247.184.558	19.014.197
Total Mensual (Luz)	**616.462.011**	**47.420.155**
Mantenimiento Alumbrado Público	68.774.881	5.290.375
Total	**685.236.892**	**52.710.530**

Tabla 2-3: Gasto de alumbrado público 2011

Fuente: Departamento de presupuesto de la I. Municipalidad de Quillota.

2.5 Reseña del estudio

2.5.1 Ubicación del estudio

Este trabajo de titulación realizara el estudio de reemplazo de las actuales luminarias públicas por paneles fotovoltaicos entre las calles Serrano (1) y Aníbal Pinto (2), señaladas en el mapa de la figura 2-1, de la principal arteria vehicular de la ciudad de Quillota, esto es, Avenida Condell.

Como resultado a los trabajos de mejora realizados en el año 2006, dicha avenida posee doble calzada asfáltica de 6,5 metros cada una y un bandejón central. El trabajo fue complementado con obras de paisajismo, riego, luminarias y burladeros para los paraderos de buses, además de un sistema “inteligente” de semáforos y señalización.

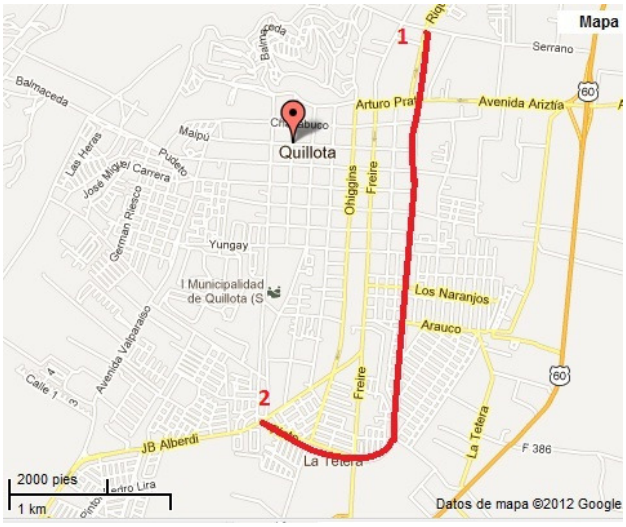


Figura 2-1: Mapa Av. Condell

Fuente: Mapas google earth.

La elección de esta avenida obedece a la importancia que significa para la ciudad, por ser la principal arteria vehicular, donde transita el 100% de la locomoción comunal e intercomunal. Situación que conlleva un número significativo de peatones que concurren hasta la avenida (existen 17 paraderos) para trasladarse a su lugar trabajo o estudio dentro de la misma ciudad o de otras (Viña del Mar, Valparaíso, San Felipe, Santiago, entre otras). Asimismo, se encuentre ubicada en un lugar estratégico de la ciudad por la cercanía a la Ruta 60 CH (camino internacional), la proximidad a estaciones de servicio, al centro comercial de Quillota y salidas a ciudades cercanas.

Este tramo está iluminado por 60 postes dobles lo cual significa 120 focos de 400 Watts cada uno. Ellos son los que más costo energético y monetario generan, dado que poseen tecnología propia.

		Total Anual	Promedio Mensual
Alumbrado c/medidor (200 unidades)		$ 247.184.558	$ 19.014.197
Mantenimiento (200 unidades c/medidor		$ 6.877.488	$ 573.124
60 Unidades Tramo Condell			
	Alumbrado (gasto en luz)	$ 74.155.367	$ 5.704.259
	Mantención	$ 2.063.246	$ 171.937
	TOTAL	$ 76.218.614	$ 5.876.196

Tabla 2-4: Gasto alumbrado público con medidor 2011

Fuente: Departamento de Presupuesto de I. Municipalidad de Quillota.

2.5.2 Economía del estudio

Un proyecto solar fotovoltaico se basa de manera exclusiva en el valor de la inversión inicial y el ahorro en materia energética (electricidad) asociado a la utilización de esta tecnología. No existen gastos relevantes de manutención ni de personal de supervisión. En contraparte, se debe considerar la inversión en un regulador de carga, un inversor y baterías para almacenar la energía que se genera cuando no se consume.

En consecuencia, la I. Municipalidad suprimiría por completo los gastos actuales en el tramo estudiado, que se refieren a gasto en energía eléctrica y en mantención de los equipos.

Lo desfavorable del proyecto es el periodo de retorno de la inversión, tiempo que fluctúa entre 10 a 15 años[46], según estudios de la Comisión Nacional de Energía. Por ello, esta tecnología no es atractiva y, por lo tanto, el Gobierno ha generado distintos tipos de apoyo para fomentar el uso de estas energías renovables no convencionales.

[46] Comisión Nacional de Energía [en línea]. <www.cne.cl> [Consultado: 23 de marzo de 2012].

2.5.3 Radiación solar en Quillota

Para calcular la energía solar térmica que se puede generar se precisa conocer el potencial solar del lugar de estudio. En la siguiente ilustración se presenta la distribución de radiación solar en la región de Valparaíso.

LOCALIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
V Región													
EL YESO	791,3	639,0	584,0	425,2	290,9	212,6	263,6	356,0	514,3	627,2	687,2	788,5	6179,8
ISLA DE PASCUA	631,3	515,9	497,5	376,8	314,9	245,4	296,9	362,4	483,9	574,5	606,4	634,9	5540,8
QUILLOTA	680,7	560,7	477,1	304,8	228,2	194,1	199,1	299,7	364,0	512,5	597,1	680,3	5098,2
EL OLIVAR	671,1	521,0	482,5	306,8	201,8	176,3	206,3	283,9	348,0	482,1	608,3	680,2	4968,2
VALPARAISO	680,9	528,8	467,4	310,7	218,7	175,5	199,5	293,3	397,4	521,7	616,4	678,3	5088,8
EL BELLOTO	578,3	458,5	452,5	349,4	268,0	203,2	278,7	339,9	448,3	449,9	594,0	620,3	5041,0
LLIU LLIU	758,7	585,8	558,5	382,7	271,5	215,4	231,7	325,8	421,6	551,1	627,0	746,2	5676,1

Tabla 2-5: Irradiación global mensual y anual (2009), en plano horizontal (W/m^2)

Fuente: Comisión Nacional de Energía, irradiación solar en Chile.

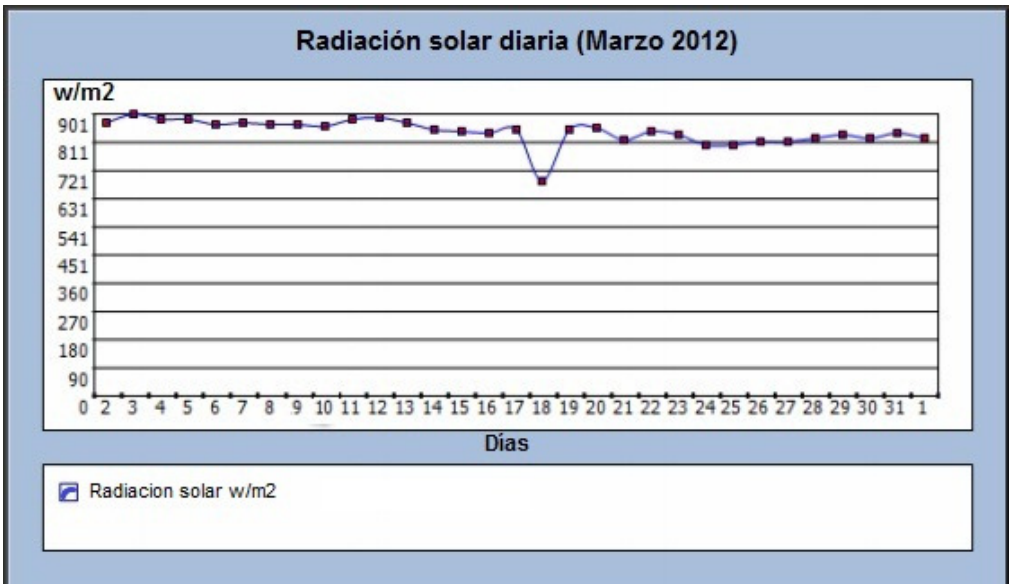


Tabla 2-6: Radiación solar diaria en Quillota

Fuente: www.agroclima.cl

Quillota se encuentra en una situación privilegiada para el aprovechamiento de la energía solar. Lo que queda demostrado por el alto nivel percibido de radiación solar en la ciudad. Esto es avalado por la ejecución del proyecto fotovoltaico en el puente Boco, el cual no ha presentado inconvenientes desde su instalación.

Capitulo III: Estudio de implementación de paneles fotovoltaicos en la luminaria pública de la avenida Condell

En este capítulo se darán a conocer las capacidades técnicas, costos de adquisición, costos de mantención y costos de instalación de cada kit de poste fotovoltaico que se seleccionó para ser estudiado. Es de importante carácter mencionar que previamente se realizó una preselección de ocho empresas, las que poseían en sus registros los productos que se necesitaban, y además por su experiencia en el rubro. De esta selección fueron descartadas la mitad de las propuestas:

- Imosolar, costos excesivos, muy por sobre el promedio.
- Tesla, se negó a brindar información pertinente para el estudio.
- Solar del Valle, Costos elevados.
- Energialed, no dio respuestas ante las cotizaciones.

Mientras que las empresas que brindaron la información solicitada, poseían kit de alumbrado público con valores razonables y se mostraron interesados en desarrollar y colaborar con el estudio fueron:

- Solener.
- Electrosolar.
- Lumisolar.
- Rio Valle.

3. Estudio de propuestas

Es fundamental tener conocimiento que las propuestas se evaluarán a 5 años, y que se considerara para calcular el VAC (Valor Actual de Costos) una tasa social estándar del 6%.

Lo que nos permitirá tener un parámetro de comparación para complementarlo con los requerimientos técnicos.

Los requerimientos técnicos de las cuatro empresas seleccionadas son similares, todas con experiencias previas en trabajos con municipalidades, equipos de categoría que cumplen con normas y estándares de calidad.

3.1 Propuesta 1

3.1.1 Reseña empresa: ELECTROSOLAR

Electrosolar International es una empresa de origen francesa especializada en energía solar y eficiencia energética. Nuestra experiencia nos permite ofrecer productos de alta calidad y a precios competitivos.

Trabajamos en la implementación de proyectos, adaptándonos a las necesidades específicas de nuestros clientes. Ofrecemos una completa asesoría que incluye la evaluación de factibilidad técnica, instalación de equipos y servicio post

venta. Electrosolar International tiene una red de distribución a lo largo del país para garantizar un servicio post venta de excelencia.

3.1.2 Propiedades Poste MORI 70W Led

Panel Solar Alta Eficiencia	Potencial nominal	*140W 2 unidades*
	Temperatura de trabajo	*-40 ℃ ~ +85 ℃*
	Eficiencia de la célula	*17%*
	Tipos de células	*Silicio Mono-cristalino*
Luminaria LED	Consumo y cantidad de LED	*LED alta eficiencia 70W*
Batería	Tipo	*Gel libre de mantenimiento*
	Tensión	*12 V*
	Capacidad	*120AH * 2 unidades*
Regulador de	12V/20A - Función de control	

carga	automático de luz, protección de sobrecarga y descarga
Poste Petit Jean **Omega**	9 metros - Galvanizado en caliente

Tabla 3-1: Propiedades Poste MORI 70W Led

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de operación: 12 horas por día (noche).

Capacidad de almacenamiento de energía: 2 días de respaldo

Figura 3-1: Poste solar MORI

Fuente: www.electrosolarint.cl

Figura 3-2: Luminaria Led alta potencia

Fuente: www.electrosolarint.cl

3.1.3 Valores (netos) y vida útil Kit MORI

	Panel solar	Batería	Luminaria Led	Control de carga	Instalación	Total
Vida útil	40 años	5 años	8 años	10 años		
Valor($)	-	-	-	-	70.000	1.442.250

Tabla 3-2: Valores (netos) y vida útil Kit MORI

Fuente: Elaboración propia

Con esta propuesta se deben adquirir un total de 120 postes, ya que este kit posee un foco por cada estructura.

Se estimó un costo preventivo de $10.000 por poste, ya que en sí, no conllevan mayor costo de mantenimiento que una limpieza anual de las placas.

Finalmente, el costo de traslado del total de los equipos es de $1.200.000, servicio que la empresa otorga por ese valor adicional.

3.1.4 VAC Propuesta

Costo Instalación	$ 70.000
Costo equipo	$ 1.372.250
Costo traslado	$ 1.200.000
Costo mantención	$ 1.200.000
Vida útil proyecto	5
Tasa	6%

Inversión inicial	-$ 174.270.000
Valor actual mant.	-$ 5.054.837
VAC	-$ 179.324.837

Tabla 3-3: VAC Propuesta 1

Fuente: Elaboración propia.

El valor actual de los costos (VAC) para poder ejecutar la propuesta es de $179.324.837, para un total de 120 postes instalados.

3.2 Propuesta 2

3.2.1 Reseña empresa: SOLENER

Soluciones Energéticas SOLENER Ltda. nació en Octubre de 1999, con el objetivo de comercializar, distribuir e instalar Sistemas Energéticos Renovables en Chile.

Nos mueve un profundo interés en las tecnologías limpias y, por sobre todo, el casi nulo impacto que estas tienen en el ambiente.

Líneas de acción:

- Aplicaciones Energía Solar: sistemas autónomos y sincronizados a red.
- Sistemas fotovoltaicos, eólicos e híbridos aplicados a cualquier tipo de proyecto (iluminación, bombeo de agua, telecomunicaciones, protección catódica, señalización carretera, telefonía rural, entre otras).
- Ingeniería y estudios energéticos: auditorías.

Estamos presentes en proyectos de mediana y gran envergadura. Con más de 11 años de experiencia y cerca del 40 por ciento del mercado, nuestra empresa abastece con sistemas energéticos renovables a importantes clientes del sector minero, a múltiples servicios del estado y a un sinfín de empresas necesitados de soluciones energéticas limpias.

SOLENER es la única empresa en Chile certificada por Fronius para la instalación y mantención de inversores sincronizados a red. Esta certificación fue entregada por esta destacada empresa Austriaca debido a la capacidad técnica y continuas capacitaciones a nivel nacional e internacional de los profesionales de Solener.

3.2.2 Propiedades Poste con Panel Kyocera KD140SX-UFBS

Panel Solar Alta Eficiencia	Potencial nominal	*84W 2 unidades*
	Temperatura de trabajo	*-25℃ ~ +45℃*
	Eficiencia de la célula	*15%*
	Tipos de células	*Silicio Mono-cristalino*
Luminaria LED	Consumo y cantidad de LED	*LED 42W*
Batería	Tipo	*Gel libre de mantenimiento*
	Tensión	*12 V*
	Capacidad	*100AH*
Regulador de carga	12V/20A - Función de control automático de luz, protección de sobrecarga y descarga	

Tabla 3-4: Propiedades Poste con Panel Kyocera KD140SX-UFBS

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 Valores (netos) y vida útil, Kit Kyocera KD140SX-UFBS

	Panel solar	Batería	Luminaria Led	Control de carga	Instalación	Total
Vida útil	40 años	6 años	10 años	10 años		
Valor($)	581.000	240.600	350.000	56.100	170.000	1.397.700

Tabla 3-5: Valores (netos) y vida útil, Kit Kyocera KD140SX-UFBS

Fuente: Elaboración propia

Los elementos constitutivos del Kit: no consideran el poste, estructuras de soporte, cajas de baterías ni cables de conexión entre equipos, lo que tiene un costo aproximado de $900.000 y el valor del traslado de los equipos es de $1.500.000 según lo informado por Don Boris Manzano Contreras, ingeniero civil eléctrico, funcionario de Solener Ltda.

3.2.4 VAC Propuesta

Costo instalación	$ 170.000
Costo equipo	$ 1.227.700
Costo poste	$ 900.000
Costo traslado	$ 1.500.000
Costo mantención	$ 600.000
Vida útil	5
Tasa	6%

Inversión inicial	-$ 139.362.000
Valor actual mant.	-$ 2.527.418
VAC	-$ 141.889.418

Tabla 3-6: VAC Propuesta

Fuente: Elaboración Propia.

El valor actual de los costos (VAC) para poder ejecutar la propuesta es de $141.889.418, para un total de 60 postes instalados.

3.3 Propuesta 3

3.3.1 Reseña de empresa: LUMISOLAR.

En un mundo en que cada vez se hacen más escasos los recursos energéticos, Lumisolar propone la utilización de la fuente más noble, inagotable, ecológica y económica: el sol. Parece increíble que estando allí desde siempre, hayamos ignorado por tanto tiempo su potencial y beneficios únicos, privilegiando otras energías que, al margen de ser muy costosas, provocan daños irreversibles al

planeta. Energía solar, la energía del futuro… la energía que mueve a Lumisolar. Nuestra misión: innovar y liderar el uso de este recurso natural y otras fuentes renovables como la energía eólica, proveyendo a nuestros clientes, país y otros países de soluciones eficientes y ambientales.

3.3.2 Propiedades Poste gaviota Lumisolar

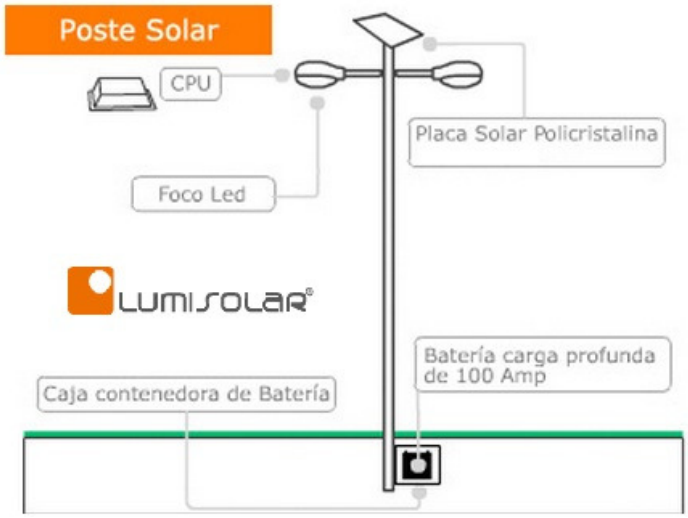


Figura 3-3: Propiedades Poste gaviota Lumisolar

Fuente: www.lumisolar.cl

Poste gaviota Lumisolar consta de:

- 4 Placas solares 130Wp
- 2 Luminarias IP65 Led 60 Watts a 6 metros del suelo.
- Baterías Solares 100 Amp. AGM carga profunda.

- 2 CPU control de carga 20 Amp.
- 1 Poste solar galvanizado de 6 metros con flanche de 30 x 30.
- Caja porta batería galvanizado.
- Porta placa / luminaria galvanizado.
- 1 Kit de pernos y cables.
- Tiempo de operación: 12 horas por día (noche).
- Capacidad de almacenamiento de energía: 1 días de respaldo.

3.3.3 Valores (netos) y vida útil, panel gaviota Lumisolar

	Panel solar	**Batería**	**Luminaria Led**	**Control de carga**	**Instalación**	**Total**
Vida útil	40 años	5 años	10 años	10 años		
Valor($)	_	_	_	_	210.000	2.510.000

Tabla 3-7: Valores (netos) y vida útil, panel gaviota Lumisolar

Fuente: Elaboración propia

El costo del traslado al lugar de ejecución del proyecto es de $1.560.000 y además se estimo un costo preventivo de mantenimiento anual de $10.000 por poste.

3.3.4 VAC propuesta, Tabla 3-8:

Costo Instalación	$ 210.000
Costo equipo	$ 2.300.000
Costo traslado	$ 1.560.000
Costo mantención	$ 600.000
Vida útil proyecto	5
Tasa	6%

Inversión inicial	-$ 152.160.000
Valor actual mant.	-$ 2.527.418
VAC	-$ 154.687.418

Tabla 3-8: VAC propuesta

Fuente: Elaboración Propia

El valor actual de los costos (VAC) para poder ejecutar la propuesta es de $156.687.418, para un total de 60 postes instalados.

3.4 Propuesta 4

3.4.1 Reseña de empresa: RIOVALLE

Desde el año 2005 Riovalle Ltda. está principalmente dedicada a la Energía Solar, siendo así una de las empresas más antiguas y con más experiencia en Chile en Energía Solar. Los miles de metros cuadrados de colectores solares instalados a lo largo de todo el país y en el extranjero, así lo avalan.

Gracias a esta experiencia, Riovalle Ltda. ha seleccionado la tecnología más eficiente, logrando instalaciones rentables en todo clima (lluvia, niebla, viento y nieve).

Riovalle Ltda. importa y distribuye colectores y luminarias solares con certificaciones internacionales acreditadas, utiliza toda su Ingeniería y experiencia para aprovechar esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede liberarnos definitivamente de la dependencia de los sistemas convencionales u otras alternativas poco seguras, contaminantes y agotables.

3.4.2 Propiedades Poste con controlador híbrido

Esta propuesta consiste en instalar un controlador solar híbrido que permite conectar el poste solar con la red de electricidad nacional. Lo que significa que se puede prevenir situaciones como las que ocurrieron el invierno de 2011 con los paneles del puente Boco en la ciudad, que no funcionaron en su totalidad dado que hubo varios días consecutivos muy oscuros, lo que impidió que las baterías lograran cargarse a niveles aptos para poder encender los focos.

Panel Solar Alta Eficiencia	Potencial nominal	*140W 2 unidades*
	Temperatura de trabajo	*-30℃ ~ +50℃*
	Eficiencia de la célula	*18%*
	Tipos de células	*Silicio Mono-cristalino*
Luminaria LED	Consumo y cantidad de LED	*LED 70W*
Batería	Tipo	*Gel libre de mantenimiento*
	Tensión	*12 V*
	Capacidad	*100AH*
Regulador de carga	12V/20A - Función de control automático de luz, protección sobrecarga y descarga.	

Tabla: 3-9: Propiedades Poste con controlador híbrido

Fuente: Elaboración propia

El controlador solar híbrido se instala en cada poste, independiente de la cantidad de focos que éste tenga, aunque tiene como tope 4 focos.

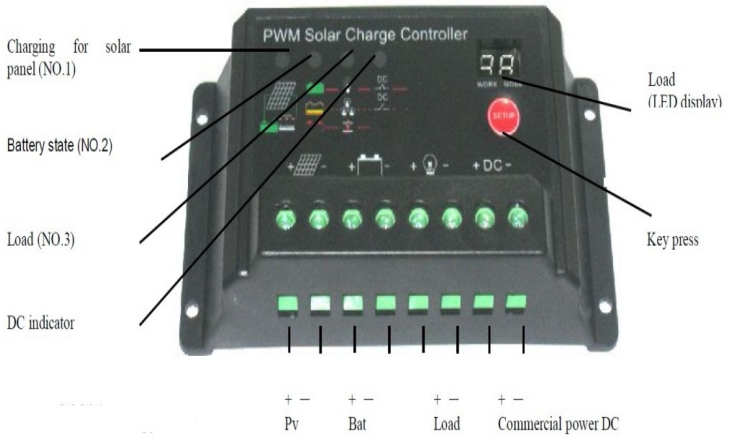


Figura 3-4: Controlador solar híbrido

Fuente: http://www.riovalle.cl/

3.4.3 Valores (netos) y vida útil, panel gaviota Lumisolar

	Panel solar	Batería	Luminaria Led	Control de carga	Instalación	Controlador
Vida útil	50 años	6 años	10 años	10 años		10 años
Valor($)	502.000	220.800	346.000	48.400	120.000	56.200

Total ($)	1.293.400

Tabla 3-10: Valores (netos) y años de vida útil

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. VAC propuesta

Costo Instalación	$ 120.000
Costo equipo	$ 1.293.400
Costo traslado	$ 1.400.000
Costo mantención	$ 600.000
Vida útil proyecto	5
Tasa	6%

Inversión inicial	-$ 86.204.000
Valor actual mant.	-$ 2.527.418
VAC	-$ 88.731.418

Tabla 3-11: VAC propuesta

Fuente: Elaboración Propia

El valor actual de los costos (VAC) para poder ejecutar la propuesta es de $88.731.418, para un total de 60 equipos que incluye principalmente los paneles, las luces Led, los controladores de carga, las baterías y en especial los 60 controladores solares híbridos.

3.5 Análisis FODA: Los efectos de poseer un sistema fotovoltaico en la ciudad.

Fortalezas:

- Excelente climatología y posición geográfica.
- Disminución en costos de mantención de la luminaria, ya que solo requieren una limpieza anual.

- Avances tecnológicos en materia fotovoltaica han mejorando su calidad y disminuido los costos, lo que la convierte en una energía competitiva.
- Buena percepción social en la comuna de la Energía Solar Fotovoltaica.
- En situaciones inesperadas como problemas del SIC o sismos de gran magnitud, los paneles continúan con su funcionamiento normal.
- El municipio tiene un asesor a nivel medio ambiental, ingeniero civil ambiental, que posee conocimientos y experiencia en la instalación de estas tecnologías.
- Alto conocimiento y experiencia en la I. Municipalidad de las ventajas en la generación de energía fotovoltaica.

Oportunidades:

- Fondos y créditos estatales que fomentan el uso de energías renovables no convencionales.
- El potencial solar en Quillota es uno de los más elevados de la zona central del país.[47]
- Crecimiento en la oferta de empresas pertenecientes al sector energético solar.

Debilidades:

- Inversión inicial elevada.

[47] Radiación solar. <www.agroclima.cl>, [Consulta: 25 de Mayo de 2012].

Amenazas:

- Hurto o destrucción de equipos producto del vandalismo.

Los principales beneficiados por la implementación de los paneles fotovoltaicos son los habitantes de la ciudad, ya que la iluminación solar con el sistema híbrido garantiza luz los 365 días del año, lo que brinda seguridad en caso de tormentas o terremotos, ya que esas son algunas de las principales causas que provocan cortes de luz. Este método es sumamente innovador por el tipo de funcionamiento que posee y por el hecho de que provee de luz todos los días del año.

Además es un sistema de energía limpia, lo que enfatiza el lema de la ciudad de Quillota, “comuna humana saludable e innovadora”. Y significa un considerable ahorro, primero en materia energética y en segundo lugar en materia económica.

El estudio realizado avala un alto rendimiento, seguridad y calidad en la implementación y en el funcionamiento de estos equipos, no obstante se propone que se realicen nuevas investigaciones al cabo de cinco años, para mayor fiabilidad y posibilidad de nuevos avances en materia energética libre de emisiones y renovables.

Conclusiones

Las energías renovables no convencionales, son la energía del mañana, y no por ser una opción, sino por ser una necesidad. Según las cifras citadas en el estudio es probable que en el año 2030, el consumo energético mundial aumente en un 57%. Los problemas con mayor significancia respecto a esto, son que los combustibles fósiles representarán el 90% de la energía consumida, lo que tendrá como consecuencia un aumento de un 62% de emisiones de gases invernadero en relación a la actual cantidad, y también consumo indiscriminado de la energía no renovable, lo que conduciría hacia su agotamiento.

Es por lo anterior, la urgencia de potenciar la creación, implementación y uso de energías renovables no convencionales, sin distinción, pero dándole mayor consideración a las que tienen un menor impacto medioambiental, como la energía solar, ya que no genera emisiones ni daños colaterales.

La Ilustre Municipalidad de Quillota, a través de su Dirección, está consciente y demuestra interés fomentando el uso de paneles fotovoltaicos en sectores de la ciudad (pasos peatonales y el puente Boco). , frente a ello, la tesis de titulación desarrollada representa para dicho municipio un real aporte que tuvo gran aceptación por el Director del Departamento de Desarrollo Económico.

El objetivo general y los específicos formulados en esta investigación se cumplieron a cabalidad determinados en un principio fueron satisfechos plenamente:

- Se recabó y seleccionó la información relevante para el estudio. Información para entender y diferenciar los tipos de energía que existen, la actualidad energética mundial, nacional y comunal, además de nombrar y dar algunas especificaciones de los tipos de paneles solares.
- Se obtuvo el gasto realizado en materia de luminaria pública en el sector de la ciudad bajo estudio, los gastos de mantenimiento y energía eléctrica de todos los meses del año 2011, datos que fueron entregados por el Departamento de Presupuesto de la I. Municipalidad.
- Se contactó a ocho empresas dedicadas a la fabricación y/o venta de paneles fotovoltaicos y térmicos. Una vez realizados los vínculos con miembros de la empresa, se comenzó a cotizar costos de equipos, costos de implementación de los paneles, costos de transporte y se esclarecieron las dudas respectos a los costos de mantenimiento de los paneles. Se informó que los paneles no conllevan costos de mantenimiento fijos, pero se recomienda efectuar a modo preventivo limpieza de los paneles, la cual es tan simple que se puede hacer sólo con un paño húmedo, y también se recomienda realizar mediciones de voltaje a las baterías, ambos actos se deben realizar una vez al año.

- Respecto a la factibilidad técnica de implementación, se decidió cotizar en las cuatro empresas seleccionadas equipos de similares características, con alguna diferencia en la capacidad de la batería, lo que influye en máximo un día más o menos dependiendo del equipo, para la reserva de ésta en caso de varios días oscuros. Otra diferencia es la potencia de la luz Led de los equipos, que varía entre los 42 y 70 watts nominales. Para calcular la potencia real se debe multiplicar por cinco. Otro factor técnico para la implementación es el clima, y se determinó que la radiación solar en la zona es apta para el óptimo funcionamiento de los paneles.

Un hallazgo relevante que se dio a conocer durante la búsqueda de la optimización de los kit, fue una sugerencia que hizo la empresa Río Valle, la cual consistía en instalar un sistema híbrido, compuesto de paneles solares con la permanencia de conexión al sistema de abastecimiento actual. Esta empresa es la única certificada para realizar este tipo de instalaciones en el país.

Yendo al análisis de factibilidad económica, se decidió evaluar las propuestas en base a sus costos totales, los que fueron calculados con el valor actual de costos (VAC) de cada una. Lo que hace el VAC es sumar todos los costos iniciales y traer a valor presente los costos de operación de los años en los cuales se evaluará cada propuesta.

Es prudente para tener noción del ahorro o costo que significará cada propuesta tener el detalle de los gastos actuales que genera el tramo a estudiar, costos de mantenimiento y de energía.

		Total Anual	Promedio Mensual
Alumbrado c/medidor (200 unidades)		$ 247.184.558	$ 19.014.197
Mantenimiento (200 unidades c/medidor		$ 6.877.488	$ 573.124
60 Unidades Tramo Condell			
	Alumbrado (gasto en luz)	$ 74.155.367	$ 5.704.259
	Mantención	$ 2.063.246	$ 171.937
	TOTAL	$ 76.218.614	$ 5.876.196

Tabla 3-12: Gasto alumbrado público con medidor 2011

Fuente: Departamento de presupuesto de I. Municipalidad de Quillota

Valores Actualizados de los Costos, evaluados en un periodo de 5 años:

Empresa	VAC
Alumbrado actual de la municipalidad	-$ 321.060.529
ELECTROSOLAR	-$ 179.324.837
SOLENER LTDA.	-$ 141.889.418
LUMISOLAR	-$ 154.687.418
RIOVALLE	-$ 88.731.418

Tabla 3-13: VAC, evaluados en un periodo de 5 años.

Fuente: Elaboración propia

Se recomienda aplicar la propuesta de RIOVALLE, porque:

- Es la más económica de las cuatro.
- Existe retorno de la inversión, después de quince meses.
- Es un sistema solar híbrido, por lo que se diferencia del resto, porque, funciona todo el año con energía solar, pero en casos inesperados que impida esto, se habilita la energía eléctrica del sistema interconectado central, lo que garantiza su pleno funcionamiento durante todo el año.
- Al no comprar el kit completo y adquirir solamente algunas partes del equipo, se puede optar por seleccionar con mayor criterio cada pieza, de ese modo elegir la que se estime cumplirá de manera más eficiente su labor. Y de todas formas no aumentar el costo total, dado el ahorro que se produce por no incurrir en costos como el poste, por ejemplo.

Referencias

ASOCIACIÓN CHILENA DE ENERGÍA SOLAR. ACESOL [En línea] <www.acesol.cl> [Consulta: Constante]

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA. CNE. [En línea] <www.cne.cl> [Consulta: Constanste.]

DIARIO FINANCIERO. [En línea] < http://www.df.cl/gobierno-aprueba-planta-solar-fotovoltaica-de-250-mw-de-capacidad/prontus_df/2011-06-30/215921.html> [Consultado: 23 de Febrero de 2012]

ELECTROSOLAR. [En línea]. <www.electrosolarint.cl> [Consulta: Constante]

GONZALEZ VELASCO, Jaime. 2009. *Energias Renovables.* Barcelona : Reverte, 2009.

HERAS CELEMIN, María del Rosario. 2008. *Fuentes de energía para el futuro.* España : Ministerio de Educación y Cultura, 2008.

IBAÑEZ PLANA, M. 2004. *Tecnología Solar.* Madrid : Mundi-prensa, 2004.

JUANA SARDÓN, Jose María De. 2009. *Energías Renovables pra el desarrollo.* Madrid : Paraninfo, 2009.

LUMISOLAR. [En línea] <www.lumisolar.cl> [Consulta: Constante]

MENDEZ PEREZ, EMILIO. 2001. *Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo.* España : La Catarata, 2001.

ORTEGA, Mónica. 2009. En Buenas Manos. [En línea] 2009. [Consultado: 15 de Diciembre de 2011.] <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=243>

RIO VALLE. [En línea] <www.riovalle.cl> [Consulta: Constante]

ROLDÁN VILORIA, JOSE. 2008. *Fuentes de energía.* s.l. : Paraninfo, 2008.

ROMERO TOUS, Marcelo. 2010. *Energía solar fotovoltaica.* Barcelona, España : Ceac, 2010.

SOLENER LIMITADA. [En línea]. <www.solener.cl> [Consulta: Constante]

Anexos

Anexo Nº1: Resumen Protocolo de Kyoto.

Resumen del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

klima aldaketaren aurkako ekimena
en acción contra el cambio climático

EL PROTOCOLO DE KIOTO:

ES.... el acuerdo institucional más importante en relación al cambio climático, que tiene su origen en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992.

BUSCA.... reducir las emisiones de GEIs de los principales países industrializados con el fin de que en el periodo que va de 2008 a 2012 esas emisiones desciendan un 1,8%* por debajo de las registradas en 1990.

SE APLICA A.... las emisiones de 6 Gases de Efecto Invernadero: CO_2, CH_4, N_20, HCF, PFC y SF_6.

ORIGEN DEL PROTOCOLO DE KIOTO

El Protocolo de Kioto tiene su origen en la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el cambio climático que fue aprobado en la Sede las Naciones Unidas en Nueva York, el 9 de mayo de 1992. Esta Convención es fruto de un proceso internacional de negociación a raíz de la publicación del Primer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). En este Informe se confirmaba la existencia y peligrosidad del fenómeno del cambio climático.

La Convención Marco sobre el Cambio Climático busca "la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático" y establece una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a resolver el desafío del cambio climático.

Reconoce que el sistema climático es un recurso compartido que puede verse dañado por todas las actividades (incluyendo las industriales) que emiten dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEIs).

En virtud de esta Convención, los países firmantes:

- Recogen y comparten la información sobre las emisiones de GEIs, las políticas nacionales y las prácticas óptimas en materia de reducción de emisiones.
- Ponen en marcha estrategias nacionales para abordar el problema de las emisiones y adaptarse a los efectos previstos del cambio climático, incluida la prestación de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo.
- Cooperan para prepararse y adaptarse a los efectos del cambio climático.

Sin embargo, cuando se adoptó la Convención, los Estados Parte sabían que sus compromisos no serían suficientes para abordar en serio los problemas del cambio climático.

El órgano supremo de la Convención es la Conferencia de la Partes (COP), que reúne anualmente a todos los Estados que han ratificado la Convención. En la primera de las Conferencias de las Partes (COP1) en Berlín en 1995, las Partes pusieron en marcha una nueva ronda de conversaciones para decidir la adopción de compromisos más firmes y más detallados para los países industrializados. Después de dos años y medio de negociaciones intensas, se adoptó el Protocolo de Kioto en la COP3 de Kyoto (Japón), el 11 de diciembre de 1997.

CONTENIDO DEL PROTOCOLO DE KIOTO

Un sencillo documento de unas 10.000 palabras contiene el acuerdo institucional más importante en relación al cambio climático. **Su objetivo es reducir las emisiones de GEIs de los principales países industrializados** y según la propuesta inicial de 1997, los países firmantes debían lograr que en el plazo que va de 2008 a 2012 esas emisiones descendieran un 5,2% por debajo de las registradas en 1990. En la Cumbre de Bonn (julio de 2001) ese límite se ha fijado en un 1,8%, ya que de lo contrario se corría el riesgo de que el Protocolo no se ratificara.

Los principales componentes del Protocolo de Kioto son los que a continuación se exponen:

- Gases contemplados
- Objetivos
- Países
- Mecanismos flexibles

Gases contemplados

El Protocolo de Kioto se aplica a las emisiones de seis gases de efecto invernadero:

• Dióxido de carbono (CO_2);

• Metano (CH_4);

• Óxido nitroso (N_2O);

• Hidrofluorocarbonos (HFC);

• Perfluorocarbonos (PFC);

• Hexafluoruro de azufre (SF_6).

Objetivos del Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto marca objetivos obligatorios relativos a las emisiones de GEIs para las principales economías mundiales que lo han aceptado. Estos objetivos individuales van desde una reducción del 8% hasta un crecimiento máximo del 10% respecto a las emisiones del año base, que ha sido fijado en 1990 (se podrá utilizar el año 1995 para los gases fluorados) y según cita el Protocolo "con miras a reducir el total de sus emisiones de los GEIs a un nivel inferior de no menos de un 5% al nivel de 1990 en el periodo de compromiso 2008-2012" a nivel mundial.

Países firmantes

Los compromisos contraídos en virtud del Protocolo de Kioto varían de un país a

otro. Así, el objetivo de recorte global del 5% sobre los niveles de GEIs de 1990 para los países desarrollados oscila entre el recorte del 28% de Luxemburgo y el 21% de Dinamarca y Alemania; y un incremento máximo de las emisiones del 25% en Grecia y de un 27% en Portugal.

Mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto

Estos mecanismos tienen el doble objetivo de facilitar a los países desarrollados el cumplimiento de sus compromisos de reducción y limitación de emisiones y promocionar la financiación de proyectos "limpios" en países en desarrollo o en transición hacia económicas de mercado.

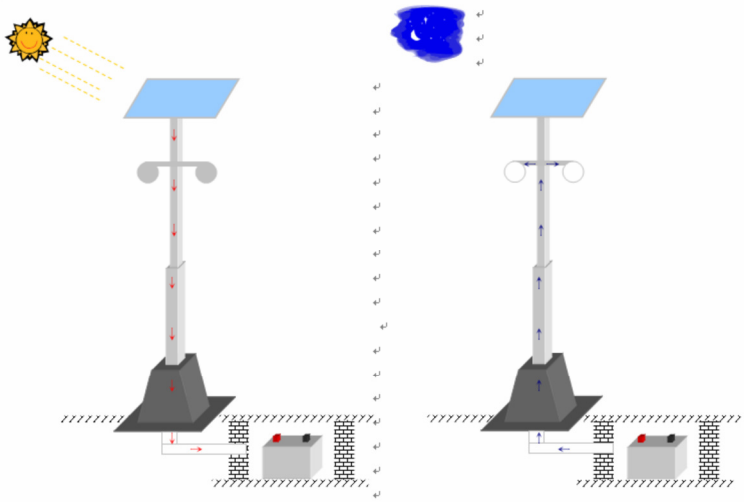
Anexo Nº2: Proyecto iluminación LED puente Boco.

Operación del sistema

El sistema solar convierte la energía solar en electricidad lo que permite almacenar dicha generación en baterías. Esto proveerá al cliente un sistema de energía verde, limpia y económica.

Nuestras luminarias utilizan LEDS de alto poder con un diseño que permite disipar la temperatura del sistema al ambiente sin deteriorar a la propia luminaria y menos sus atributos lumínicos.

Este sistema de carcasas son a prueba de agua (IP65) y diseñadas para múltiples usos incluyendo instalaciones en exterior como en interior.



Estos productos vienen totalmente armados y en condiciones de ser montados para su uso inmediato, tanto como instalaciones nuevas o en reemplazo de iluminación convencional existente.

Beneficios de un sistema de iluminación solar autónomo:

- Instalación rápida, segura y de bajo costo (no requiere cableado entre postes)

- Permite movilidad pues no depende del sistema de distribución eléctrico que la Municipalidad o el mandante tenga contratado, tienen autonomía 100% de funcionamiento con la energía natural solar

- Tecnología probada. Sistema anti vandálico y antirrobo. Todas las partes y piezas son resistentes a la corrosión.

- Bajos costos de instalación

- Fácil y rápido despliegue en prácticamente cualquier lugar

- No requiere conectarlo a la red eléctrica, tienen autonomía 100% de funcionamiento con la energía natural solar

- No requiere hacer roturas de pavimento y nuevas instalaciones (salvo fundaciones para instalaciones nuevas)

  Para su montaje y puesta en servicio,

- No requiere mantención

- No existe pago mensual, cargo fijo y costo por siempre de cargo por consumos eléctricos

- Baterías libre mantención

- La autonomía de funcionamiento sin red eléctrica y el equipamiento integral de gran estabilidad y durabilidad, bajan impactantemente los costos de

mantención de todo este tipo de iluminación solar, comparativamente con una red de iluminación convencional

- Frente a cortes de energía generalizados y/o masivos de las redes de distribución eléctrica, las vías iluminadas con energía solar permanecerán totalmente iluminadas

- Mejor color (render) y manejo nocturno (confort para el conductor), mayor contraste, mejor visibilidad nocturna, sin generar un desequilibrio con distracción óptica.

- No tiene problemas para encendidos en frio y tampoco por eventuales re encendidos, cuenta con un optimo controlador térmico

- Vida útil panel solar 30 años

Configuración sistema solar LED 75W

Sistema solar de alto poder LED

1. Modulo solar (panel): 120 Wp/12VDC*2pcs

2. Estructura panel: 2pcs

3. Baterías: libre mantención 120 AH/12VDC*2pcs

4. Controlador de carga: 20A/24VDC

5. Luminaria: High Power Street Light 70W/12VDC (Flujo lumínico 6300-7000LM. 28 LUX al centro basado en poste de 10 metros)

6. Temperatura de funcionamiento: -40-55℃

7. Resistencia al viento: 120KM/H

8. Tiempo de operación: 12 horas por día (noche)

9. Capacidad de almacenamiento de energía: 3 días de respaldo