UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

METODOLOGÍA DE FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE PROVISIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS): VALIDACIÓN Y MEJORAS PARA CONTRIBUIR EN EL DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN CHILE

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN GESTIÓN Y POLÍTICAS PÚBLICAS

MARÍA DE LOS ANGELES SMITH OSES

PROFESOR GUIA:
EDUARDO CONTRERAS VILLABLANCA

MIEMBROS DE LA COMISION:
JULIA STANDEN ROCCO
JAVIER FARÍAS SOTO

SANTIAGO DE CHILE
2019

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Magister En Gestión y Políticas Públicas.
POR: María de los Ángeles Smith Osés.
FECHA: 12/08/2019
PROF. GUÍA: Eduardo Contreras V.

METODOLOGÍA DE FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE PROVISIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS): VALIDACIÓN Y MEJORAS PARA CONTRIBUIR EN EL DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN CHILE

La presente investigación, está enfocada en analizar las fortalezas y debilidades que evidencia la Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS), creada por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia y el Ministerio de Energía; a fin de poder visualizar y otorgar soluciones respecto a la problemática que ésta ha evidenciado, en cuanto a la escasa participación y aplicación de la metodología por parte de instituciones públicas- municipios. En este sentido, el presente documento tendrá como objetivo llevar a cabo un análisis respecto a su uso y aplicabilidad; evidenciando soluciones, considerando las debilidades observadas en diversos ámbitos.

Cabe destacar que el proceso metodológico del presente estudio, se basará en un enfoque mixto, desarrollándose en primera instancia, la recolección de información por medio de una revisión bibliográfica primaria y secundaria. Posteriormente, se recolectarán datos e indicadores necesarios de dos establecimientos educacionales, mediante la coordinación y la entrega de información de los informantes claves del Ministerio de Desarrollo Social y Familia y del Ministerio de Energía.

Con todo lo mencionado anteriormente, se establecerá la validación de la metodología respecto a su uso y aplicación, por medio de la determinación de los flujos de beneficios y costos sociales en dos instituciones educacionales. Posteriormente, se analizarán sus fortalezas y debilidades considerando los lineamientos expuestos por Contreras y Fontaine. Por último, se realizará una versión de la metodología, creándose una guía que oriente el mejoramiento de ésta.

A modo de conclusión, es posible señalar que, en la investigación en comento, se pudieron observar diversas dificultades asociadas al funcionamiento del instrumento analizado, respecto al escaso desarrollo de variados conceptos que son relevantes para el entendimiento y el llenado de éste; dando cuenta de un aporte conceptual y analítico, a fin de complementar y contrarrestar dichas falencias. El presente estudio se puede configurar como un aporte tanto para la metodología, como también para las instituciones y personas que desean contribuir en el desarrollo a nivel medio ambiental del país.

DEDICATORIA

A mi marido, a mi familia y a mis amigas-os,

Gracias por el apoyo y amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo de mi profesor guía, Eduardo Contreras Villablanca, el cual me enseñó durante todo este proceso, a través de su disponibilidad y entrega constante.

Asimismo, agradezco el apoyo de la profesora María Pía Martín Munchmeyer y del profesor Javier Farías Soto.

A los informantes claves, Julia Standen Rocco y Francisco Domenech Guzmán, debido a la entrega de información relevante y primordial para llevar a cabo la presente investigación.

TABLA DE CONTENIDO

I. Introducción 1
II. Antecedentes 4
2.1. Aplicación de energías renovables en Chile 5
2.2. Colectores solares 6
2.3. Contexto institucional 8
Ministerio de Desarrollo Social y Familia 8
Sistema nacional de inversiones 9
Ministerio de Energía 9
2.4. Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos 10
2.5. Evaluación social de proyectos 11
III. Objetivos 14
3.1. Objetivo general 14
3.2. Objetivos específicos 14
IV. Diseño metodológico 15
V. Análisis de la metodología Acs 19
5.1. Presentación de la Metodología ACS 19
5.2. Número de colectores solares y Volumen de almacenamiento 24
5.3. Contribución solar térmica del SST 26
5.4. Valor Actual de Costos VAC 32
VI. Análisis de la metodología acs en base a los fundamentos de Contreras y Fontaine 34
6.1. Beneficios y beneficiarios 34
6.2. Impuestos 35
6.3. Precios sociales 35
6.4. Beneficios y costos 35
6.5. Factores que entorpecen la implementación del proyecto 36
6.6. Beneficios difíciles de medir 36
6.7. Incentivo a la inversión 36
6.8. Externalidades 37
6.9. Diagnóstico y descripción del problema 37
6.10. Otros 38
VII. Guía instructiva para completar la planilla Excel Metodología ACS 41
VIII. Conclusiones 59

IX. Bibliografía.....63
X. Anexos.....68

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Colectores solares 8
Ilustración 2 Metodología ACS (PDF) 19
Ilustración 3 Instrucciones 20
Ilustración 4 Análisis técnico 21
Ilustración 5 Alternativas SST+SAA 22
Ilustración 6 Sistema energético 23
Ilustración 7 Cálculos 23
Ilustración 8 Características SST 24
Ilustración 9 Contribución solar 27
Ilustración 10 Zonas climáticas 29
Ilustración 11 Datos del lugar de instalación 30
Ilustración 12 Datos del lugar de instalación 30
Ilustración 13 Contribución solar 31
Ilustración 14 Contribución solar 31
Ilustración 15 Resultados análisis financiero 33
Ilustración 16 Cálculo contribución solar 39
Ilustración 17 Información MDSF 40
Ilustración 18 Datos del lugar de instalación 41
Ilustración 19 Estimación demanda ACS 41
Ilustración 20 Demanda diaria ACS 42
Ilustración 21 Características SST 43
Ilustración 22 Inclinación y orientación de campo 44
Ilustración 23 Inclinación de campo 45
Ilustración 24 Ángulo acimut/azimut 46
Ilustración 25 Características del colector solar 47
Ilustración 26 Tasa de descuento social 49
Ilustración 27 Sistema energético actual 49
Ilustración 28 Alternativa 1 SST+SAA1 51
Ilustración 29 Caldera biomasa 54
Ilustración 30 Caldera de condensación 55
Ilustración 31 Resistencia eléctrica 56
Ilustración 32 Bomba de calor 57
Ilustración 33 Bomba de calor 57
Ilustración 34 Calefón 58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de alumnos 15
Tabla 2 Consumo diario 16
Tabla 3 Demanda ACS 16
Tabla 4 Valores de los componentes del sistema 16
Tabla 5 Número de alumnos 17
Tabla 6 Consumo diario 17
Tabla 7 Demanda ACS 17
Tabla 8 Valores de los componentes del sistema 18
Tabla 9 Datos regresión lineal 25
Tabla 10 Regresión lineal 26
Tabla 11 Contribución solar mínima por zona climática 29
Tabla 12 Ángulo de inclinación 45
Tabla 13 Pérdidas por sombra 48

I. INTRODUCCIÓN

Chile ha desarrollado diversas estrategias para implementar políticas energéticas que velen por el uso de energías que sean renovables, sostenibles y sustentables; a fin de disminuir las emisiones de CO2, contribuir en el bienestar de las personas y del medio ambiente; y a su vez, presentar un menor gasto en la inversión en el ámbito energético.

Por lo mismo, los distintos gobiernos de la última década, han presentado Programas de Energía para que se lleve a cabo el uso y la promoción de energías no convencionales -como la solar y la eólica. En este sentido, se han desarrollado políticas que han podido impulsar la instalación de sistemas energéticos solares en hogares tanto para la creación de energía, como para temperar el agua de consumo doméstico. Asimismo, ha existido un impulso por parte del Estado hacia empresas privadas, para que estas puedan invertir y desarrollar proyectos inmobiliarios con la instalación de sistemas solares térmicos.

En la presente investigación, se llevará a cabo un análisis de la Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS), creada por la División de evaluación social de inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia y por la División de acceso y equidad Energética del Ministerio de Energía, en el año 2015, con el fin de entregar lineamientos para crear y evaluar los proyectos que quieran integrar a su sistema, la provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos, por medio de la instauración y funcionamiento de sistemas de colectores solares.

En vista a la información otorgada por la SEREMI de Desarrollo Social y de Energía, desde la publicación de dicho documento (año 2015) hasta la actualidad, no se han recepcionado iniciativas en donde se haya utilizado la metodología de evaluación social de proyectos propuesta para la instalación de ACS por medio de colectores solares. Tanto la SEREMI de Desarrollo Social y Familia como la de Energía han intentado promover la postulación de iniciativas ACS por parte de los municipios, por medio de la realización de cursos de preparación de evaluación social de proyectos. A pesar de estos esfuerzos, se han visualiza un nulo nivel de postulaciones.

Considerando lo anterior, existe incertidumbre respecto a la idoneidad de la metodología al momento de su aplicación, dejándose entrever la interrogante de posibles dificultades asociadas a: la construcción teórica; inconvenientes en relación al funcionamiento práctico, como el acceso de información respecto a datos e indicadores; complejidad en el entendimiento; simplicidad en el sentido de no otorgar información suficientemente robusta; dificultades en la difusión de la metodología entre las instituciones públicas; entre otras aristas.

La utilización de una evaluación, y el uso de los resultados y de la información proporcionada por ésta, otorga la posibilidad de tomar decisiones en diferentes ámbitos (político, social y educativo), contribuyendo así a la mejora de los procesos educativos. Por lo tanto, una metodología evaluativa insuficiente con un sistema de evaluación

defectuoso en su concepción y en su funcionamiento, podría conllevar a la obtención de una información no válida y, asimismo, a un inadecuado uso de la información pesquisada, lo que compromete a impactos negativos de la evaluación (Dopico, 2003).

Asimismo, cabe destacar que se visualizan problemas sociopolíticos respecto a las evaluaciones, toda vez que deben enfrentarse a dificultades entre diferentes grupos y organizaciones involucradas en donde se necesita la cooperación de distintos actores, credibilidad y comunicación interna; garantía y certidumbre de los datos; y protocolos a seguir de la propia metodología (Dopico, 2003).

Aunado a lo anterior, se observan problemas en el ámbito técnico, asociados a los objetivos y variables que son incluidas en la evaluación, por lo que, es relevante el proceso de revisión del diseño de la evaluación y comprobar las variables asociadas, con el fin de hallar condiciones de pertinencia, propósito y la relevancia de la evaluación; sumado a comprobar la flexibilidad del diseño para sumar nuevas variables mientras perdura el estudio evaluativo (Dopico, 2003).

Es necesario precisar acerca de la importancia del funcionamiento de un sistema de aguas calientes en instituciones públicas; de modo que, en la presente investigación se considerará a dos establecimientos educacionales para implementar la metodología en cuestión y así llevar a cabo un análisis de la misma. Lo anterior, podrá contribuir en determinar si dicha metodología da respuesta eficiente para mejorar las condiciones de vida en el área escolar en las que están expuestos los alumnos de las instituciones escolares, teniendo presente que existen diversas enfermedades asociadas a contextos inadecuados de suministro de agua; de modo que, el saneamiento y la higiene evidencian desafíos para los países en vías de desarrollo. En este sentido, hay estimaciones asociadas a que una gran parte de la población con enfermedades diarreicas son provocadas por el suministro de agua no apta para la ingesta y por ausencia de saneamiento e higiene (OMS, 2004, citado en OMS, 2010).

Asimismo, es dable indicar que existen diversos establecimientos que cuentan con instalaciones impropias tanto en calidad como en cantidad; por lo tanto, cuando las instituciones presentan desfavorables condiciones de agua, saneamiento e higiene con intensos contactos interpersonales, se conforman ambientes de riesgo para los alumnos y el personal, exponiendo a los niños, niñas y adolescentes a posibles riesgos de salud ambiental (OMS, 2010).

Por lo mencionado previamente, es posible consignar acerca de la importancia de la implementación de colectores solares en instituciones públicas – en este caso en particular, en establecimientos educacionales – toda vez que mejorarían la calidad de vida de alumnos y alumnas insertos en contexto escolar, considerando, además, que lo anterior contribuirá en el bienestar de los usuarios, respecto al aseo personal, cuando se realicen actividades físicas en condiciones adversas asociadas a bajas temperaturas.

Lo anterior podrá colaborar en el progreso del uso e implementación de energías renovables en el país, estando alineado con la política energética expuesta en la presente investigación, auxiliando y fomentando el uso de energías no convencionales,

dando un impulso para la masificación de dichos sistemas a otras instituciones públicas en el país, y contribuyendo en la calidad de vida integral de una población determinada.

Es así como en primera instancia, la presente investigación dará cuenta de un contexto tanto internacional como nacional respecto a las estrategias y políticas medio ambientales que se han llevado a cabo durante el último tiempo. Posteriormente, se llevará a cabo un marco conceptual que profundizará aspectos que son de relevancia comprender, como también de las institucionalidades que están involucradas; asimismo, se presentará una profundización de la evaluación social de proyectos según autores como Fontaine y Contreras. Consiguientemente, se ahondará en la metodología en cuestión, para luego dar paso al análisis investigativo consistente en las debilidades pesquisadas en la metodología al momento de aplicarla a dos establecimientos educacionales. Posteriormente, se llevará a cabo un análisis considerando las perspectivas de los autores mencionados, para luego presentarse una guía de llenado de la planilla Excel de la metodología en cuestión.

II. ANTECEDENTES

El consumo energético sustenta el quehacer económico y el desarrollo de un país. Las naciones industrializadas necesitan de grandes cantidades de energía para sostener su funcionamiento; en tanto, los países en vías de desarrollo precisan aumentar el consumo de ésta para mantener su crecimiento (IEA, 2008 citado en Pastén, 2012). Por lo tanto, el tipo de energía que se emplea en un país está ligado a los recursos naturales disponibles en un determinado territorio, sumado a las fuentes energéticas importadas, cuyo creciente consumo involucra la seguridad energética de éste (CNE, 2010).

El crecimiento y desarrollo de los países debe reafirmar un desarrollo sostenible, que haga armónico el uso y la capacidad de regeneración de los recursos naturales, toda vez que el uso de energías convencionales como los combustibles fósiles, aunado al consumo de energía, generan el fenómeno de calentamiento global, el cual está relacionado al exceso de emisiones de gases - concentración de dióxido de carbono, CO2 - y al aumento de temperaturas, generando el desbalance que se presenta en la actualidad. En vista a lo anterior, es necesario que el desarrollo y progreso de las naciones sea concomitante con el uso y la competencia de energías sostenibles y renovables para la regeneración de recursos naturales (IPCC, 2007).

En vista a lo referido por Pastén (2012), los mayores desafíos a nivel mundial es garantizar un abastecimiento energético que sea de manera constante y que, a la vez, se preserven los ecosistemas. Por lo anterior, gran parte de los países desarrollados, y en menor medida los países en vías de desarrollo, están inclinándose a la generación de fuentes energéticas renovables a fin de resguardar sus suministros.

Chile ha evidenciado un aumento sostenido de las emisiones de gas, lo cual puede estar vinculado al elevado consumo de combustibles fósiles, sobre todo por los sectores transporte y generación eléctrica (Pastén, 2012).

Asimismo, es relevante dar cuenta que, geográficamente, Chile denota dos importantes características respecto a su territorio, siendo éstas vinculadas a la extensión longitudinal con acceso al mar y la presencia del desierto de Atacama. El mar, otorga una gran fuente energética que se puede aprovechar por medio de las mareas, las olas, las corrientes y los gradientes térmicos (Khaligh & Onar, 2010). A su vez, el desierto de Atacama es considerado como una gran fuente de energía solar, teniendo presente que el norte de Chile denota altos niveles de irradiación debido a su escasa nubosidad y cercanía al trópico. Empero, se han realizado escasos esfuerzos para la expansión del uso de paneles fotovoltaicos y colectores solares; siendo lo anterior consistente con la cuantificación energética realizada, en donde la tasa de consumo total en Chile en el año 2008 fue de 33.2 GW, de los cuales el 71% son combustibles fósiles como petróleo, gas natural y carbón. Asimismo, del total de energía, 64% está asociada a importaciones principalmente de petróleo y carbón (Pastén, 2012).

Por lo anterior, el Comité de Seguridad Energética de Chile, reconoce que un abastecimiento seguro y confiable de energía es primordial para el desarrollo económico y social del país (CNE, 2010).

En el año 2014, la presidenta de la República Michelle Bachelet da a conocer la "Agenda de Energía", como una guía para la generación de acciones del gobierno, a fin de diseñar y efectuar una Política Energética de largo plazo. La Política de Energía plantea un enfoque sistémico del sector energético proyectado al año 2050, el cual concierne a un sector crédulo, sostenible, inclusivo y competitivo (Ministerio de Energía, 2015).

El Centro de Energía de la Universidad de Chile, analizó diversos contextos plausibles para la posibilidad de expansión de una matriz eléctrica para el horizonte 2015-2050 en el escenario del proceso de Energía 2050. Los resultados evidencian que, en casi todos los escenarios analizados donde se consideran medidas relevantes para el desarrollo de eficiencia energética, se podría llevar a cabo una introducción de energía renovable, alcanzándose una matriz de generación con al menos un 70% de energía renovable en el año 2050. Por lo anterior, los análisis evidenciaron una preferencia ascendente hacia la penetración de energías renovables asociadas a fuentes costo-efectivas, principalmente solar y eólica (Ministerio de energía, 2015).

Asimismo, dicha Política considera la relevancia de determinar el concepto de pobreza energética asociado a la importancia del acceso de la población a una electricidad moderna; aunada al acceso al combustible; y al acondicionamiento térmico de las viviendas para la satisfacción de sus necesidades. En este sentido, el Banco Asiático de Desarrollo define el concepto de pobreza energética como la "privación de contar con alternativas para acceder a servicios energéticos adecuados, asequibles, confiables, de alta calidad, seguros y amigables con el medio ambiente para apoyar el desarrollo humano y económico" (Halff, K. Sovacool, & Rozhon, 2014, citado en Henríquez, 2017).

En vista de lo anterior, el contexto actual del país presenta que alrededor de 480 mil hogares, 15,7% del total, están insertos en un contexto de vulnerabilidad energética (Cerda & Gonzales, 2017, citado en Henríquez, 2017).

Por lo tanto, la finalidad es progresar a una energía sustentable, amparándose en 4 pilares para llevar a cabo medidas y cursos de acción hasta el año 2050: seguridad y salida de suministro; energía como motor de desarrollo; compatibilidad con el medio ambiente y eficiencia y educación energética (Ministerio de Energía, 2015).

Asimismo, el gobierno del actual presidente Sebastián Piñera, creó la "Ruta Energética 2018-2022" basado en desarrollar un proceso participativo de todos los grupos de la sociedad, a fin de complementar el trabajo en el área de la energía renovable del gobierno. Por lo anterior, el programa mencionado tiene la finalidad de realizar un trabajo participativo y descentralizado con el objetivo de considerar las inquietudes y las preeminencias en el área energética en las diversas regiones del país (Ministerio de Energía, 2018).

2.1. Aplicación de energías renovables en Chile

En Chile se han llevado a cabo políticas energéticas - "Política de energía 2050" en el gobierno de la presidenta Michelle Bachelet y la "Ruta energética 2018-2022" del

gobierno del presidente Sebastián Piñera – a fin de desarrollar diversas estrategias para que la población pueda acceder a posibilidades que le permitan implementar y utilizar energías renovables, evidenciándose diversos programas que faciliten a las personas ser parte de este proceso.

En este sentido, existe un subsidio estatal "Fondo concursable", que tiene por objeto proporcionar una mejora en el acceso a energía a organizaciones comunitarias que están emplazadas en zonas rurales, aisladas y/o que evidencian un tipo de vulnerabilidad, por medio del financiamiento de proyectos que desarrollen sistemas energéticos a escala reducida, evidenciando como fuente primaria el uso de las energías renovables (Ministerio de Energía, 2018).

Es así como el postulante selecciona el tipo de solución a la cual desea acceder: energizar por medio de la generación fotovoltaica y almacenamiento en baterías; o que la solución sea a través de un sistema solar térmico (Ministerio de Energía, 2018).

A su vez, existe el subsidio para el mejoramiento de las viviendas para las personas que poseen un inmueble, "Programa de Protección del Patrimonio Familiar PPPF" del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, por medio del cual el Estado otorga una asistencia monetaria para que las familias puedan acceder a un mejoramiento e incorporación de eficiencia energética en sus hogares. Esto se realiza a través del uso de energías renovables en viviendas que están emplazadas en sectores vulnerables, llevándose a cabo la instalación de sistemas solares térmicos - a fin de temperar agua de consumo doméstico -, sumado a la instalación de sistemas fotovoltaicos para generar electricidad (Subsidios Chile, 2019).

Por otra parte, en el año 2009 se promulga la "Ley 20.365 de Franquicias Tributarias a los colectores solares", la cual se convierte en un impulso para que las empresas del ámbito inmobiliario incluyan este tipo de energía. Dicha iniciativa entrega un crédito tributario para subvencionar sistemas solares térmicos que posibiliten calentar agua potable y está destinado a las viviendas nuevas hasta 4500 UF (Pinto, 2010).[1]

Por ende, las empresas que declaren la instalación de los colectores solares en sus proyectos inmobiliarios, se les descontará de su declaración de renta los valores determinados para cada tramo de las unidades asociados a los productos y su instalación. Con la implementación de dicha Ley, el Estado tiene por objetivo promover la utilización de energías renovables no convencionales (SEC, s.f).

2.2. Colectores solares

El sol es una de las fuentes de energía a las que uno puede acceder de manera gratuita. La principal ventaja de la energía solar es que es limpia y puede ser abastecida sin contaminar el medio ambiente, evidenciando, además, un potencial

[1] Ley 20.395 de Franquicias Tributarias a colectores solares. Véase Anexo I, página 68.

mayor en comparación a otras energías renovables (Kalogirou, Karellas, Braimakis, Santciu & Badescu, 2016).

Los colectores solares es un concepto usado para especificar una gran cantidad de dispositivos diseñados para aprovechar la energía del sol que se presenta de forma de radiación solar, convirtiéndola en calor. Su funcionamiento consiste en absorber la radiación solar entrante, convirtiéndola en calor y transmitiendo dicho calor a un fluido (generalmente aire, agua o un fluido de transferencia de calor especial), en donde la energía solar recogida se transporta desde el fluido en circulación, a un proceso de calor o a un tanque de energía térmica de almacenamiento, que puede ser utilizado incluso por las noches y/o días nublados (Kalogirou et. al, 2016).

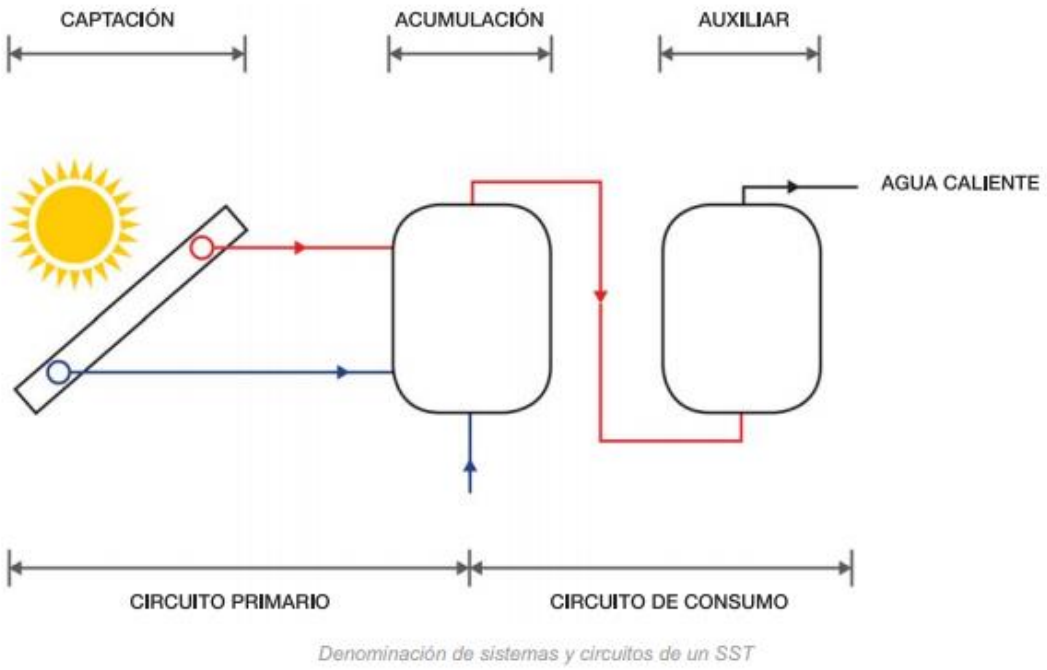
Los sistemas solares térmicos se consideran como una estructura energética renovable de gran uso en la generación de agua caliente en el ámbito sanitario; de modo que, se utilizan tanto en la zona urbana como en la rural, evidenciando equipos termosifónicos que son concordantes con las redes hidráulicas de diversas construcciones: vivienda familiar, hospitales, guarderías, etc. La eficiencia de dicho sistema está sujeto a la incidencia de la radiación solar (Iglesias & Morales, 2013).

Durante los últimos diez años, se han generado diversas tecnologías en el área de las energías renovables, considerando una nueva visión tanto política como económica respecto al desarrollo sostenible del mundo. En este sentido, los colectores solares térmicos planos no han sido la excepción, considerando que dicha tecnología es utilizada debido a su bajo costo y una facilidad respecto a su mantenimiento el cual, a la vez, es económico. Los colectores solares térmicos han obtenido una gran importancia tanto en aplicaciones en edificios residenciales, como industriales y comerciales, donde se necesita agua caliente a baja temperatura y para climas cálidos (Colangelo, Favale, Miglietta & Risi, 2015).

La presente tecnología, al beneficiarse de nuevos materiales y diseños innovadores, evoluciona hacia sistemas más efectivos que satisfacen las necesidades de diversas aplicaciones, por lo que, el costo de instalación de la tecnología va en bajada, lo que hace que los aparatos termosolares sean viables en un mercado creciente (Buker & Riffat, 2015).

Los colectores solares de calentamiento de agua son eficaces para transformar energía solar a energía térmica. La eficiencia de dicha conversión térmica alcanza hasta el 70%, en comparación con la conversión directa de sistemas eléctricos solares que denotan una eficiencia aproximada del 17%. Por lo tanto, los colectores solares de calentamiento de agua se configuran como un determinante en el uso doméstico, y en el sector industrial, debido a su viabilidad de operación. El colector de placa plana es el constituyente esencial de cualquier sistema de calentamiento solar de agua. Dentro de las características de rendimiento térmico, depende esencialmente de la transmisión, absorción y conducción de energía solar (Buker & Riffat, 2015).

Ilustración 1 Colectores solares



Fuente: Ministerio de Energía, 2016.

2.3. Contexto institucional

Ministerio de Desarrollo Social y Familia

El Ministerio de Desarrollo Social y Familia, está orientado a colaborar en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas asociados al ámbito del desarrollo social, en particular a las iniciativas que tienen como objetivo eliminar la pobreza y otorgar protección social a las personas o grupos que están en situación de vulnerabilidad, impulsando la movilidad y la integración social. A su vez, está a cargo de que se lleve a cabo una coordinación, estabilidad y coherencia de las políticas, planes y programas asociadas al desarrollo social, tanto a nivel nacional como regional; sumado a la evaluación de estudios de pre inversión de los proyectos de inversión que necesitan recursos del Estado, para determinar su rentabilidad social que asegure las estrategias y políticas de crecimiento, de desarrollo económico y social que se generan para el país (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, s.f).

El ministerio evidencia tres subsecretarías: de Servicios Sociales, de la Niñez y de Evaluación Social. Ésta última tiene la función de diseñar, coordinar y evaluar las políticas sociales del Gobierno, a fin de colaborar en el perfeccionamiento de la focalización asociada al gasto social por medio de la evaluación constante de los programas que lleva a cabo el Estado. Asimismo, la evaluación social tiene por objetivo

el gasto eficiente de los recursos, que se transparenten los procesos y favorecer la toma de decisiones en el ámbito de la inversión y así colaborar en el bienestar de la comunidad (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, s.f).

Sistema nacional de inversiones

Es de gran importancia para los gobiernos administrar la inversión pública debido a tres razones: mantener el control de la totalidad de la inversión a fin de cumplir con metas macroeconómicas, priorizar para otorgar recursos a proyectos y garantizar la calidad de los proyectos que sean financiados. No obstante, hace algunas décadas no existía una disponibilidad de un instrumento de gestión pública que abordara la calidad de la inversión; empero, en la década de los 80', varios países desarrollaron acciones para mejorar la calidad de la inversión pública, creándose los "bancos de proyectos", los cuales consistían en sistemas de información que registraban sus proyectos de inversión en diversas etapas de desarrollo, dando cuenta de una planificación y mejor calidad (Candia, Perrotti & Aldunate, 2015).

Sin embargo, existía la necesidad de complementar dichos sistemas con metodologías de preparación, evaluación y gestión de la ejecución de proyectos, dando origen a los Sistemas Nacionales de Inversión Pública en América Latina. Asimismo, se fueron incorporando aspectos asociados a la incertidumbre y al riesgo, vinculados a supuestos que están relacionados a una probabilidad de incumpliendo, por lo que el VAN y la TIR están asociados a dicha distribución de probabilidad (Candia, Perrotti & Aldunate, 2015).

El Sistema Nacional de Inversiones (SNI) es el encargado de normar y llevar a cabo el proceso de inversión pública de Chile, mediante la agrupación de metodologías, normas y procedimientos que dirigen la formulación, ejecución y evaluación de las Iniciativas de Inversión (IDI) que se inscriben a fondos públicos. El sistema está constituido por cuatro subáreas: evaluación ex ante, evaluación ex post, formulación presupuestaria y ejecución presupuestaria (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, s.f).

Ministerio de Energía

El Ministerio de Energía nace en el año 2010 de manera independiente al Ministerio de Minería; siendo una institución de Gobierno encargado de confeccionar y armonizar, de forma transparente y participativa, los diversos planes, políticas y normas para llevar a cabo el sector energético del país, y así dar cuenta que todos los ciudadanos puedan tener acceso a la energía. Por lo tanto, el sector energético de Chile debe ser diversificado, equilibrado y sustentable, asegurando el desarrollo dentro de una sociedad hacia la modernidad (Ministerio de Energía, 2018).

Cabe destacar que, desde el presente año, el Ministerio de Energía ha llevado a cabo un proceso participativo por medio de la consulta ciudadana para complementar lo propuesto por el presente gobierno; de modo que, se desarrolló una Ruta Energética en donde se generó un trabajo participativo y descentralizado, considerando las prioridades e inquietudes de las personas respecto a la materia de energía. Por lo anterior, se consideran los siguientes ejes: la modernización del sector energético; acciones que contribuyan a una mejor calidad de vida en la ciudadanía; infraestructura

energética para un desarrollo sostenible; el desarrollo del área renovable y confrontar el cambio climático y contaminantes (Ministerio de Energía, 2018).

2.4. Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos

Considerando los avances que ha evidenciado Chile en materia de energía sustentable, es posible dar cuenta que tanto la División de evaluación social de inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, como la División de acceso y equidad Energética del Ministerio de Energía, en el año 2015, desarrollaron el documento "Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos", el cual tiene como objetivo otorgar lineamientos para crear y evaluar los proyectos que consideren la provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos - jardines infantiles, escuelas, internados, centros de protección, residencia del adulto mayor, entre otros- por medio de sistemas de colectores solares (Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Energía, 2015).

La evaluación económica se lleva a cabo teniendo a la vista los beneficios según los ahorros del costo en energía del sistema actual de ACS del establecimiento, debido a la instalación de Sistemas Solares Térmicos (SST) con diversos Sistemas de Aporte Auxiliar (SAA) (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

En primera instancia, se desarrolla un diagnóstico de la situación actual, en el cual se identifica y describe el problema que promueve a la postulación del presente proyecto, otorgando antecedentes que lo respalden (estado negativo que afecta a los usuarios), caracterizando el establecimiento público; señalando el sistema de agua caliente sanitaria con que cuenta actualmente el recinto; indicando y cuantificando la demanda por ACS en relación del número de usuarios y ocupación del establecimiento; y, por último, se presentan las alternativas de solución que serán evaluadas, identificando la optimización de la situación actual. Posteriormente, se configuran las alternativas técnicas para solucionar el déficit y/o conseguir ahorros para dar funcionamiento al sistema actual (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

En segunda instancia, se desarrolla la evaluación de proyectos, para los casos que el recinto no evidencia un sistema de ACS en la situación actual o, si cuenta, su funcionamiento no es en su totalidad, indagándose los beneficios asociados al mejoramiento en la salud de los usuarios, mejoras en el confort, ahorros de costos de la operación, ahorros de costos de mantención del servicio actual y en las reinversiones para la continuación del sistema actual (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

Los beneficios cuantificados estarán asociados a los ahorros de consumo de combustible o energía eléctrica del sistema a instalar respecto del sistema actual; en caso de no evidenciar actualmente con un sistema ACS, los ahorros se considerarán en relación a la base de un sistema de calefón a gas "virtual" que podría responder a la demanda. Asimismo, el ahorro de energía debe contabilizarse asumiendo que el

sistema actual abastece la demanda total mensual de la institución independiente si esto no esté ocurriendo. Para valorar los beneficios, se utilizan los precios de mercado de combustibles o energía eléctrica ajustados por factores de corrección para que se evidencien en términos de precios sociales. Esta corrección se basa en descontar todos los impuestos que comprenden el precio de mercado, como IVA e impuestos específicos (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

A su vez, para calcular los costos de operación y mantención, se debe considerar los costos asociados al sistema energético actual, considerando el costo anual en este ámbito para que el sistema funcione de manera regular y eficiente. Sumado a ello, se deben estimar los costos vinculados al SST y SAA de las alternativas en evaluación. Cabe destacar que los precios de mercado para mano de obra también deben estar ajustados por factores de corrección para reflejarlos como precios sociales (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

Es dable indicar que también se deben estimar los costos de instalar y operar la alternativa considerada de sistema de ACS, en donde éstos estarán asociados a la inversión, operación, mantención, reinvención y valor residual. Asimismo, para desarrollar los flujos de costos y beneficios, es necesario considerar que el horizonte de evaluación estará vinculado a la vida útil del sistema de colector solar, el cual corresponde a 15 años; sumado a que los indicadores que se consideran son el valor actual neto y la tasa de retorno. En el caso que se evalúe más de una alternativa, la que posea mayor VAN positivo será el sistema a implementar; en el caso de que exista sólo una opción, el VAN debe ser mayor a cero. Si no se visualizan alternativas con un VAN mayor a cero, se sugiere que se lleve a cabo la optimización del sistema actual. Sumado a lo anterior, se necesitan las siguientes exigencias: existencia de necesidades energéticas de la institución pública; distancia menor a 50 metros lineales entre la superficie de instalación de colectores solares, la sala en que se ubicará el acumulador solar y SAA y los puntos de consumos; factibilidad técnica y económica de utilizar la superficie asignada para el emplazamiento de colectores solares (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

Para llevar a cabo el flujo mencionado previamente, se facilita una herramienta de cálculo en planilla Excel, “Planilla de Evaluación Sistemas Solares Térmicos.xls”, que posibilita el uso de parámetros técnicos y económicos para constituir las posibilidades de las diversas opciones energéticas y así ejecutar su evaluación técnico-económica de forma reducida y aproximada (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

2.5. Evaluación social de proyectos

El bienestar social está ligado a la cantidad de disponibilidad de bienes y servicios; producto o ingreso nacional; a la cantidad relativa de bienes y servicios percibidos por cada uno de los integrantes que componen a la comunidad determinada (asociada a la distribución personal de dicho ingreso del país); a las libertades políticas, al respeto al derecho de propiedad, a instituciones y el desempeño de otros derechos humanos; a la

movilidad social, alianzas; a la inversión extranjera; entre otros factores (Fontaine, 2008).

La evaluación de proyectos, o análisis costo-beneficio, se basa en comparar los costos-ya sea de inversión y de operación –con los beneficios que éste genera, a fin de tomar una decisión acerca de la conveniencia de concretarlo. Es necesario identificarlos, medirlos y valorarlos; determinando así de forma cuantitativa los impactos positivos y negativos que conlleva el proyecto. Para medir los beneficios y costos se asocia a la cuantificación en unidades físicas (cuántas toneladas, cuántas maquinarias, etc.); de modo que valorar los beneficios y costos se basa en transformar unidades físicas en indicadores económicos por medio de los precios de los bienes producidos y los recursos utilizados. Por lo tanto, cuando la identificación, medición y valoración se desarrolla desde el enfoque de todos los agentes económicos que componen la comunidad nacional, se estará realizando una evaluación social del proyecto (Contreras, 2004).

Por lo anterior, en la evaluación social se estima como beneficio la mayor riqueza para el país, vinculada a la mayor disponibilidad de bienes y servicios que se producen con los proyectos - crecimiento económico -; y, en relación a los costos, solamente los sacrificios de bienes que el país debe efectuar para alcanzar dichos beneficios. Asimismo, es necesario valorar la incorporación de los consumidores o personas beneficiarias del producto del proyecto en cuestión y, además, a los proveedores de los insumos que se requieren tanto para la inversión como para la operación del proyecto (Contreras, 2004).

La evaluación social o socio económica de proyectos, al comparar los beneficios con los costos de proyectos que comprometen a la sociedad, diagnosticará su verdadero aporte al aumento de la riqueza del país. Es así como un proyecto de inversión se considerará socialmente rentable cuando el bienestar económico alcanzado con el proyecto sea superior al bienestar que el país habría evidenciado sin el proyecto. Es decir, cuando el valor presente neto (VPN) social sea positivo (Contreras, 2004).

Por lo tanto, la evaluación social de proyectos busca medir la real contribución de proyectos en el crecimiento económico de un país, de modo que, dicha información debe ser valorada por los tomadores de decisiones a fin de programar las inversiones de una forma en que éstas tengan un impacto mayor en el producto nacional. Empero, hay que considerar que la evaluación no podrá medir todos los costos y beneficios de los proyectos; por lo tanto, la resolución última está ligada a consideraciones económicas, políticas y sociales. En este contexto, existirán proyectos con altas rentabilidades sociales medidas que desarrollarán otros beneficios que no han sido posibles medir - como la belleza -, habrá otros que las rentabilidades sociales medidas serán negativas y que también conllevarán costos sociales intangibles. No obstante, hay casos en que los proyectos pueden tener rentabilidades medidas negativas pero que impulsan beneficios sociales intangibles. Por lo que, en dicho escenario, la evaluación social de proyecto tiene una relevante utilidad en el sentido de que ésta denota información más atingente para la toma de decisiones. También es dable indicar que la evaluación social presenta utilidad para el diseño de políticas económicas que inciten o desincentiven la inversión privada (Fontaine, 2008).

Asimismo, la evaluación social debe considerar las externalidades medibles y valorables que el proyecto va a generar; vale decir, los costos y beneficios que recaen en terceros y que no son compensados. Lo anterior se podría ejemplificar mediante una externalidad positiva asociada al descongestionamiento del tránsito, al momento de construir un ferrocarril subterráneo. Asimismo, la evaluación social de proyectos debe comprender externalidades no medibles o valorables denominadas intangibles, las cuales están asociadas a la muerte de animales por el funcionamiento de una fábrica determinada, por ejemplo. Por lo tanto, se trata de valorizar el costo y beneficio asociado (Fontaine, 2008).

Por otra parte, es necesario hacer hincapié que, a pesar de que el impuesto es un beneficio físico, es un costo desde el punto de vista privado y, por ende, al evaluar para la totalidad de los agentes económicos el impuesto se anula; es decir, es riqueza que sale de un lado para entrar a otro, y no se determina como generación de riqueza. Desde la perspectiva social, el impuesto no corresponde ni a un costo ni a un beneficio, es una transferencia, siendo dicha situación replicada a los préstamos bancarios (Contreras, 2004).

En otro orden de ideas, es necesario precisar que en la evaluación social de proyectos se valoran los precios sociales o sombras - a diferencia de la evaluación privada que están a precios de mercado - con el fin de medir la consecuencia de efectuar un proyecto sobre la economía en su totalidad, debiendo tomar en cuenta la presencia de distorsiones (impuestos, subsidios, monopolios, etc.), efectos indirectos y externalidades que produce el proyecto hacia la bienestar de la sociedad (Contreras, 2004).

Estos precios sociales son contabilizados por instituciones de planificación central, y su cálculo se hace mediante la consideración de los efectos que el proyecto hace en los consumidores demandantes y los productores-oferentes. Asimismo, el organismo anualmente otorga los precios sociales de recursos tales como el capital, las divisas, la mano de obra (desagregada en tres categorías), el tiempo, el combustible y los lubricantes. Por lo tanto, al estimar los recursos de un mercado determinado por medio de los precios sociales, se está tomando en cuenta las consecuencias y el real costo/beneficio del proyecto para la sociedad y todos los agentes económicos que son parte de dicho mercado (Contreras, 2004).

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Analizar las fortalezas y debilidades de la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos, desarrolladas por el Ministerio de Desarrollo Social & Familia (División de evaluación social de inversiones) y el Ministerio de Energía (División de acceso y equidad energética); a partir de un estudio de validación respecto a su uso, aplicación y determinación de los flujos de beneficios y costos sociales en dos establecimientos educacionales.

3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la validación de la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS), en relación a su uso y aplicación, por medio de la determinación de los flujos de beneficios y costos sociales en dos establecimientos educacionales.

2. Analizar la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS), considerando los lineamientos expuestos por Contreras y Fontaine.

3. Elaborar una versión mejorada de la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS), por medio de la creación de una guía que oriente el mejoramiento de la metodología, considerando los análisis llevados a cabo respecto a la usabilidad y aplicabilidad de ésta.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

La unidad de análisis que se utilizará en la presente investigación será la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en instituciones públicas, considerando la importancia e impacto social que ésta puede evidenciar al ser aplicada en una comunidad determinada.

Asimismo, el plan de análisis que se empleará en la presente investigación, consistirá en analizar la viabilidad de la metodología mencionada, a partir de los enfoques propuestos por los autores Contreras y Fontaine, a cargo de desarrollar lineamientos respecto a la implementación de una evaluación social de proyectos; a fin de determinar las fortalezas y debilidades respecto a la metodología desarrollada por el Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Energía, realizándose así, una mejora de ésta.

La presente investigación dará cuenta de un enfoque mixto -cuantitativo y cualitativo- de tipo exploratorio. Es así, como en primera instancia se utilizará como técnica de recolección de información una revisión bibliográfica primaria y secundaria, a fin de obtener información y llevar a cabo un análisis en relación a las debilidades y fortalezas de la metodología mencionada, asociadas a su uso y aplicación.

Es importante recalcar que, durante el proceso de investigación están presentes los informantes claves, asociados a funcionarios del Ministerio de Energía y del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, los cuales otorgan información relevante acerca de la metodología estudiada, sumado a la entrega de datos cuantitativos de las instituciones respectivas.

En segunda instancia, se recolectarán datos e indicadores necesarios de un establecimiento educacional (A) y establecimiento educacional (B), por medio de la coordinación con dichas instituciones u otra entidad que tenga disponibilidad de éstos. En este sentido, se tiene acceso a los siguientes datos:

Establecimiento (A): Colegio Marco Goycolea, Colina.

Tabla 1 Número de alumnos

Número de matrícula enseñanza básica (alumnos)	528
Número de matrícula enseñanza media (alumnos)	0
Número de matrícula total (alumnos)	528
Número de cursos de enseñanza básica	21
Número de cursos de enseñanza media	0
Número de cursos totales	21
Número de alumnos promedio por curso	25

Fuente: CAYSA, 2017.

Tabla 2 Consumo diario

Días de educación física	Cantidad de curso	Consumo diario (litros al día)
Lunes	6	4,526
Martes	8	6,034
Miércoles	8	6,034
Jueves	7	5,280
Viernes	16	12,069

Fuente: CAYSA, 2017.

Tabla 3 Demanda ACS

Total litros a la semana	33,943
Demanda ACS promedio diaria (litros)	4,849
Demanda ACS máxima semanal (litros)	4,526
Demanda ACS diaria representativa (litros)	4,687

Fuente: CAYSA, 2017.

Tabla 4 Valores de los componentes del sistema

Descripción	Cantidad	Valor unitario neto	Valor total neto
Boiler vertical, un serpentín 3000 litros vitrificado	2	$5.537.700	$9.229.500
Colector solar térmico Selectivo	27	$261.250	$7.053.750
Sistema de bombeo y Comando	2	$750.000	$1.500.000
Materiales de instalación	1	$2.700.000	$2.700.000
Mano de obra	1	$2.202.000	$2.202.000
Memoria de cálculo Estructural	1	$700.000	$700.000
		Total neto	$23.385.250
		IVA	$4.443.198
		Total bruto	$27.828.446

Fuente: CAYSA, 2017.

Establecimiento (B): Colegio Pablo Neruda, Colina.

Tabla 5 Número de alumnos

Número de matrícula enseñanza básica (alumno	495
Número de matrícula enseñanza media (alumno	0
Número de matrícula total (alumnos)	495
Número de cursos de enseñanza básica	16
Número de cursos de enseñanza media	0
Número de cursos totales	16
Número de alumnos promedio por curso	31

Fuente: CAYSA, 2017.

Tabla 6 Consumo diario

Días de educación física	Cantidad de cursos	Consumo diario (litros al día
Lunes	4	3,713
Martes	8	7,425
Miércoles	12	11,138
Jueves	4	3,713
Viernes	4	3,713

Fuente: CAYSA, 2017.

Tabla 7 Demanda ACS

Total litros a la semana	29,700
Demanda ACS promedio diaria (litros)	4,243
Demanda ACS máxima semanal (litros)	3,713
Demanda ACS diaria representativa (litros)	3,978

Fuente: CAYSA, 2017.

Tabla 8 Valores de los componentes del sistema

Descripción	Cantidad	Valor unitario neto	Valor total neto
Boiler vertical, un serpentín 1000 l vitrificado	3	$1.845.900	$5.537.700
Colector solar térmico selectivo	20	$261.250	$5.225.000
Sistema de bombeo y comando	3	$750.000	$2.250.000
Materiales de instalación	2	$890.000	$1.780.000
Mano de obra	2	$530.000	$1.060.000
Memoria de cálculo estructural	1	$350.000	$350.000
		Total neto	$16.202.700
		IVA	$3.078.513
		Total bruto	$19.281.213

Fuente: CAYSA, 2017.

Posteriormente, con los datos obtenidos, se llevará a cabo el llenado de la planilla Excel con los datos expuestos anteriormente, a fin de visualizar los flujos de beneficios y costos sociales para cada establecimiento educacional.

Luego, se desarrollará un análisis respecto a las debilidades y dificultades que evidenció la aplicación de dicha metodología en las instituciones escolares presentadas, considerando los lineamientos expuestos por Contreras y Fontaine. Asimismo, se realiza un análisis de los aspectos positivos de la metodología. Sumado a ello, se llevará a cabo un análisis estadístico a fin de transparentar y facilitar la aplicación de la Metodología ACS.

Consiguientemente, se generará una guía en donde se explique y oriente el uso de la planilla Excel correspondiente a la metodología estudiada.

V. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA ACS

5.1. Presentación de la Metodología ACS

En primer lugar, se lleva a cabo una revisión de la información plasmada en el documento en formato PDF de la *"Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos"*, el cual se encuentra disponible en la página del Sistema Nacional de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

Ilustración 2 Metodología ACS (PDF)

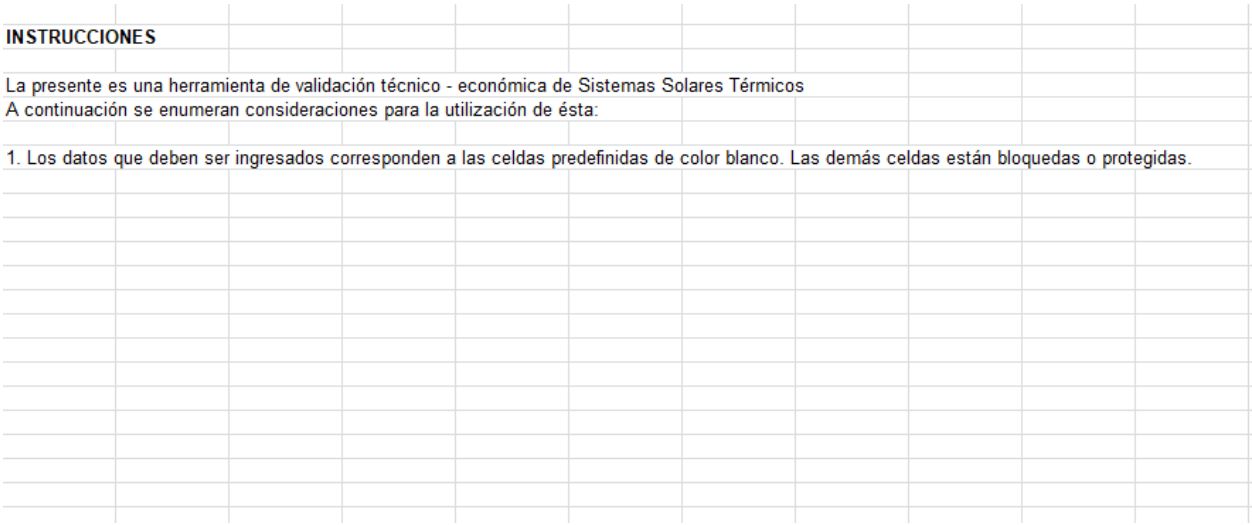
Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Asimismo, se considera la revisión de la *"Planilla de Evaluación Sistemas Solares Térmicos.xls"*, la cual se encuentra en formato Excel y que es proporcionada por los informantes claves.

Cabe destacar que la planilla mencionada, cuenta con 5 hojas, las cuales se dividen en:

Instrucciones: se indica que sólo se deben completar las celdas que están en color blanco, de modo que las otras están bloqueadas o protegidas.

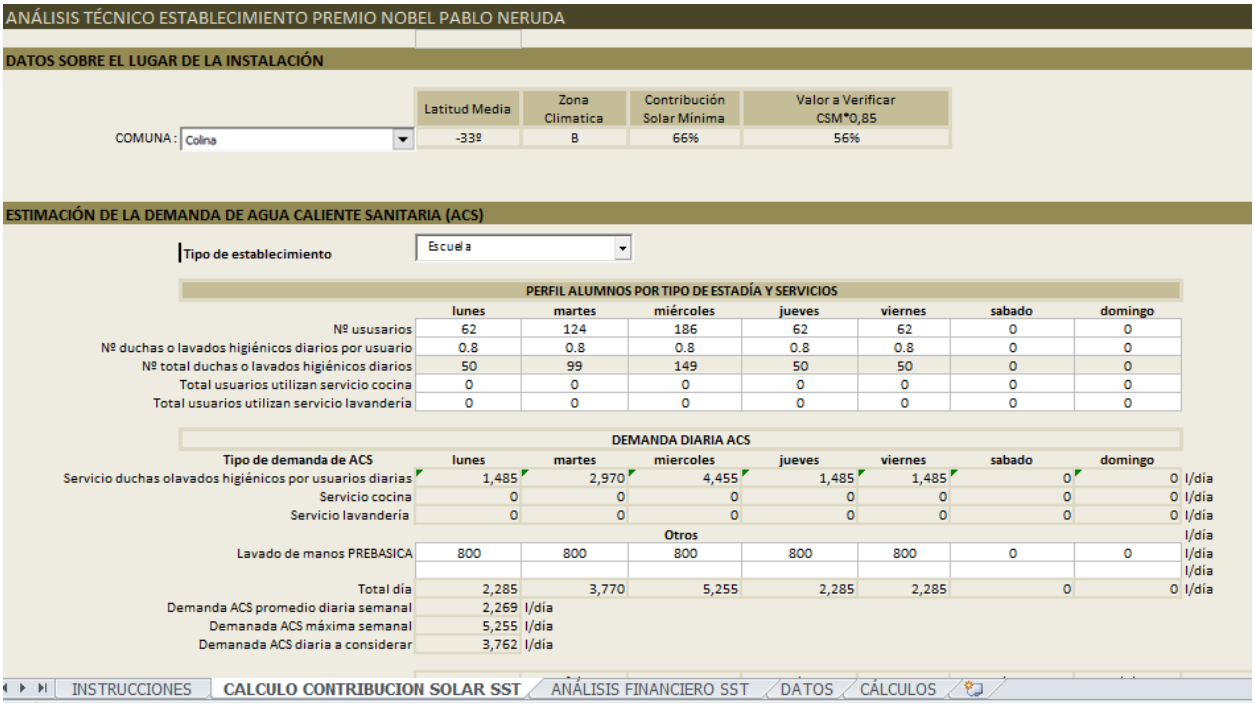
Ilustración 3 Instrucciones



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Cálculo de contribución solar SST: se determina la comuna en la que está emplazada la institución determinada, sumado a que se comienza con el relleno de las celdas en blanco, asociadas al número de usuarios, número de duchas o lavados, etc.; a fin de estimar la demanda de agua caliente sanitaria. Posteriormente, se hace el ingreso de datos de las características del sistema solar térmico, asociado al volumen del almacenamiento, superficie de colectores solares, inclinación, etc.

Ilustración 4 Análisis técnico



ANÁLISIS TÉCNICO ESTABLECIMIENTO PREMIO NOBEL PABLO NERUDA

DATOS SOBRE EL LUGAR DE LA INSTALACIÓN

	Latitud Media	Zona Climatica	Contribución Solar Mínima	Valor a Verificar CSM*0,85
COMUNA : Colina	-33º	B	66%	56%

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

Tipo de establecimiento: Escuela

PERFIL ALUMNOS POR TIPO DE ESTADÍA Y SERVICIOS

	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sabado	domingo
Nº ususarios	62	124	186	62	62	0	0
Nº duchas o lavados higiénicos diarios por usuario	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0	0
Nº total duchas o lavados higiénicos diarios	50	99	149	50	50	0	0
Total usuarios utilizan servicio cocina	0	0	0	0	0	0	0
Total usuarios utilizan servicio lavanderia	0	0	0	0	0	0	0

DEMANDA DIARIA ACS

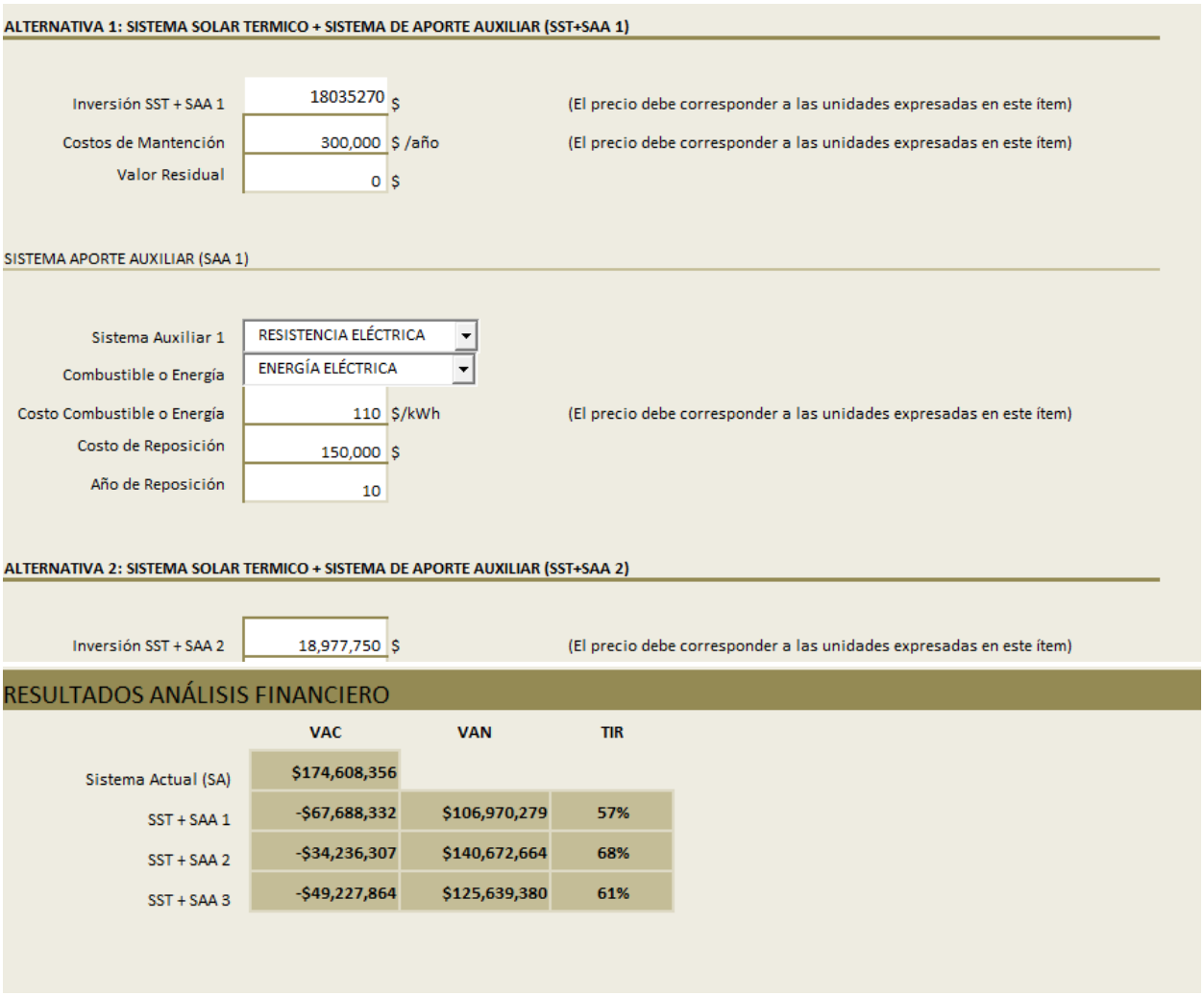
Tipo de demanda de ACS	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes	sabado	domingo	
Servicio duchas olavados higiénicos por usuarios diarias	1,485	2,970	4,455	1,485	1,485	0	0	l/día
Servicio cocina	0	0	0	0	0	0	0	l/día
Servicio lavanderia	0	0	0	0	0	0	0	l/día
Otros								l/día
Lavado de manos PREBASICA	800	800	800	800	800	0	0	l/día
								l/día
Total día	2,285	3,770	5,255	2,285	2,285	0	0	l/día
Demanda ACS promedio diaria semanal	2,269	l/día						
Demanada ACS máxima semanal	5,255	l/día						
Demanada ACS diaria a considerar	3,762	l/día						

INSTRUCCIONES | CALCULO CONTRIBUCION SOLAR SST | ANÁLISIS FINANCIERO SST | DATOS | CÁLCULOS

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Análisis financiero SST: se determina el sistema energético actual existente en la institución, considerando los costos de mantención, reposición, de combustible, etc. Asimismo, se lleva a cabo el ingreso de datos de los costos del sistema solar térmico; sumado a la alternativa que se utilizarán como soporte auxiliar- resistencia eléctrica, caldera de condensación, caldera biomasa, etc. -con sus respectivos costos. Se determinan tres alternativas de sistema solar térmico más el sistema de aporte auxiliar correspondiente.

Ilustración 5 Alternativas SST+SAA



ALTERNATIVA 1: SISTEMA SOLAR TERMICO + SISTEMA DE APORTE AUXILIAR (SST+SAA 1)

Inversión SST + SAA 1	18035270	$	(El precio debe corresponder a las unidades expresadas en este ítem)
Costos de Mantención	300,000	$ /año	(El precio debe corresponder a las unidades expresadas en este ítem)
Valor Residual	0	$	

SISTEMA APORTE AUXILIAR (SAA 1)

Sistema Auxiliar 1	RESISTENCIA ELÉCTRICA		
Combustible o Energía	ENERGÍA ELÉCTRICA		
Costo Combustible o Energía	110	$/kWh	(El precio debe corresponder a las unidades expresadas en este ítem)
Costo de Reposición	150,000	$	
Año de Reposición	10		

ALTERNATIVA 2: SISTEMA SOLAR TERMICO + SISTEMA DE APORTE AUXILIAR (SST+SAA 2)

Inversión SST + SAA 2	18,977,750	$	(El precio debe corresponder a las unidades expresadas en este ítem)

RESULTADOS ANÁLISIS FINANCIERO

	VAC	VAN	TIR
Sistema Actual (SA)	$174,608,356		
SST + SAA 1	-$67,688,332	$106,970,279	57%
SST + SAA 2	-$34,236,307	$140,672,664	68%
SST + SAA 3	-$49,227,864	$125,639,380	61%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

En este ítem se determinan los resultados de análisis financiero, visualizándose el VAC, VAN y TIR de las tres alternativas mencionadas.

Datos: se da cuenta de los datos del sistema energético auxiliar que se utilizará, sumado al porcentaje de los años de uso de cada uno de ellos.

Ilustración 6 Sistema energético

SISTEMA ENERGÉTICO	BOMBA DE CALOR	CALDERA BIOMASA	CALDERA CONDENSACIÓN	CALDERA DIESEL	CALDERA GAS	CALDERA LEÑA	CALEFON	RESISTENCIA ELÉCTRICA
BOMBA DE CALOR	ENERGÍA ELÉCTRICA	PELLET	GAS NATURAL	DIESEL	GAS NATURAL	LEÑA	GAS NATURAL	ENERGÍA ELÉCTRICA
CALDERA BIOMASA			GAS LICUADO		GAS LICUADO		GAS LICUADO	
CALDERA CONDENSACIÓN								
CALDERA DIESEL								
CALDERA GAS								
CALDERA LEÑA								
CALEFON								
RESISTENCIA ELÉCTRICA								
AÑOS DE USO	BOMBA DE CALOR	CALDERA BIOMASA	CALDERA CONDENSACIÓN	CALDERA DIESEL	CALDERA GAS	CALDERA LEÑA	CALEFON	RESISTENCIA ELÉCTRICA
Menor o igual a 2 años	250%	90%	90%	75%	80%	65%	65%	90%
Mayor a 2 años y menor o igual a 5	200%	85%	85%	70%	70%	60%	60%	85%
Mayor a 5 años y menor o igual a 10	200%	80%	80%	60%	60%	50%	50%	80%
Mayor a 10 años	200%	70%	70%	50%	50%	50%	50%	70%
AUMENTO PRECIO MANTENCIONES	5%							

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Cálculos: esta planilla se calcula de manera automática, considerando los datos rellenados en las planillas anteriores - Cálculo de contribución solar SST y Análisis financiero - denotándose la evaluación financiera asociada el flujo de ingresos y costos de la evaluación social de proyectos.

Ilustración 7 Cálculos

SISTEMA ACTUAL (SA)							
		0	1	2	3	4	5
Ingresos		0	0	0	0	0	0
Valor residual							
Reinversión			0	0	0	0	0
Costos Operacionales			$13,174,419	$13,833,140	$14,524,797	$15,251,037	$16,013,589
Costo en Energía			$13,114,419	$13,770,140	$14,458,647	$15,181,579	$15,940,658
Costos de mantención			$60,000	$63,000	$66,150	$69,458	$72,930
Flujo		$0	$13,174,419	$13,833,140	$14,524,797	$15,251,037	$16,013,589
	VAC	**$174,608,356**					
SST + SAA 1							
		0	1	2	3	4	5
Inversión y Reinversiones		**$18,035,270**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**	**$0**
Inversión (SST + SAA)		$18,035,270					
Reinversión			$0	$0	$0	$0	$0
Ingresos			**$13,174,419**	**$13,833,140**	**$14,524,797**	**$15,251,037**	**$16,013,589**
Ahorro por Sistema Actual			$13,174,419	$13,833,140	$14,524,797	$15,251,037	$16,013,589
Valor residual							
Costos Operacionales			**$3,740,066**	**$3,927,069**	**$4,123,423**	**$4,329,594**	**$4,546,074**
Costo energía auxiliar			$3,440,066	$3,612,069	$3,792,673	$3,982,306	$4,181,422
Costos de mantención			$300,000	$315,000	$330,750	$347,288	$364,652
Flujo de Caja		**$18,035,270**	**$9,434,353**	**$9,906,071**	**$10,401,374**	**$10,921,443**	**$11,467,515**
Costos totales		$18,035,270	$3,740,066	$3,927,069	$4,123,423	$4,329,594	$4,546,074
	VAC	VAN	TIR				
	$67,688,332	**$106,970,279**	**57%**				

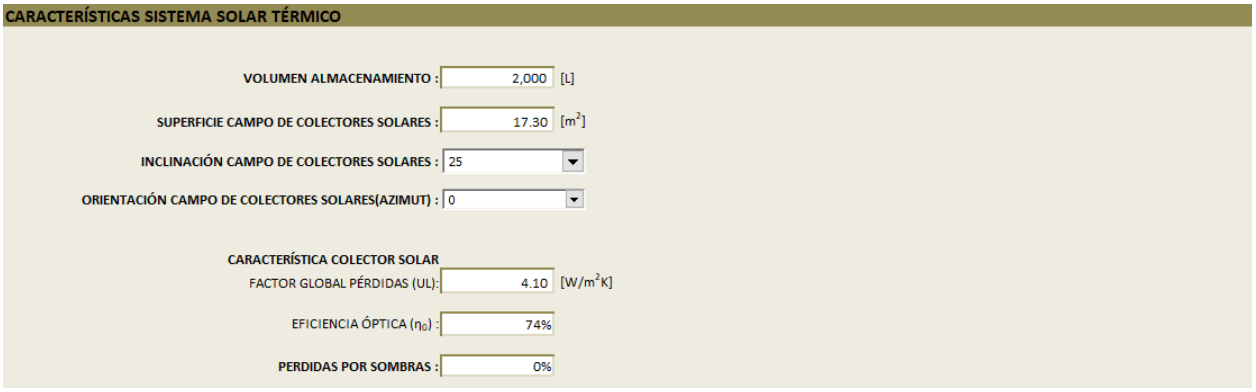
Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Considerando lo expuesto anteriormente, se procede a aplicar la metodología con los datos evidenciados en la presente investigación, asociados a los establecimientos educacionales (A) y (B); los cuales están expuestos en el ítem IV. Diseño metodológico.

5.2. Número de colectores solares y Volumen de almacenamiento

Teniendo a la vista la segunda hoja de la planilla de la metodología estudiada, Cálculo de Contribución solar SST, es dable indicar que, consiguiente al llenado de los datos vinculados a la estimación de la demanda de agua caliente sanitaria ACS - cantidad de usuarios, duchas, utilización del servicio de cocina, entre otras -, se determina el volumen de almacenamiento y la superficie de campo de colectores solares.

Ilustración 8 Características SST



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social y Familia & Ministerio de Energía, 2015.

Por lo mencionado previamente, es dable indicar que los conceptos de Volumen de almacenamiento y la Superficie de campo de colectores solares no están explicados en el documento en formato PDF que otorga lineamientos para realizar una evaluación social de proyectos; en tanto, surgen diversas interrogantes vinculadas: ¿Qué son? ¿Para qué sirven? ¿Existe alguna relación entre ambos conceptos? ¿Cómo se pueden determinar?

Considerando lo anterior, es necesario hacer una descripción y explicación de ambos conceptos, para proceder a dar respuestas a las preguntas mencionadas previamente.

El volumen almacenamiento hace referencia a la cantidad de litros de agua en el cual se acumula la cantidad de agua caliente. La capacidad de almacenamiento va a depender de la demanda diaria a considerar de ACS y, además, de la cantidad de colectores solares[2].

Asimismo, considerando la información de la Ley Nº 20.365 de Franquicias Tributarias respecto a colectores solares térmicos, el sistema de acumulación puede estar constituido por uno o más depósitos acumuladores; aunado a que el volumen debe estar en concordancia con la demanda y debe tener un valor de :

[2] Datos otorgados por informante clave del Ministerio de Energía.

$$40 \leq \frac{V}{A} \leq 180$$

Siendo:

A: Superficie instalación de CST $[m^2]$

V: Volumen del depósito de acumulación solar $[Litros]$.SEC (2010).

La superficie de campo de colectores solares está vinculada a la superficie de cada colector solar por la cantidad de colectores que se utilizarán; en la presente investigación, se considera la medida de cada uno - de 1.73 metros cuadrados -, según la información obtenida por Caysa, (2017). El valor correspondiente a la superficie de campo depende de la demanda diaria a considerar de ACS y, asimismo, del volumen en Litros de almacenamiento.

Ambos conceptos evidencian una real importancia para llevar a cabo los cálculos vinculados a los costos de la evaluación social de proyectos; sumado a la determinación de la Contribución Solar del sistema solar térmico – el cual se ahondará posteriormente en la presente investigación.

Por lo anterior, se lleva a cabo una regresión lineal entre la variable dependiente (Y) "Número de colectores" y la variable independiente (X), que corresponde a "la demanda diaria de ACS a considerar" - la cual es determinada por la planilla -; a fin de determinar una ecuación entre ambas variables y, por ende, facilitar el llenado de la planilla. Cabe precisar que se utilizaron los valores de seis instituciones educacionales, realizando un cálculo estimado, en donde en todos los casos se cumple la contribución solar mínima (56%).

Tabla 9 Datos regresión lineal

COLEGIO	DEMANDA DIARIA DE ACS	AREA DEL COLECTOR	Nº DE COLECTORES	SUPERFICIE DE CAMPO	VOLUMEN
1	1509	1.73	8	13.84	1600
2	3762	1.73	20	34.6	4000
3	1930	1.73	11	19.03	2200
4	489	1.73	3	5.19	600
5	10038	1.73	53	91.69	10600
6	5053	1.73	27	46.71	5400

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10 Regresión lineal

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.448	.189		2.375	.076
	Demanda diaria a considerar	.005	.000	1.000	137.101	.000

a. Dependent Variable: Número de colectores

Fuente: Elaboración propia.

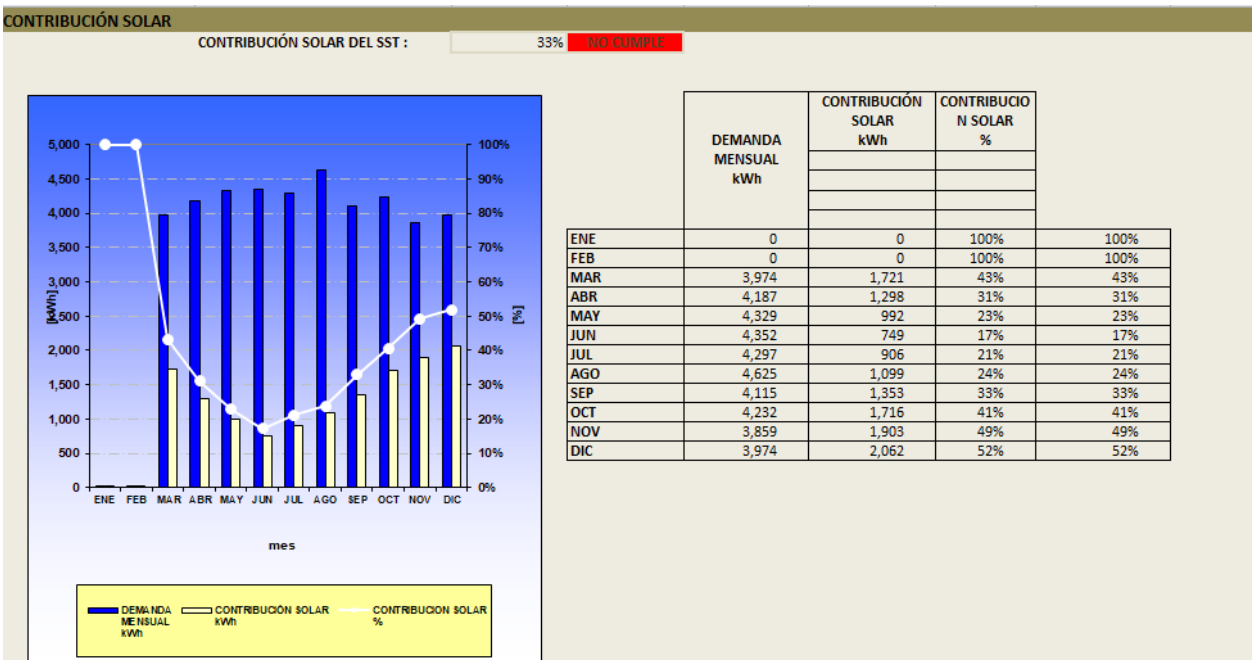
Por lo tanto, la ecuación en cuestión es: **Y= 0,448 + 0,005x**

Para determinar el volumen de almacenamiento en litros de agua caliente, se multiplica la capacidad de un recipiente (200 litros aproximadamente) por la cantidad de colectores solares.

5.3. Contribución solar térmica del SST

Considerando el llenado de la segunda hoja de la planilla de la metodología en cuestión, Cálculo de Contribución solar SST, es posible dar cuenta que posterior al ingreso de los datos asociados a las características del llenado del sistema solar térmico; al final de la planilla, se determina la Contribución solar del SST.

Ilustración 9 Contribución solar



	DEMANDA MENSUAL kWh	CONTRIBUCIÓN SOLAR kWh	CONTRIBUCION SOLAR %	
ENE	0	0	100%	100%
FEB	0	0	100%	100%
MAR	3,974	1,721	43%	43%
ABR	4,187	1,298	31%	31%
MAY	4,329	992	23%	23%
JUN	4,352	749	17%	17%
JUL	4,297	906	21%	21%
AGO	4,625	1,099	24%	24%
SEP	4,115	1,353	33%	33%
OCT	4,232	1,716	41%	41%
NOV	3,859	1,903	49%	49%
DIC	3,974	2,062	52%	52%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Teniendo presente lo anterior, es posible dar cuenta que el concepto de Contribución Solar no está desarrollado en el documento en formato PDF que otorga lineamientos para realizar una evaluación social de proyectos, de modo que, sólo se expone como una variable de salida; no profundizando acerca de dicho concepto, desarrollándose diversas interrogantes asociadas: ¿Qué es? ¿Para qué sirve? ¿Qué pasa si es negativo? ¿Se continúa con la complementación de la planilla si el valor es negativo?

Para dar respuesta a las preguntas evidenciadas anteriormente, es dable precisar acerca de la definición de dicho concepto. La contribución solar (CS) del sistema solar térmico, hace referencia respecto a la fracción existente entre la energía anual aportada por el SST y la demanda energética anual de agua caliente sanitaria; evidenciada en [%], siendo ésta calculada por medio de la siguiente fórmula:

$$CS = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{u_i}}{\sum_{i=1}^{12} D_{em_i}} * 100$$

Fuente: Universidad de Chile, 2014.

CS: Contribución solar del Sistema Solar Térmico [%].
Qu_i: Energía mensual aportada por el SST [MJ].
Dem_i: Demanda térmica mensual de energía para calentamiento de agua [MJ/mes].

Considerando la Declaración Jurada N°2, la cual corresponde al documento evidenciado en el artículo 28 - del título tercero del D.S. N°331/2009 del Ministerio de Economía - que determina el Reglamento de la Ley 20.365; establece la declaración por parte del proyectista responsable del proyecto determinado, acerca de las características técnicas del equipamiento involucrado en la instalación solar térmica y del cumplimiento de la contribución solar mínima requerida en el Reglamento de la Ley 20.365 (Manual Sistemas Solares Térmicos, 2014).

La contribución solar está explicitada en el artículo 23 de la Ley Nº 20.365, en donde se determina para cada zona climática del país, un mínimo de tolerancia en la verificación igual a 15% de la contribución solar mínima exigida (CSM) (Universidad de Chile, 2014). Considerando lo mencionado previamente, para comprobar el cumplimiento de la contribución solar mínima exigida (CSM), ésta debe ser:

$$CS \geq CSM * 0{,}85$$

CS: Contribución solar del Sistema Solar Térmico [%].
CSM: Contribución solar mínima exigida [%].

Asimismo, en dicho artículo, se determina la Contribución Solar Mínima (CSM) para los SST respecto a la ubicación por zona climáticas; las cuales se definen según la radiación solar global media anual para una determinada ubicación geográfica y se clasifican en seis zonas, de la A a la F; en tanto, la A percibe mayor radiación solar - la cual está asociada a las zonas ubicadas más al norte del país – y la letra F es la zona que recibe menos radiación Solar - respectivo a las zonas más australes del país (Manual Sistemas Solares Térmicos, 2014).

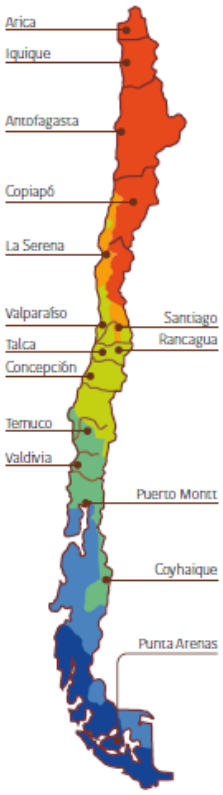
Es así como cada zona climática del país evidencia valores determinados que permiten corroborar el cumplimiento contribución solar mínima exigida para cada zona climática:

Tabla 11 Contribución solar mínima por zona climática

ZONA CLIMÁTICA	RADIACIÓN SOLAR GLOBAL MEDIA ANUAL (H)	CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA (CSM)	MARGEN DE TOLERANCIA	CSM*0,85
	[kWh/ m^2 año]	[%]	[%]	[%]
A	1948 ≤ H	75	15	64
B	1701 ≤ H < 1948	66	15	56
C	1454 ≤ H < 1701	57	15	48
D	1208 ≤ H < 1454	48	15	41
E	961 ≤ H < 1208	39	15	33
F	961 < 1948	30	15	26

Fuente: Universidad de Chile, 2014.

Ilustración 10 Zonas climáticas

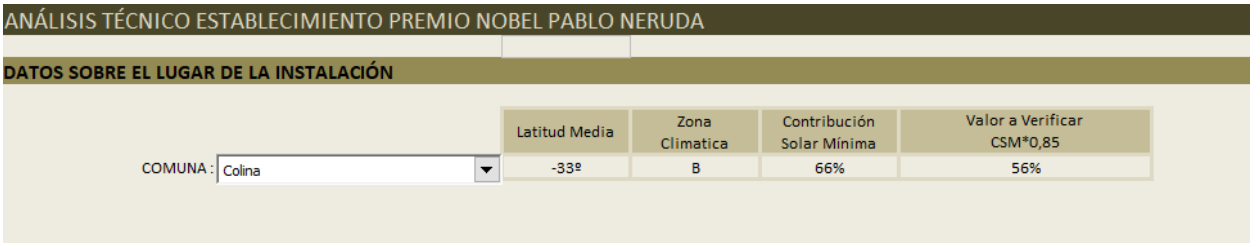


Fuente: Manual Sistemas Solares Térmicos, 2014.

Considerando la primera hoja de la planilla Excel *"Cálculo de contribución solar SST"* al agregar la comuna en donde se emplaza el establecimiento educacional determinado, la planilla evidencia automáticamente la zona climática a la cual pertenece, la contribución solar mínima y el valor a verificar.

Establecimiento educacional (A):

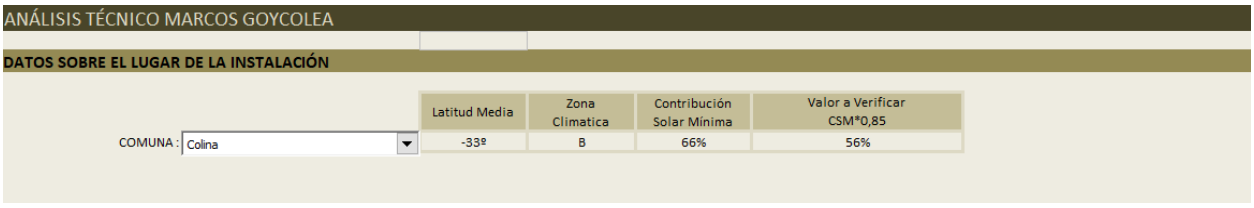
Ilustración 11 Datos del lugar de instalación



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Establecimiento educacional (B):

Ilustración 12 Datos del lugar de instalación

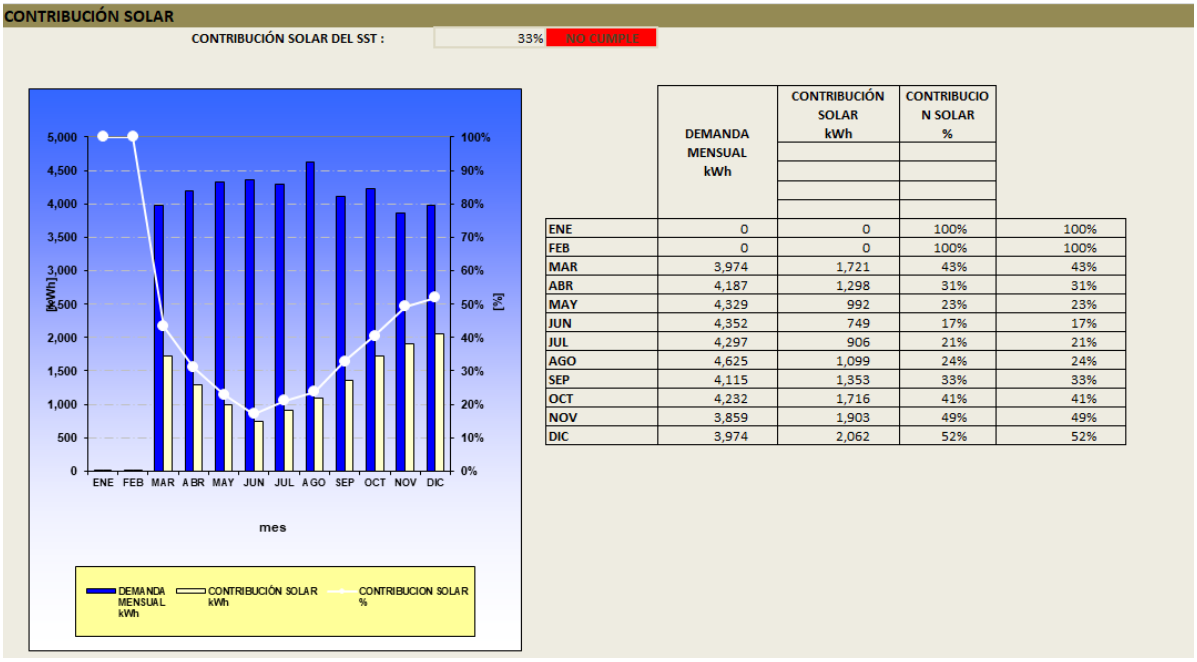


Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Asimismo, se visualiza que ambos establecimientos educacionales presentan una contribución solar del SST que no cumple con el mínimo requerido por Ley; de modo que, considerando que la zona B corresponde a un 66%, en ambas situaciones está por debajo de lo anterior - establecimiento (A) está asociado a un 33% y el establecimiento (B) un 40% -. A su vez, en la planilla se informa en un recuadro rojo "No cumple", lo cual se puede visualizar a continuación:

Establecimiento educacional (A):

Ilustración 13 Contribución solar

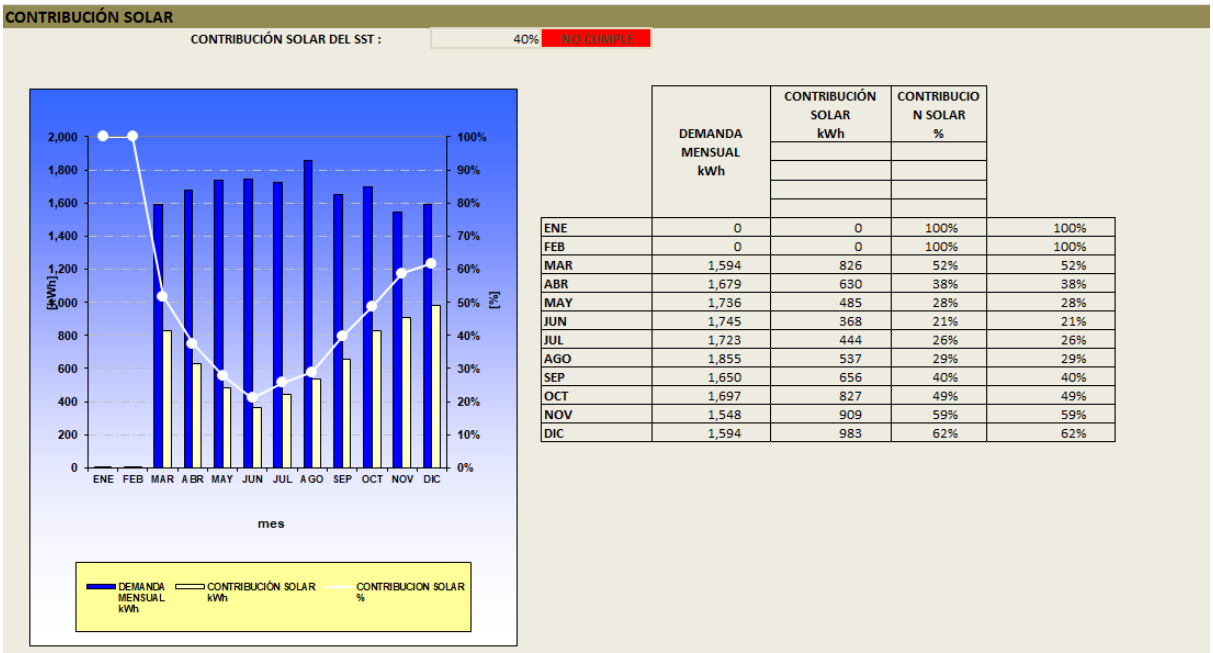


	DEMANDA MENSUAL kWh	CONTRIBUCIÓN SOLAR kWh	CONTRIBUCION SOLAR %	
ENE	0	0	100%	100%
FEB	0	0	100%	100%
MAR	3,974	1,721	43%	43%
ABR	4,187	1,298	31%	31%
MAY	4,329	992	23%	23%
JUN	4,352	749	17%	17%
JUL	4,297	906	21%	21%
AGO	4,625	1,099	24%	24%
SEP	4,115	1,353	33%	33%
OCT	4,232	1,716	41%	41%
NOV	3,859	1,903	49%	49%
DIC	3,974	2,062	52%	52%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Establecimiento educacional (B):

Ilustración 14 Contribución solar



	DEMANDA MENSUAL kWh	CONTRIBUCIÓN SOLAR kWh	CONTRIBUCION SOLAR %	
ENE	0	0	100%	100%
FEB	0	0	100%	100%
MAR	1,594	826	52%	52%
ABR	1,679	630	38%	38%
MAY	1,736	485	28%	28%
JUN	1,745	368	21%	21%
JUL	1,723	444	26%	26%
AGO	1,855	537	29%	29%
SEP	1,650	656	40%	40%
OCT	1,697	827	49%	49%
NOV	1,548	909	59%	59%
DIC	1,594	983	62%	62%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Ambas planillas no otorgan mayor información al respecto - ni tampoco el documento PDF -, de modo que queda la incertidumbre si proseguir con la siguiente planilla para completar los otros valores monetarios asociados al sistema actual vigente en cada institución, para la implementación de los sistemas solares térmicos y para las tres alternativas de sistemas auxiliares.

Sin perjuicio de lo anterior, para determinar si efectivamente hay un cumplimiento de la contribución solar mínima exigida (CSM), se lleva a cabo un reemplazo en la fórmula evidenciada anteriormente en ambas situaciones: CS ≥CSM * 0,85.

Establecimiento (A):

Contribución solar SST (CS) 0.33
Contribución solar mínima 0.66 * 0.85= 0.561
Por lo tanto, al reemplazar en la fórmula, tenemos que la CS (0.33) es menor a la CSM*0.85 (0.561); no cumpliéndose la contribución solar mínima requerida, toda vez que 0.33 < 0.561.

Establecimiento (B):

Contribución solar SST (CS) 0.40
Contribución solar mínima 0.66 * 0.85= 0.561
Por lo tanto, al reemplazar en la fórmula, tenemos que la CS (0.40) es menor a la CSM*0.85 (0.561); no cumpliéndose la contribución solar mínima solicitada, de modo que 0.40 < 0.561.

Por lo tanto, considerando los resultados mencionados anteriormente, es dable indicar que no se debe seguir con el proceso de completar las planillas siguientes, teniendo presente que el proceso no cumple con la contribución solar mínima estipulada por la Ley chilena.

Sin perjuicio de lo anterior, es posible señalar que, para que dicho porcentaje aumente, es necesario incrementar la cantidad de colectores solares que se utilizarán en la institución respectiva, para que exista una mayor contribución solar; considerando, además, que la cantidad de colectores solares va aunado al volumen de almacenamiento de agua en litros de cada colector.

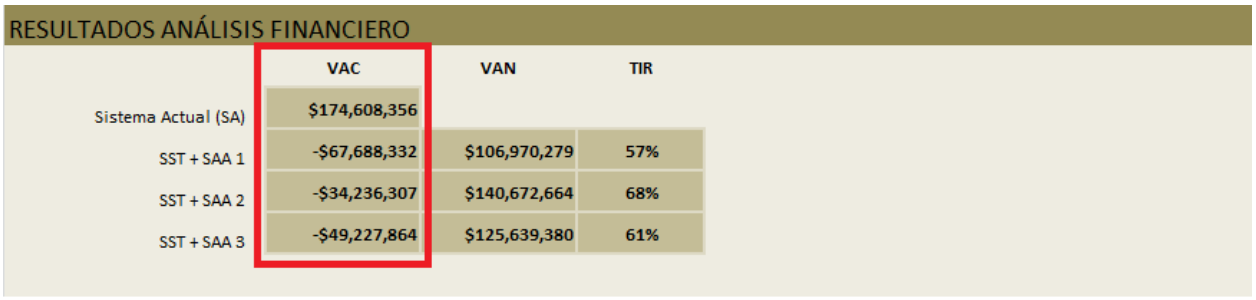
Un ejemplo de lo mencionado anteriormente, es que al establecimiento (B) se le aumente la cantidad de colectores solares de 5 a 10 colectores solares y, por ende, de 1000 Litros a 2000 Litros, teniendo presente que, aproximadamente, se utiliza para un colector solar una capacidad de almacenamiento de 200 Litros.

5.4. Valor Actual de Costos VAC

Este concepto no está desarrollado en la documentación que entrega los lineamientos para desarrollar la evaluación social de proyectos de instalación de colectores solares en instituciones públicas; de modo que, en ningún capítulo del documento PDF se

aborda o se nombra. Sin embargo, el VAC se visualiza sólo como antecedente en la planilla Excel, *"análisis financiero"*:

Ilustración 15 Resultados análisis financiero



RESULTADOS ANÁLISIS FINANCIERO

	VAC	VAN	TIR
Sistema Actual (SA)	$174,608,356		
SST + SAA 1	-$67,688,332	$106,970,279	57%
SST + SAA 2	-$34,236,307	$140,672,664	68%
SST + SAA 3	-$49,227,864	$125,639,380	61%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Por lo tanto, emergen dudas asociadas: ¿Qué es? ¿Para qué sirve? ¿Cómo integrar el VAC al análisis de la metodología?

En este sentido, es dable indicar que el valor actual de costos se utiliza cuando se comparan opciones de proyectos que evidencian iguales beneficios, divergiendo en los costos. Por lo tanto, este indicador se utiliza para elegir el proyecto que tiene un mínimo costo; evidenciando el menor consumo de recursos (Contreras, 2006).

Asimismo, dicho indicador también se utiliza cuando existen beneficios que presentan dificultades para ser valorados; pero se distinguen que son deseables (CEPAL, s.f).

$$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Fuente: CEPAL, s.f.

Ct: Costo al final del periodo de tiempo

En este sentido, el VAC puede ser utilizado en las tres alternativas que se evalúan respecto a la utilización de los sistemas térmicos solares y los distintos sistemas auxiliares; de modo que, pueden denotar beneficios idénticos entre éstos. Por lo tanto, el VAC es un indicador relevante respecto a los costos que están involucrados en cada proyecto; tomando una decisión del valor más alto del VAN, éste se consolida al determinar el valor menor de los recursos utilizados en los proyectos.

VI. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA ACS EN BASE A LOS FUNDAMENTOS DE CONTRERAS Y FONTAINE

6.1. Beneficios y beneficiarios

Una de las aristas relevantes de la evaluación social de proyectos, es la que está relacionada al aporte que conlleva la implementación de determinados proyectos, al crecimiento de un país. En este sentido, la instalación de los colectores solares en instituciones públicas, implicará la disponibilidad de bienes y servicios asociados a la entrega de agua caliente sanitaria de manera eficiente, a fin de satisfacer las necesidades de las personas que hacen uso de estas; contribuyendo en un aumento en el bienestar a nivel nacional.

Considerando lo anterior, es de gran importancia valorar la inclusión de los consumidores/usuarios del producto; sumado a la presencia de los proveedores de los insumos para la inversión; como, también, la operatividad del proyecto en cuestión (Contreras, 2004).

Teniendo en cuenta lo mencionado previamente, la presente Metodología- archivo PDF -toma en consideración los beneficiarios del producto del proyecto de instalación de colectores solares, los cuales están asociados a los alumnos y funcionarios de los establecimientos públicos educacionales. Aunado a ello, se identifican los diversos beneficios que otorgará la instalación de dichos colectores, los cuales están vinculados a una mejora en la salud de los usuarios respecto a la posibilidad de que éstos puedan acceder a un favorable aseo personal; disminución de enfermedades asociadas a la higiene; aumento en el bienestar y confort de las personas; disminución de ausentismo escolar; sumado a un ahorro en recursos en cuanto al costo de energía y de mantención (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

Asimismo, es dable indicar que la metodología analizada presenta una cuantificación de los beneficios involucrados, los cuales están vinculados a los ahorros del consumo de un combustible determinado o la energía eléctrica del sistema que se utilizará en relación al que ya existe. Si la institución no evidencia un sistema ACS, los ahorros van estar asociados al sistema de calefón a gas- no existente- que podría, en un caso hipotético, contribuir en su totalidad a la demanda. Es posible indicar que, el ahorro de energía se debe cuantificar teniendo presente que el sistema existente actual, contribuye en la demanda total mensual de la institución en comento; independiente si dicha situación se está llevando a cabo en la situación actual (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

Es así como la presente metodología abarca aspectos relevantes profundizados por los autores en comento, relacionados a los beneficiarios (usuarios) y beneficios que entregaría la puesta en marcha del proyecto- instalación de colectores solares en establecimientos educacionales -; lo cual, evidencia la importancia y las consecuencias a nivel social de la aplicación de éste, no acotando el análisis estrictamente en el ámbito económico- costos y beneficios.

6.2. Impuestos

En otro orden de ideas y considerando lo expresado por Contreras (2004), es necesario tener presente que, desde un enfoque social, el impuesto es considerado como un costo desde el punto de vista privado; siendo una riqueza que emigra de un lado para otro, y no como una generación de ésta. Por lo tanto, el impuesto no está asociado ni a un costo ni a un beneficio desde el punto de vista social, sino a una transferencia- al igual que los préstamos bancarios. Por lo anterior, la presente metodología no considera los impuestos que están relacionados al IVA (19%) al momento de adquirir un bien o servicio- costo de los colectores solares, costo de mano de obra o el valor de los materiales de instalación.

6.3. Precios sociales

Por otra parte, es dable indicar que en una evaluación social de proyectos se utilizan los precios sociales o sombras, con el objetivo de tomar en consideración la existencia de distorsiones, efectos indirectos y externalidades que conlleva el proyecto hacia el bienestar de la sociedad (Contreras, 2004).

Considerando lo referido previamente, es posible indicar que, en la cuantificación de los beneficios, se utilizan los precios de mercado tanto de los combustibles o de la energía eléctrica, siendo éstos ajustados por los factores de corrección, dando cuenta de los precios sociales. En dicha corrección se restan todos los impuestos que abarquen los precios de mercado, como IVA e impuestos específicos (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

6.4. Beneficios y costos

Es posible señalar acerca de la importancia que presenta la evaluación social respecto a la comparación entre los beneficios y los costos que los proyectos poseen; debido a que se podrá visualizar claramente cuál es el real aporte de los beneficios al país. Considerando lo anterior y como se ha expuesto anteriormente, cuando el valor VPN es positivo, el bienestar del país mejorará, respecto al antes de la aplicación del proyecto determinado (Contreras, 2004).

En este sentido, es posible señalar que la metodología analizada denota una fortaleza en cuanto a la comparación entre los costos asociados a la instalación y funcionamiento de los colectores solares, y los beneficios que éstos otorgan a los usuarios y a nivel país. De modo que, se exponen todos los costos relacionados al sistema energético actual- calefón, bomba de calor, caldera, etc.- sumado a los gastos asociados a la instalación de los colectores solares, mano de obra, materiales de instalación, memoria de cálculo, entre otros; en tanto, la metodología en comento, considera todos los posibles gastos o costos que va a evidenciar el presente proyecto en valor monetario, y, en los que corresponde, en precios sociales. Como así también, se tienen presentes los beneficios que implica y su contribución al país, por medio de la determinación del VAN, el cual, se tomará en consideración para la implementación del proyecto.

6.5. Factores que entorpecen la implementación del proyecto

Cabe destacar que, en vista a lo expresado por Fontaine (2008), es necesario considerar que la real contribución de un proyecto determinado al crecimiento económico de un país, debe ser visualizada y valorizada por las personas que están involucradas en la toma de decisiones respecto a las inversiones determinadas. Sin perjuicio de lo anterior, es dable indicar que las evaluaciones sociales de los proyectos no toman en consideración aristas relevantes que pueden determinar la aprobación de la implementación de éstos; en tanto, dichas aristas están relacionadas a aspectos económicos, políticos y sociales. En el caso de la metodología ACS, no se ha podido determinar si existen dificultades relacionadas al proceso de financiamiento, considerando que la SEREMI no ha recepcionado postulaciones de dicha metodología para que se lleve a cabo una revisión de ésta, y, así, se genere su posterior envío a la entidad que pudiese otorgar el financiamiento para la aplicación de la metodología. Por lo tanto, en este sentido, las dificultades se evidencian en la participación y motivación por parte de las instituciones municipales para que utilicen y apliquen la presente metodología; siendo dicho escenario, anterior al proceso relacionado a la obtención de recursos o financiamiento.

6.6. Beneficios difíciles de medir

Por otra parte, es posible señalar que la evaluación social de proyectos visibiliza y da cuenta de la relevancia de otros beneficios que no son posibles o son muy difíciles de medir- a diferencia de la evaluación de proyectos de carácter privada (Fontaine, 2008). En este sentido, la presente metodología logra considerar los beneficios que evidencian dichas características, como lo es el incremento del bienestar de los usuarios- alumnos y profesores de un establecimiento educacional determinado- existiendo un enfoque subjetivo y perceptivo por parte de éstos, lo cual, podría dificultar llevar a cabo una medición cuantitativa y de manera exacta, abriéndose a la posibilidad de un análisis de un carácter más cualitativo.

Asimismo, en el caso de contribuir a una mejoría en el ámbito de la salud, lo anterior será dificultoso llevar a cabo una cuantificación de dicho aspecto, considerando que una mejoría en el área de la salud, denota características a largo plazo; sumado a que existen otros factores que podrían influir en el aumento del bienestar de las personas.

6.7. Incentivo a la inversión

Según lo indicado por Fontaine (2008), las evaluaciones sociales de proyectos evidencian una gran utilidad respecto a la formulación del diseño de políticas a nivel económico, que pueden incentivar o no la inversión privada; por lo que, la presente metodología se podría configurar como un insumo o guía para que instituciones que no pertenecen al ámbito estatal, puedan tener un impulso para invertir en el uso y la implementación de colectores solares en la industria inmobiliaria; de modo que, considerando que la presente evaluación es un insumo que otorga información valiosa respecto al beneficio social, se pueden generar políticas para que las empresas puedan

ser parte de este proceso, contribuyendo en una mejora tanto en la población, como, también, a nivel medio ambiental. Por lo tanto, es dable indicar que lo anterior es consistente con lo expuesto en la presente investigación, toda vez que, en nuestro país, se han llevado a cabo políticas estatales a fin de crear incentivos para el uso de los sistemas solares en proyectos inmobiliarios.

6.8. Externalidades

En vista a lo pesquisado en las fuentes bibliográficas, la evaluación social de proyectos toma en consideración las externalidades que pueden conllevar la implementación de un determinado proyecto, las cuales deben ser medibles y valorables, existiendo terceras personas que se verán afectadas por el proyecto (Fontaine, 2008).

Es posible indicar que la metodología en comento, nombra posibles externalidades que pueden conllevar la implementación de un proyecto; sin embargo, no otorga herramientas para cuantificarlas, ni lleva a cabo un proceso analítico en profundidad respecto a éstas, en cuanto a la implementación de los colectores solares, las cuales podrían ser tanto positivas como negativas.

Considerando la revisión de la metodología en cuestión y análisis de la implementación de colectores solares, una posible externalidad negativa, sería que la instalación de colectores solares podría generar una distorsión en el paisaje de la institución determinada, lo cual, afectaría el entorno y contexto habitual; considerando que, en diversos casos, se tendría que instalar una cantidad considerable de colectores, presentándose dificultades para medir dicha externalidad, teniendo presente la subjetividad e intangibilidad de ésta.

Asimismo, un ejemplo de externalidad positiva a considerar, estaría vinculada a que, si un establecimiento educacional lleva a cabo la instalación de colectores solares, lo anterior podría motivar o impulsar a que otras instituciones escolares desarrollen acciones asociadas a la instalación de un sistema solar térmico o que generen otro tipo de iniciativas relacionadas a la eficiencia energética.

6.9. Diagnóstico y descripción del problema

En otro orden de ideas, es posible indicar que, uno de los aspectos positivos de la metodología, está asociada a que el documento PDF, otorga una guía para llevar a cabo una evaluación social de proyectos que sea completa y adecuada para realizar un análisis exhaustivo del proyecto. En este sentido, el documento da cuenta de la necesidad de realizar un diagnóstico de la situación actual, a fin de que se desarrolle una descripción del problema, denotando la necesidad de por qué se está aplicando el presente proyecto, por medio de la exposición de precedentes que lo respalden. Asimismo, se lleva a cabo una descripción del sistema de agua caliente sanitaria actual; sumado a una descripción y cuantificación de la demanda por ACS respecto al número de usuarios y ocupación de la institución; aunado a la determinación de las

posibilidades que den solución y las cuales pueden ser evaluadas (Ministerio de Desarrollo Social, 2015).

En cuanto a la descripción del problema, la metodología refiere que el análisis debe evidenciar un estado negativo que interfiera en el bienestar de los usuarios, respecto a la disponibilidad de agua caliente para uso sanitario; o como un problema por parte del establecimiento de carácter financiero a fin de hacer funcionar el sistema existente, considerando los altos costos de operación necesarios para su funcionamiento. Cuando no se evidencia un sistema de ACS, el problema está vinculado con un estado de riesgo respecto enfermedades respiratorias y aquellas asociadas a la falta de higiene personal, sumado de un bajo nivel de bienestar para los usuarios del establecimiento. Sumado a lo anterior, se considera la caracterización del establecimiento público respecto al contexto geográfico, el tipo de institución, capacidad máxima y características a nivel estructural (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).2015).

Por lo tanto, en vista a lo expuesto previamente, la presente metodología- documento PDF- toma en cuenta diversas aristas las cuales son de real importancia para otorgar una contextualización respecto al entorno y, así, entregar información respecto a la institución en la que se está llevando a cabo la evaluación social de proyectos; de modo que, en este sentido, la metodología presenta como fortaleza la integración de información necesaria para llevar a cabo el proyecto en cuestión.

6.10. Otros

Diseño de la metodología

Dentro de los aspectos negativos de la metodología, éstos están vinculados a la exposición de información de la planilla Excel, en donde se hace el ingreso de valores para llevarse a cabo una comparación de beneficios y costos; por lo que, en algunas de las hojas de dicha planilla, se visualiza una gran cantidad de números y valores que no están explicados en ninguna parte de ésta- ni en el documento PDF-; generando una posible confusión al usuario, al momento de llevar a cabo el uso de la planilla, viéndose lo anterior ejemplificado en la siguiente imagen:

Ilustración 16 Cálculo contribución solar

		Días/mes	31	28	31	30	31
		Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Radiación Mensual			247.31	201.70	172.50	116.09	82.53
Radiación Diaria (kWh)			7.66	7.42	6.34	4.95	3.81
Radiación Diaria (MJ)			27.57	26.71	22.84	17.83	13.71
T Ambiente			21.10	18.00	18.00	12.80	9.40
T A Red			17.30	15.70	15.70	13.10	11.40
Demanda de Termias dia (MJ)			0.00	0.00	259.79	282.85	283.03
Demanda Termias mes (MJ)			0.01	0.01	8,053.64	8,485.45	8,773.80
Demanda kWh mes			0.00	0.00	2,237.12	2,357.07	2,437.17
D1	Y / a		1,310,640.57	1,200,410.07	1.03	0.74	0.57
D2	X / b		2,542,178.18	2,382,020.14	2.38	2.14	2.10
Qu (MJ)			0.01	0.01	5,449.36	4,261.60	3,323.48
Demanda Termias mes (MJ)			0.01	0.01	8,053.64	8,485.45	8,773.80
Contribución Solar MJ			0.01	0.01	5,449.36	4,261.60	3,323.48
F			100.0%	100.0%	67.7%	50.2%	37.9%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Por lo tanto, la planilla Excel evidencia dificultades visuales respecto a su diseño y exposición de valores, presentándose aspectos que no son explicados o profundizados; conllevando una falta de comprensión o de confusión en el llenado de ésta.

Acceso a la planilla Excel

Asimismo, es posible indicar que en la página web del Ministerio de Desarrollo Social y Familia se visualizan los documentos oficiales para la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública, dentro del marco del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, s.f). De modo que, en dicha página web, es posible a acceder a la documentación- formato PDF -de la Metodología ACS analizada; empero, no está disponible el acceso a la planilla Excel asociada al ingreso de los datos cuantitativos de ésta. Por lo tanto, se visualizan dificultades a nivel institucional, respecto al acceso y uso de dicho documento, el cual permite realizar el flujo de costos y beneficios del proyecto determinado; dando cuenta de un escenario obstaculizador para la aplicación de la metodología en comento.

Ilustración 17 Información MDSF

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social y Familia, s.f.

VII. GUÍA INSTRUCTIVA PARA COMPLETAR LA PLANILLA EXCEL METODOLOGÍA ACS

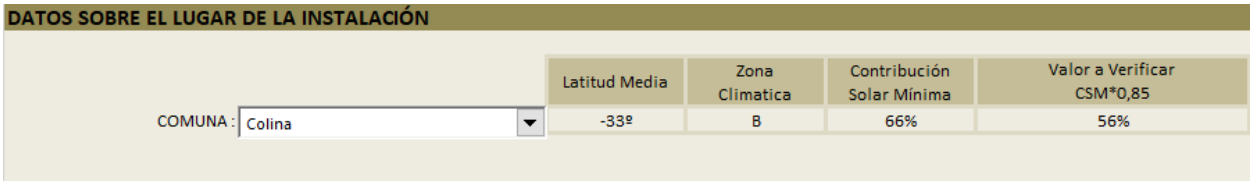
Planilla 1. Instrucciones de uso.

Se indica que sólo se deben completar las celdas que están en color blanco, de modo que las otras están bloqueadas o protegidas.

Planilla 2. Cálculo contribución solar SST.

1. **Datos sobre el lugar de instalación.**

Ilustración 18 Datos del lugar de instalación

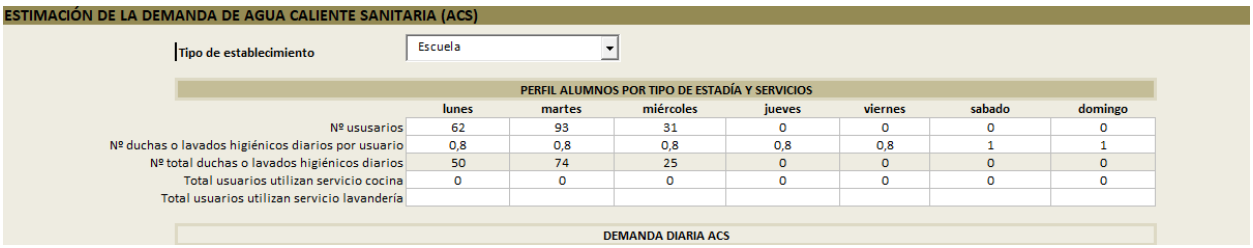


Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Se elige la ***comuna*** en donde está emplazada la institución pública correspondiente.

2. **Estimación de la demanda de agua caliente sanitaria (ACS).**

Ilustración 19 Estimación demanda ACS



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

Primero, se determina el ***tipo de establecimiento*** (escuela, jardín infantil, internado público, etc.).

2.1. Primera tabla: “Perfil de alumnos por tipo de estadía y servicios”.

En ***Nº de usuarios***, se agrega la cantidad de alumnos por día que utilizan ACS:

$$U = \left(\frac{A}{C_t}\right) * C_{ef}$$

Donde,

U = Número de Usuarios

A = Cantidad total de alumnos

C_t = Cantidad total de cursos

C_{ef} = Cantidad de cursos que tienen educación física

Posteriormente, se determina el número de duchas o lavados diarios por usuario. En este caso, se considera el factor 0,8 debido a que se considera que no todos los usuarios de la institución necesariamente utilizan las duchas- ya sea por hábito higiénico, pudor, bullying de sus pares, etc. – por lo tanto, se aplica un factor del 80% que se ajustará en cada caso considerando la información otorgada por cada establecimiento[3].

Consiguientemente, se obtiene el número de duchas o lavados diarios- en donde se multiplica n° de usuarios por n° de duchas o lavados para determinar dicha información.

2.2. Segunda tabla: “Demanda diaria ACS”.

Ilustración 20 Demanda diaria ACS

DEMANDA DIARIA ACS								
Tipo de demanda de ACS	lunes	martes	miercoles	jueves	viernes	sabado	domingo	
Servicio duchas olavados higiénicos por usuarios diarias	0	0	0	0	0	0	0	l/día
Servicio cocina	0	0	0	0	0	0	0	l/día
Servicio lavandería	0	0	0	0	0	0	0	l/día
			Otros					l/día
Lavado de manos PREBASICA	800	800	800	800	800	0	0	l/día
								l/día
Total día	800	800	800	800	800	0	0	l/día
Demanda ACS promedio diaria semanal	571	l/día						
Demanada ACS máxima semanal	800	l/día						
Demanada ACS diaria a considerar	686	l/día						

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

En esta tabla se determina automáticamente el servicio de duchas o lavados higiénicos por usuarios diarios, llevándose a cabo un estimativo de la cantidad de litros que se usan el día de educación física, multiplicado por el número total de duchas o lavados

[3] Datos otorgados por informante clave del Ministerio de Energía.

higiénicos diarios. Asimismo, si corresponde, se calcula el servicio de cocina y de lavandería.

Posteriormente, se determina el ***lavado de manos prebásica***:

$$L = 0.5N * A$$

Donde,

L = Lavado de Manos Pre-Básica (en litros)

N = Cantidad de veces que cada alumno se lava las manos al día en promedio

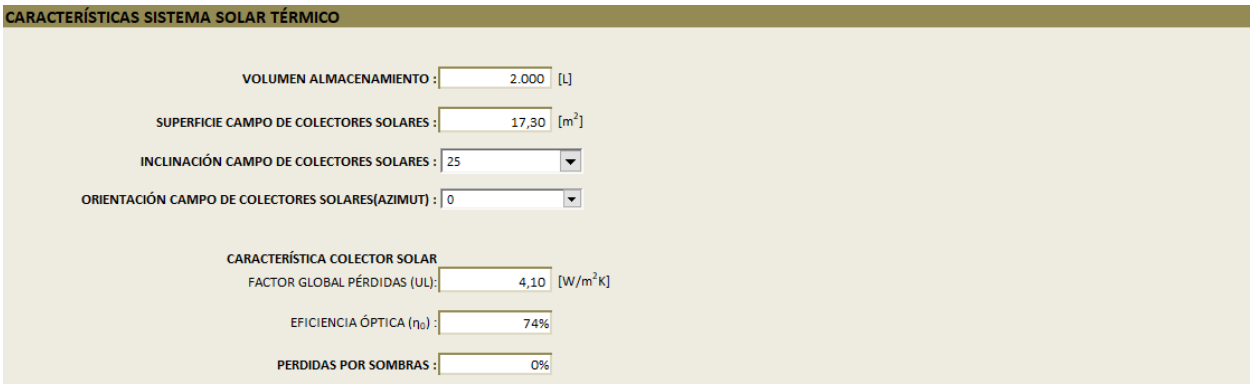
A = Cantidad de Alumnos[4]

Consiguientemente, el archivo Excel realiza un cálculo automático respecto al total día-sumatoria de la tabla de demanda diaria ACS-; demanda ACS promedio diaria semanal-sumatoria del total día dividido en 7 días-; demanda ACS máxima semanal-correspondiente al valor máximo del total al día-; y la demanda ACS diaria a considerar-asociado al promedio entre el diario semanal y máximo semanal.

Para el factor de ocupación- el cual se determina automáticamente -se considera el porcentaje de demanda de ACS mensualmente. No se considera enero y febrero porque los alumnos están de vacaciones. Julio y septiembre, se considera un porcentaje menor debido a que el consumo de agua es menor debido a las vacaciones de los alumnos. Los demás meses se considera el 100%.

3. Características del Sistema Solar Térmico.

Ilustración 21 Características SST



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

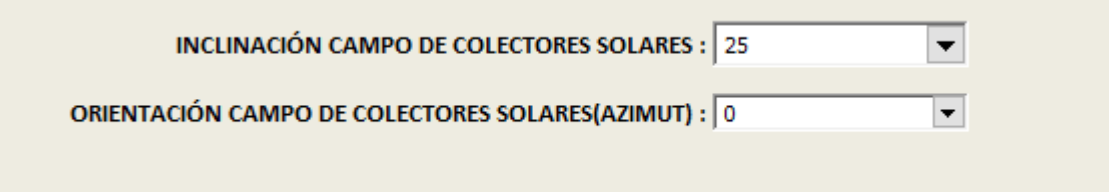
[4] Datos otorgados por informante clave del Ministerio de Energía.

El ***volumen almacenamiento*** hace referencia a los litros que se almacenan respecto a la cantidad de agua caliente. La capacidad de almacenamiento va a depender de la demanda diaria a considerar de ACS y de la cantidad de colectores solares. [5]

La ***superficie de campo de colectores solares*** está relacionada a la superficie- en metros cuadrados -de cada colector, el cual puede variar. Dicha superficie debe multiplicarse por la cantidad de colectores solares que se instalarán. La cantidad de superficie de colectores solares depende de la demanda diaria a considerar y del volumen de almacenamiento.

Para facilitar la obtención de los datos asociados a los conceptos mencionados previamente, es posible hacer uso de la siguiente fórmula: **Y= 0,448 + 0,005x**, en donde la variable dependiente (Y) corresponde a "Número de colectores" y la variable independiente (X) a "demanda diaria de ACS a considerar". Por lo tanto, para obtener el volumen de almacenamiento en litros de agua caliente, se multiplica la capacidad de un recipiente (200 litros aproximadamente) por la cantidad de colectores solares.

Ilustración 22 Inclinación y orientación de campo



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

La ***inclinación de los paneles*** es una de las variables más importantes en relación al diseño de un sistema solar, debido a que de ésta depende de la optimización del uso de la radiación solar. Teniendo a la vista que en las diversas estaciones del año la posición del sol cambia, la inclinación de los paneles respecto del sol tiene evidente efecto en el beneficio de la radiación solar. Es decir que, en el periodo estival, el ángulo inclinación debería ser menor, toda vez que el sol presenta una ubicación más vertical; de modo que, en invierno es distinto ya que el sol está en una ubicación más baja en relación al horizonte y, por ende, el ángulo de inclinación es mayor. Por lo mencionado previamente, el uso máximo de energía solar se obtiene con un ángulo de inclinación intermedio respecto a las variaciones de las estaciones del año; por lo que, en el hemisferio sur se visualiza como correcto el criterio de inclinación asociada a la latitud del lugar, lo que conlleva a la utilización más uniforme del sistema fotovoltaico durante

[5] Datos otorgados por informante clave del Ministerio de Energía.

todo el transcurso del año, de tal modo que el ángulo se aproximaría a 30° (Rivera, 2017).

La inclinación de campo de colectores solares (β), corresponde a un valor determinado y muy relevante para todo SST; el cual está relacionado al ángulo entre la superficie del colector solar y el plano horizontal, representándose como un número entero, igual al múltiplo de 5 más próximo, denotado en grados [°] y debe estar en un rango entre 0º y 90º (Universidad de Chile, 2014).

Ilustración 23 Inclinación de campo

Fuente: Antusol, s.f.

Es dable indicar que algunos fabricantes de los sistemas solares térmicos aconsejan que sea necesario hallar el punto oportuno durante el periodo invernal como parámetro, alcanzándose una producción óptima el resto del año. Los paneles deben situarse en una ubicación horizontal solamente en zonas próximas al ecuador (Antusol, s.f).

Asimismo, se recomienda que para todo el territorio nacional se utilice un ángulo equivalente de latitud de 15° o más, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12 Ángulo de inclinación

Latitud del lugar (en grados)	Angulo de inclinación fijo
0° a 15°	15°
15° a 25°	La misma latitud
25° a 30°	Latitud más 5 °
30° a 35°	Latitud más 10 °
35° a 40°	Latitud más 15 °
40° o más	Latitud más 20 °

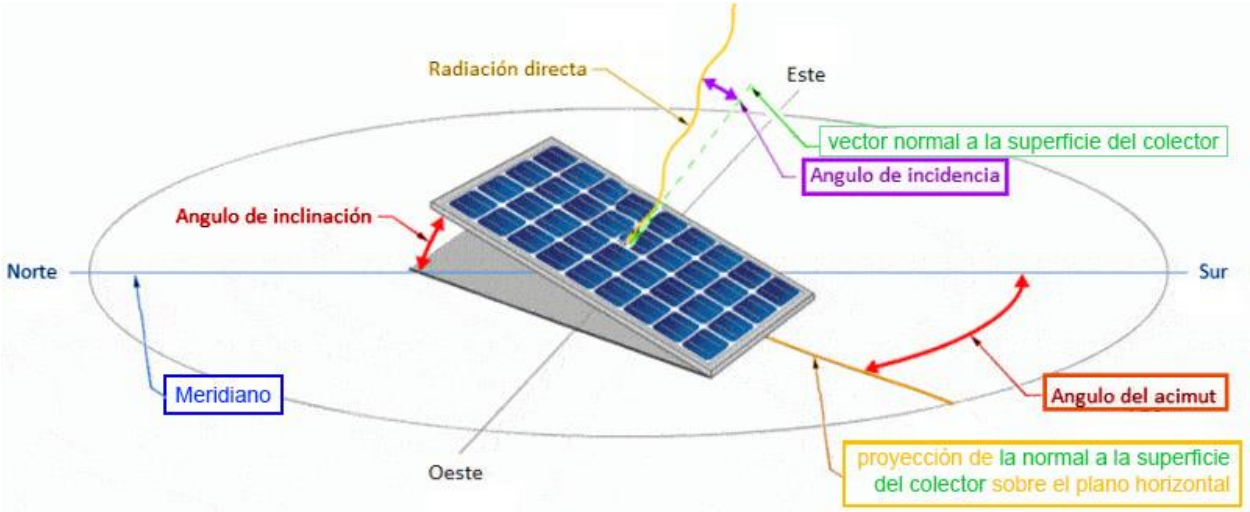
Fuente: Antusol, s.f.

Considerando lo anterior, en el caso de la Metodología ACS y la aplicación de ésta en dos establecimientos educacionales ubicados en la comuna de Colina- la cual presenta una latitud de 33º- la inclinación de los paneles correspondería a 33º + 10º = 43º.

Cuando se llevan a cabo cambios sutiles de 5 grados en relación al ángulo de inclinación óptimo; se obtiene un efecto menor en la generación de energía. Respecto a las condiciones climáticas, las diferencias son relevantes en la producción de energía (Antusol, s.f).

La ***orientación de los colectores solares térmicos*** (OSST) - o azimut/acimut - es un valor relevante para todo SST, el cual está asociado *"al ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del colector y el meridiano del lugar"*, y se determina como un número entero en grados [°], y el rango va entre 180º y -180º. Los valores específicos son: 0º para colectores orientados al norte, 90º para colectores emplazados al oeste, -90º para colectores orientados al este, y 180º o -180º para colectores orientados al sur (Universidad de Chile, 2014).

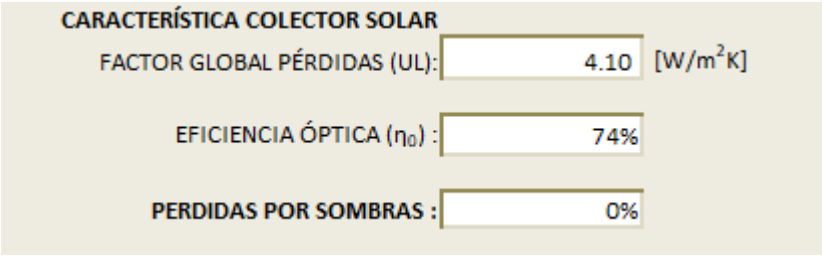
Ilustración 24 Ángulo acimut/azimut



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Asimismo, cabe destacar que la orientación del colector solar va a depender del hemisferio en donde se encuentre ubicado; es decir, los países que están emplazados en el hemisferio norte, se recomienda que los paneles solares se orienten hacia el sur; en cambio, los países ubicados en Sudamérica, los colectores deben estar orientados hacia el norte, para que obtengan un mayor aprovechamiento e incidencia de los rayos del sol (Calefacción solar, s.f). Por lo tanto, en el caso de la Metodología ACS, el valor que se obtiene de la Azimut es de 0º.

Ilustración 25 Características del colector solar



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

El ***Factor Global de Pérdidas*** **(UL)** se refiere a las pérdidas lineales del colector, el cual se manifiesta en [W/m2K] y su valor se determina mediante la información técnica presente en el registro administrado por la Superintendencia de Electricidad y Combustible SEC de colectores solares térmicos, considerando la marca y modelo (Universidad de Chile, 2014).

La ***Eficiencia Óptica*** del colector solar **(η0)** corresponde a la máxima eficiencia y rendimiento del colector solar; es un valor que se relaciona a la transparencia de la placa de vidrio y del grado de absorción de la capa selectiva (Green Heiss, s.f). Asimismo, cabe destacar que dicha variable da cuenta que la temperatura media del colector es igual a la temperatura de ambiente (Quinteros, 2012).

Sumado a lo anterior, este valor se expresa en porcentaje [%] y se consigue de la información técnica presente en el registro utilizado por la SEC de colectores solares térmicos que pueden obtener al beneficio tributario, para la determinada marca y modelo (Universidad de Chile, 2014).

En relación a las ***Pérdidas por sombras*** **(PS),** este corresponde al valor expresado en porcentaje [%] de la radiación solar global que no logra incurrir sobre la superficie del colector solar debido a escollos existentes, respecto del total de radiación que incidiría de no existir sombra. Se presenta en porcentaje [%] y su valor se debe calcular por medio del registro administrado por la SEC de colectores solares térmicos, considerando la marca y modelo (Universidad de Chile, 2014):

PS= 0% si,

1.- Para cada fila de colectores se debe comprobar si se cumple la condición: **d > k * h**

d: distancia entre las filas de colectores, expresada en [m].
h: diferencia de altura entre la parte alta de la fila anterior y la parte baja de la fila posterior expresada en [m].

k: coeficiente adimensional que se logra en la siguiente tabla respecto a la latitud media:

Tabla 13 Pérdidas por sombra

Latitud Media (S)	k	Latitud Media (S)	k
18	0,86	37	1,73
19	0,89	38	1,80
20	0,92	39	1,88
21	0,96	40	1,96
22	0,99	41	2,05
23	1,03	42	2,15
24	1,06	43	2,26
25	1,10	44	2,37
26	1,14	45	2,50
27	1,18	46	2,64
28	1,22	47	2,79
29	1,27	48	2,96
30	1,32	49	3,14
31	1,37	50	3,35
32	1,42	51	3,59
33	1,47	52	3,86
34	1,53	53	4,18
35	1,59	54	4,54
36	1,66	55	4,97

Fuente: Universidad de Chile, 2014.

2.- Si existen obstáculos frontales- que poseen una altura superior a las de los CST instalados- se verifica si se cumple la misma condición mencionada anteriormente: **d > k * h**.

d: distancia entre la parte baja de un colector, o de la fila de colectores, y el obstáculo frontal, expresada en [m].

h: diferencia de altura entre la parte alta del obstáculo frontal y la parte baja del colector, o de la fila de colectores, expresada en [m].

k: coeficiente adimensional que se obtiene de la tabla indicada en el punto anterior (Universidad de Chile, 2014).

3.- Si se visualizan obstáculos laterales con una altura superior a las de los colectores, se verifica la siguiente condición: **d > 0,5*h**.

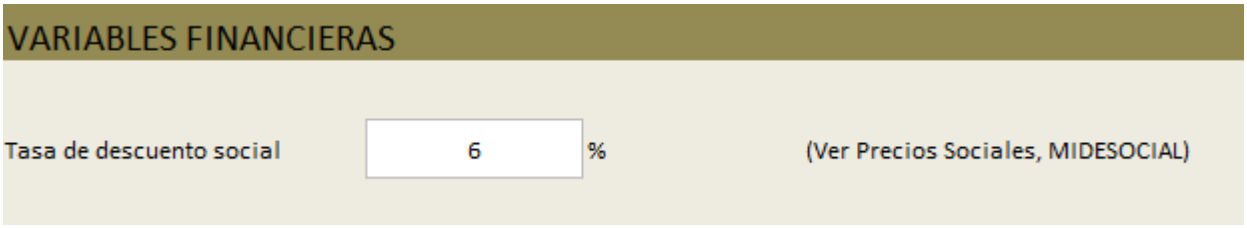
d: distancia entre la parte baja de un colector, o de la fila de colectores, y el obstáculo lateral [m].

h: diferencia de altura entre la parte alta del obstáculo frontal y la parte baja del colector, o de la fila de colectores [m] (Universidad de Chile, 2014).

Planilla 3. Análisis financiero SST.

1. Variables Financieras.

Ilustración 26 Tasa de descuento social



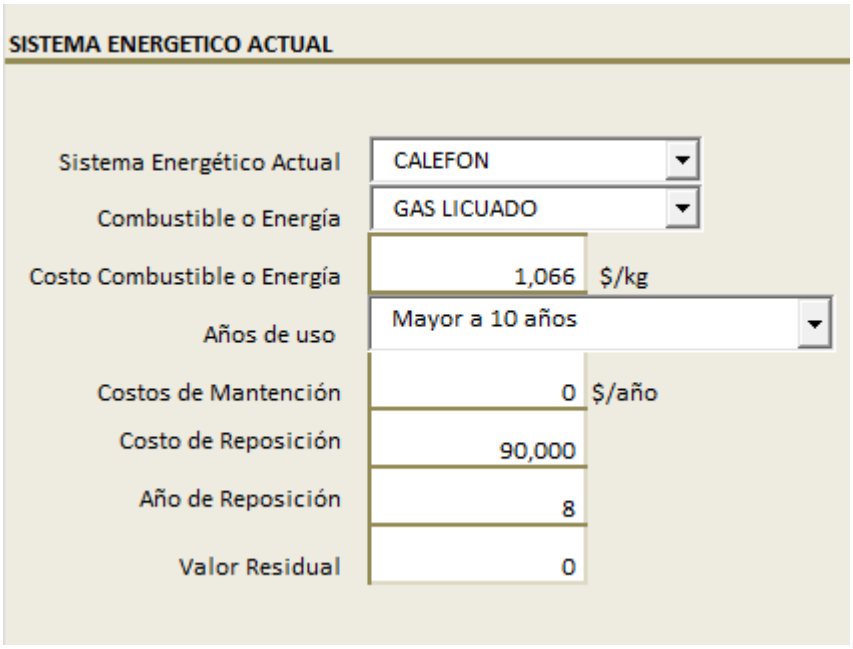
Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

La ***tasa social de descuento*** evidencia el costo de oportunidad en que incide un país cuando emplea recursos para financiar proyectos. Estos recursos proceden de: menor consumo (mayor ahorro), menor inversión privada y del sector externo (préstamos internacionales). La Tasa Social de Descuento vigente corresponde a 6% real anual (Ministerio de Desarrollo Social, 2017).

2. Variables Técnicas.

2.1. Sistema Energético actual.

Ilustración 27 Sistema energético actual



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

En este ítem se debe completar el ***actual sistema energético*** que se utiliza en la institución educacional determinada, el cual puede estar asociado a: calefón, bomba de calor, caldera biomasa, caldera de condensación, caldera diesel, caldera gas, caldera leña o resistencia eléctrica.

Posteriormente, en el segundo recuadro, se determina si el ***combustible o energía*** corresponde a gas licuado o gas natural.

Consiguientemente, en el ***costo del combustible o energía***, se determina el valor en pesos/kilogramos ya sea del gas licuado o gas natural. Por lo anterior, el precio del gas licuado bordea aproximadamente los $1.900. En tanto, el gas natural presenta un valor aproximado de $1.100 por metro cúbico. [6]

Respecto ***al año de uso***, éste hace referencia a la cantidad de tiempo (en años) de uso del sistema actual correspondiente. En relación al costo de mantención, este está asociado al monto en pesos respecto a la mantención del sistema energético actual; por ende, considerando el costo de mantención de un calefón bordearía los $30.000.- aproximadamente, considerando los precios evidenciados en el mercado.

En relación al ***costo de reposición***, este está vinculado al costo de comprar un nuevo sistema energético; de modo que, por ejemplo, el calefón bordearía $100.000.- aproximadamente, en vista los valores visualizados en el mercado. En tanto, respecto al año de reposición, éste sería el año en el cual se considera pertinente cambiar el sistema de calefacción en relación a su vida útil, de modo que, en el caso del calefón, este correspondería al año 10 (SEC, 2018). [7]

El ***Valor residual*** es el valor correspondiente a la liquidez de la inversión al término de la vida útil del proyecto. Por ende, está delimitada por su valor de reventa (Contreras, 2006). Considerando lo mencionado previamente y lo visualizado en la planilla Excel, el valor residual corresponde a:

$$V_{rt} = V_i * \left(\frac{U - t}{U}\right)$$

Donde,

V_{rt} = Valor Residual en t años (en pesos)

V_i = Valor Inicial (en pesos)

t = Años de reposición

[6] Datos obtenidos por el valor del gas licuado y gas natural evidenciados en el mercado, con fecha correspondiente al mes de mayo de 2019.

U = Vida útil según el SII (años)[8]

En el caso de los sistemas auxiliares mencionados- calefón, caldera biomasa, caldera de condensación, entre otros- los años útiles corresponde a la sección de la página del SII “Activos genéricos”, maquinarias y equipos en general, correspondientes a 15 años.

3. Alternativa 1: Sistema de Solar Térmico + Sistema de Soporte Auxiliar (SST + SAA1)

Ilustración 28 Alternativa 1 SST+SAA1

ALTERNATIVA 1: SISTEMA SOLAR TERMICO + SISTEMA DE APORTE AUXILIAR (SST+SAA 1)

Inversión SST + SAA 1	15,292,035	$	(El precio debe corresponder a las unidades expresadas en este ítem)
Costos de Mantención	150,000	$ /año	(El precio debe corresponder a las unidades expresadas en este ítem)
Valor Residual	0	$	

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015.

El primer recuadro, ***Inversión SST + SSA1***, hace referencia a la suma de las inversiones- en pesos -de bienes muebles o equipamientos que se utilizarán para la instalación de los sistemas solares térmicos y el sistema de soporte auxiliar determinado. Asimismo, en dicho ítem se determina la inversión en mano de obra que se utilizará para la instalación de los sistemas respectivos. A continuación, se lleva a cabo un desglose de la inversión referida anteriormente, sin embargo, considerando que la presente metodología consiste en una evaluación social de proyectos, se debe tomar en cuenta los precios disponibles en el Ministerio de Desarrollo Social[9]. En este caso, sólo se hace la conversión de precios sociales a la mano de obra.

PS=FCMO*SB

PS: Precio Social de la Mano de Obra FCMO
FCMO: Factor de corrección (0,98)
SB: Salario bruto o costo para el empleador de la mano de obra (costo privado)

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, 2018.

Los $15, 292,035 de ejemplo, se visualizan y desglosan de la siguiente manera:

[8] Véase los valores asociados a la vida útil de bienes físicos, disponibles en la página web del Sistema de Impuesto Interno.
[9] Véase los precios sociales en página web del Ministerio de Desarrollo Social.

=((1,845,900*2+261,250*10+750,000*2+890,000*3+530000/3*2*2+350000)+(150,000+30,000))*1.1 [10]

- Sistema Solar Térmico:

$1, 845,900: Boiler vertical, un serpentín 1000 Lts. Vitrificado * cantidad

$261, 250: Colector solar térmico selectivo * cantidad

$750,000: Sistema de bombeo y comando * cantidad

$890,000: Materiales de instalación * cantidad

$530,000: Mano de obra

$350,000: Memoria de cálculo estructural

- Sistema de Aporte Auxiliar:

$150,000: Valor con termostato y resistencia eléctrica

$30,000: Valor válvula de mezcla.

1.1: Este valor corresponde al 10% adicional de ajuste para costear posibles arreglos adicionales de los productos del proyecto- tales como recambio de cabezales de ducha, instalación de agua caliente o cambiar cañerías, entre otros. [11]

En el segundo ítem, correspondiente al ***costo de mantención*** del equipamiento, va a depender de la magnitud del proyecto en cuestión; estipulándose un valor aproximado de $300,000 al año. [12]

---

[10] Estos valores son obtenidos por informante clave del Ministerio de Energía, los cuales fueron realizados por el estudio y cotización de empresa de ingeniería y servicios CAYSA.

[11] Estos valores son obtenidos por la colaboración del informante clave del Ministerio de Energía, los cuales fueron realizados por el estudio y cotización de empresa de ingeniería y servicios CAYSA. Asimismo, es posible indicar que este valor está asociado al ejemplo particular llevado a cabo en la presente investigación, y que para obtener otros valores, es necesario obtener precios del mercado y/o de proveedores particulares.

[12] Este valor es obtenido por la colaboración del informante clave del Ministerio de Energía, el cual está asociado al costo de mantención de los colectores solares - limpieza y revisión de ambos. Es dable indicar que valor varía dependiendo del sistema auxiliar utilizado y de la cantidad de colectores solares. Para llevar a cabo una estimación exacta para cada proyecto, se puede consultar a la empresa encargada "SERVA", disponible en página web: http://www.serva.cl/servicios/. Asimismo, para la

Respecto al ***Valor residual***, se considera la información otorgada anteriormente.

En el caso de la Alternativa 2 y 3 de los sistemas auxiliares, se siguen los mismos pasos e indicaciones expresados anteriormente.

4. Información relevante de los Sistemas de Soporte Auxiliar

Para determinar cuál es el Sistema de Soporte Auxiliar adecuado o pertinente para llevar a cabo la evaluación social de proyectos respecto a la instalación de colectores solares en instituciones públicas, es necesario tener información respecto a éstos. Por lo anterior, se va a definir cada uno de los sistemas auxiliares correspondientes, otorgando información relevante requerida por la metodología en cuestión.

4.1. Caldera biomasa

Es un sistema de calefacción del tipo eficiente, que se utiliza para el calentamiento de agua sanitaria. El funcionamiento de dicho sistema es en base de combustibles de desechos naturales e inclusive con basura del tipo orgánica (Inarquia, 2019).

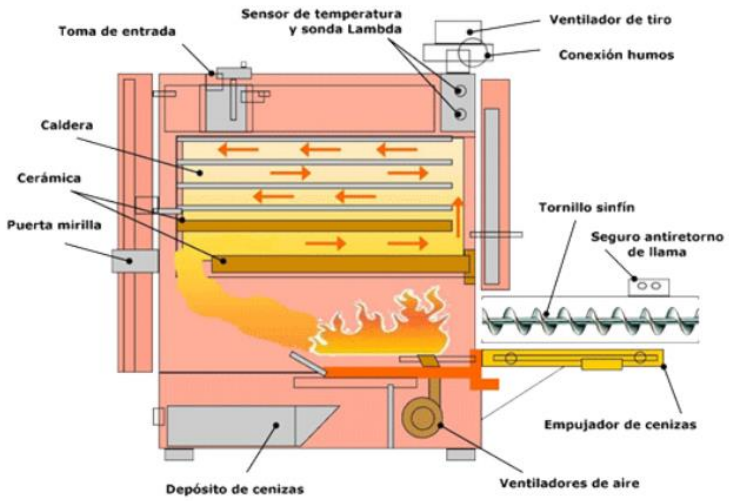
Dentro de las ventajas de dicho sistema, es que es una fuente de energía inagotable; genera escasos niveles de contaminación ambiental; y contribuye a la disminución en el uso de combustibles fósiles (Inarquia, 2019).

El sistema de caldera de biomasa utiliza como combustible pellets, leña, hojas, residuos agrícolas, reutilización de combustibles tratados como aceites vegetales, entre otros. Asimismo, dicho sistema se compone por una caldera, un silo de biomasa, un sistema de alimentación, una sección de extracción y almacenamiento de cenizas, y un acumulador inercial (Hildebrandt, 2015).

---

estimación de los sistemas auxiliares, es posible contactar con empresa "SODIMAC", disponible en página web: : http://www.sodimac.cl.

Ilustración 29 Caldera biomasa



Fuente: Hildebrandt, 2015.

Las calderas se encienden de forma automática al hallar una determinada temperatura. Por lo tanto, un quemador de combustible reduce en cenizas el material para desarrollar una llama que se expande de manera horizontal, la cual ingresa en la caldera. El calor generado en esta combustión, se traspasa a un circuito de agua que puede ser utilizado para calefacción, duchas y climatización de piscinas. Asimismo, hay que tener en consideración que, para acumular el biocombustible, las calderas deben poseer un contenedor de gran tamaño el cual se halla a un costado (Hildebrandt, 2015).

Respecto a los costos- aproximados -que involucran a dicho sistema se desglosan de la siguiente manera:

- Instalación: $900.000.-.
- Caldera Biomasa: $1.500.000.-.
- Combustible (18 kilos de Pellets): $3.490.-. [13]

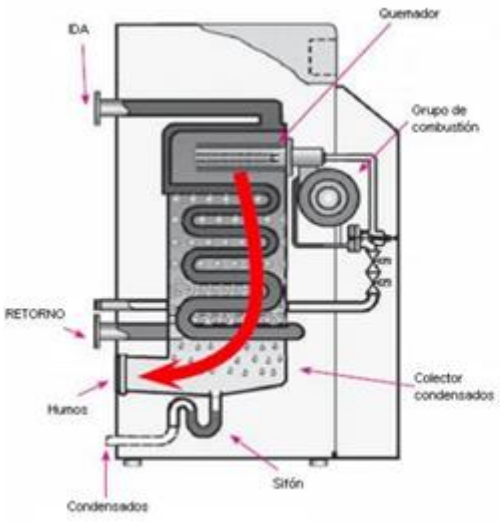
[13] Dichos valores son un promedio de los precios presentes en el mercado del sistema de caldera biomasa.

4.2. Caldera de condensación

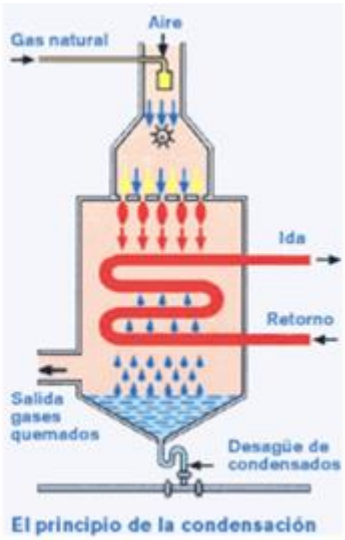
Una caldera de condensación es un equipo que genera agua caliente a baja temperatura 40-60°C, presentando un alto rendimiento y por lo tanto, conlleva descendidas emisiones de CO2 (Bárcena, 2015).

La caldera es un sistema en el cual el calor generado en la combustión se transmite al agua de la instalación. Existen tres partes diferenciadas entre sí en el traspaso de calor en una caldera. La primera, hace referencia a que la transmisión de calor se lleva a cabo por la radiación de la llama, debido a que se encuentra a muy alta temperatura; una segunda parte corresponde al mecanismo de conducción-convección; y una tercera, hace uso del calor de condensación del vapor de agua de los humos de combustión, transmitiéndose igualmente por conducción-convección (Fenercom, 2009).

Ilustración 30 Caldera de condensación



Fuente: Fenarcom, 2009.



Fuente: Junkers, s.f.

Respecto a los costos- aproximados -que involucran a dicho sistema se desglosan de la siguiente manera:

- Instalación: $900.000.-.
- Caldera de Condensación: $800.000.-.
- Combustible (gas natural por metro cúbico): $2.242.-. [14]

[14] Dichos valores son un promedio de los precios considerando las ofertas del mercado del sistema de caldera biomasa.

4.3. Resistencias eléctricas

Las resistencias eléctricas de inmersión funcionan teniendo en vista el contacto directo con el fluido, el cual es calentado por dicho sistema: agua, aceite, materiales viscosos, disoluciones ácidas o básicas, etc. Considerando que todo el calor se lleva a cabo dentro del líquido, se obtiene un rendimiento energético máximo. Las resistencias de inmersión evidencian diversas alternativas de acoplamiento al depósito o tanque donde se establecen (Electricfor, s.f).

Ilustración 31 Resistencia eléctrica

Fuente: Electrifor, s.f.

Los costos aproximados que involucran a dicho sistema se desglosan de la siguiente manera:

- Instalación: $30.000.-.
- Resistencia eléctrica: $150.000.-.[15]

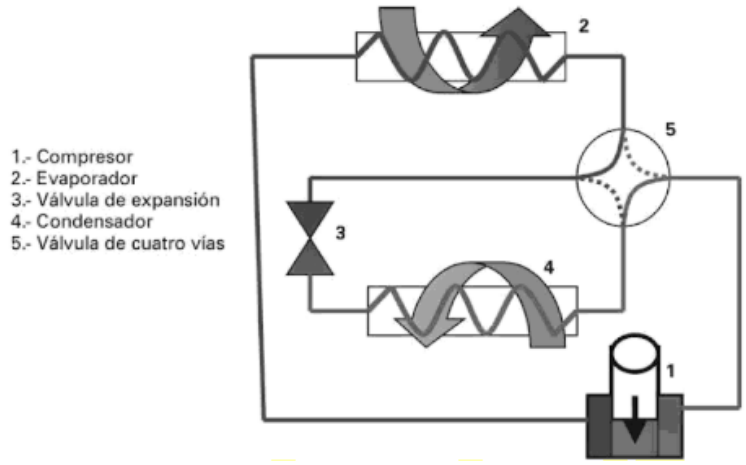
4.4. Bomba de calor

Una bomba de calor consiste en una máquina del tipo termodinámica, conformada por un circuito frigorífico clásico, basado en un compresor, condensador, sistema de expansión y un evaporador; sistema que utiliza la energía calorífica otorgada por el condensador- aire caliente o agua que sale de dicho condensador-. La bomba de calor es un circuito que funciona de la misma manera que un refrigerador doméstico; de

[15] Dichos valores son un promedio de los valores presentes en el mercado del sistema de resistencia eléctrica.

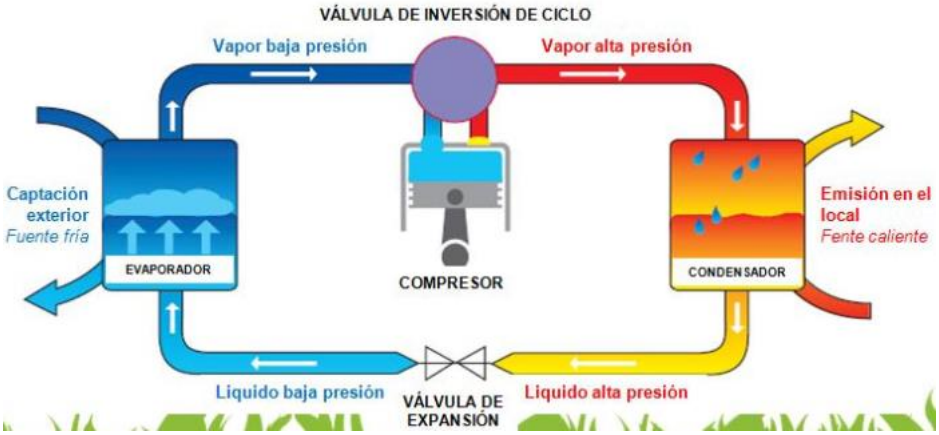
modo que en los intercambios participan los calores emanados de la evaporación y de la condensación del fluido frigorígeno utilizado (Rey & Velasco, 2005).

Ilustración 32 Bomba de calor



Fuente: Rey & Velasco, 2005.

Ilustración 33 Bomba de calor



Fuente: Tecnoverde, 2005.

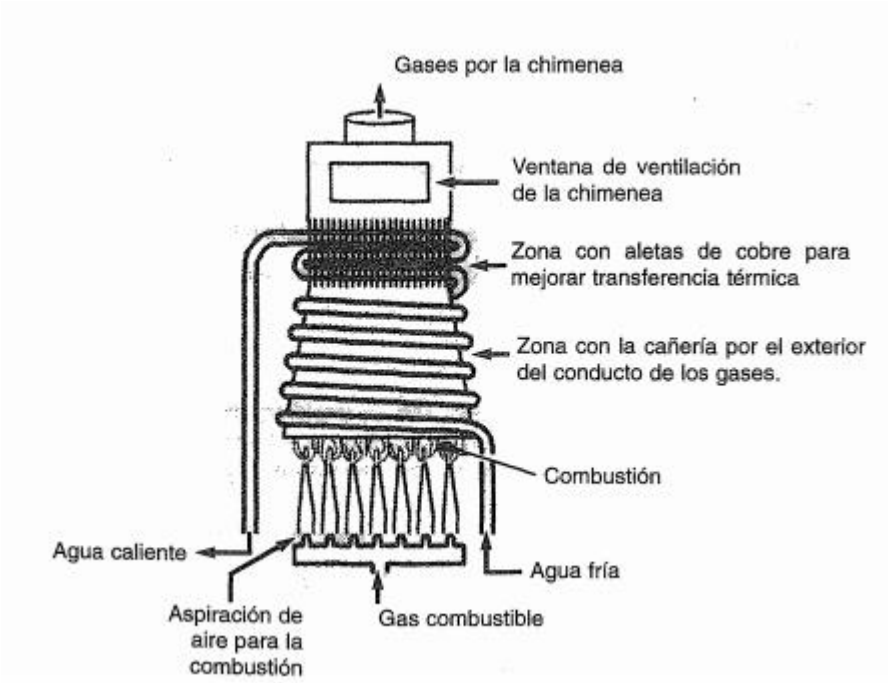
- Instalación: $500.000.-.
- Bomba de calor: $1.500.000.-.[16]

[16] Dichos valores son un promedio de los precios presentes en el mercado del sistema de bomba de calor.

4.5. Calefón

El calefón de gas común se basa en un sistema de intercambiador de calor, en el cual, una cañería de cobre evidencia diversos recovecos y aletas a fin de que el agua que tenga que circular por su interior, perciba la máxima cantidad posible de calor de una llama de gas. Esta llama de gas se enciende de manera automática cuando el agua comienza su circulación, y se apaga cuando ésta deja de hacerlo (Iparraguirre, 1998).

Ilustración 34 Calefón



Fuente: Iparraguirre, 1998.

- Instalación: $35.000.-.
- Calefón: $100.000.-.
- Combustible (gas licuado por kilo): $1.900.-. [17]

[17] Dichos valores son un promedio de los precios evidenciados en el mercado del sistema de calefón.

VIII. CONCLUSIONES

En la presente sección, se llevarán a cabo las conclusiones del proyecto de investigación desarrollado; sumado a que se profundizará acerca del aporte de ésta en cuanto a las políticas públicas del país.

El presente estudio desarrollado, tuvo por objetivo general, "*Analizar las fortalezas y debilidades de la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos, desarrolladas por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (División de evaluación social de inversiones) y el Ministerio de Energía (División de acceso y equidad energética); a partir de un estudio de validación respecto a su uso, aplicación y determinación de los flujos de beneficios y costos sociales en dos establecimientos educacionales".*

Considerando lo anterior, y para poder determinar las fortalezas y debilidades de la metodología, se llevó a cabo el siguiente proceso de análisis, teniendo presente los objetivos específicos expuestos:

- **Estudio de uso y aplicabilidad:**

- Contribución solar SST

En primer lugar, se realizó un estudio del uso y de aplicabilidad de ésta, por medio del análisis de la metodología- tanto en el archivo Excel como en el archivo PDF. En vista de lo anterior, la investigación llevada a cabo determinó, en primer lugar, las debilidades que evidencia la metodología, las cuales están asociadas a que, en la Hoja Nº 2 de la planilla Excel "Cálculo de contribución solar SST", se visualizó que el concepto de Contribución Solar no está desarrollado en el documento en formato PDF que otorga lineamientos para realizar una evaluación social de proyectos, de modo que, sólo se expone como una variable de salida; no profundizando acerca de dicho concepto, desarrollándose diversas interrogantes asociadas:¿Qué es? ¿Para qué sirve? ¿Qué pasa si es negativo? ¿Se continúa con la complementación de la planilla si el valor es negativo?

Por lo anterior, en la presente tesis, se profundizó el concepto de Contribución solar, dando respuesta a las preguntas mencionadas previamente; considerando, además, que éste es de real importancia para saber si la implementación de colectores solares en una institución determinada, logra contribuir con el mínimo de energía solar que es requerido por la ley Nº 20365 de Franquicias Tributarias a los colectores solares, en las determinadas zonas y lugares en donde se emplaza cada institución.

De modo que, la contribución solar del sistema solar térmica otorga un valor que determina si se prosigue con el desarrollo e ingreso de variables de la evaluación social de proyectos; en tanto, entrega una información que es determinante para el proceso de análisis posterior de la metodología en cuestión.

- Volumen de almacenamiento y superficie de campo de colectores solares

Tal como se evidenció anteriormente, en la segunda hoja de la planilla Excel, tampoco se explica y se profundiza acerca de los conceptos de volumen de almacenamiento y superficie de campo de colectores solares; por lo que, en la presente investigación, se logró desarrollar dichos conceptos y responder a las preguntas ¿Qué son? ¿Para qué sirven? ¿Existe alguna relación entre ambos conceptos? ¿Cómo se pueden determinar?

Cabe destacar que, a fin de realizar un aporte real respecto al volumen de almacenamiento y superficie de colectores solares, considerando que éstos denotan una gran relevancia para desarrollar cálculos vinculados a los costos de la evaluación social de proyectos; sumado a la determinación de la Contribución Solar del sistema solar térmico, se llevó a cabo una regresión lineal entre la variable dependiente (Y) "Número de colectores" y variable independiente (X), "demanda diaria de ACS a considerar" y así, facilitar el llenado de la planilla. Por lo tanto, se determinó la ecuación **Y= 0,448 + 0,005x.** Para obtener el volumen de almacenamiento en litros de agua caliente, se multiplica la capacidad de un recipiente (200 litros aproximadamente) por la cantidad de colectores solares.

- Valor actual de costos VAC

Respecto a dicho concepto, tampoco se visualizó un desarrollo en la documentación de la metodología mencionada, observándose sólo como antecedente expuesto en la planilla Excel, al momento de llevar a cabo los resultados y el análisis financiero. Por lo tanto, en el presente estudio se definió el concepto y se desarrolló la importancia de éste en un análisis de evaluación social de proyectos.

- **Análisis de la metodología en los lineamientos de Contreras y Fontaine:**

En este sentido, se llevó a cabo un análisis respecto a las aristas más relevantes en relación a la evaluación social de proyectos evidenciados por ambos autores, respecto a la metodología de evaluación social de instalación de colectores sociales de agua caliente sanitaria. Teniendo presente lo anterior, se tomó en consideración aspectos positivos de la metodología relacionados a los beneficios y beneficiaros del proyecto, otorgando una contextualización respecto a la caracterización de los usuarios, sumado a cómo contribuye positivamente la implementación del proyecto.

Asimismo, la metodología denota aspectos relevantes que son propios de la evaluación social de proyectos, vinculados a que en el análisis, no se consideran los impuestos en el análisis económico, debido a que éstos son visualizados como una transferencia; sumado a que se expone acerca de la importancia de la conversión de los valores monetarios a precios sociales; aunado a que se valoran los beneficios y costos, existiendo un flujo de caja social, el cual conlleva al resultado del VAN social, valor que determinará si el proyecto contribuye al bienestar social del país.

Sumado a lo anterior, en la presente investigación se llevó a cabo un análisis en relación a los beneficios que presentan dificultades para generar una medición cuantitativa o precisa, evidenciándose aspectos de carácter subjetivo o cualitativo.

Aunado a ello, se consideró la importancia de las externalidades tanto positivas como negativas que conlleva un proyecto, las cuales se contemplan de manera somera en el análisis de la metodología analizada; siendo una arista relevante que toma en cuenta a la implicancia del proyecto respecto a los agentes que no son beneficiarios directamente del funcionamiento de éste.

A su vez, se visualizó como relevante plasmar que la presente metodología puede conllevar un incentivo a la inversión tanto pública como privada para la instalación de colectores solares, lo cual se ha visto plasmado en el desarrollo de programas que facilitan el uso de energías renovables en empresas del ámbito inmobiliario. Asimismo, es dable indicar que la metodología abarcó antecedentes relevantes en cuanto a generar un diagnóstico y descripción del problema, lo cual permite contextualizar la situación actual en la que se encuentra la institución determinada en donde se llevará a cabo la evaluación.

Considerando lo expresado por los autores, existen factores que interfieren en la implementación del proyecto, como aspectos de burocratización, falta de recursos, etc; siendo necesario poder visualizar dichas dificultades a fin de llevar a cabo estrategias para superarlas.

Por otra parte, se desarrolló un apartado en el presente análisis, en el cual se profundizó acerca de las debilidades que evidenciaba la metodología en cuanto al diseño de ésta, vinculándose a la gran de cantidad de valores expuestos en la planilla Excel, lo cual, podría dificultar el llenado de ésta, presentándose confusión en dicho proceso. Sumado a aquello, fue posible pesquisar dificultades respecto al acceso de la metodología en la página web del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, toda vez que, en la actualidad, se visualiza únicamente la disponibilidad del documento PDF, no observándose la planilla Excel correspondiente al ingreso de datos cuantitativos para llevar a cabo el flujo de caja.

- **Guía para completar de la planilla Excel:**

En el presente estudio, se realizó una guía a fin de contribuir en la aplicación de la metodología y así, facilitar el uso por parte de los usuarios que desean analizar si es factible desde el ámbito social, la implementación del presente proyecto. De modo que, la guía mencionada, consistió en la explicación y desarrollo de cada punto consistente en la planilla Excel con las respectivas hojas de llenado de ésta, apoyado por imágenes correspondientes a cada parte de la planilla; sumado a imágenes consistentes a los sistemas auxiliares con sus respectivas descripciones.

A modo de conclusión, es posible indicar que, en la actualidad, es de real importancia tener en consideración acerca de los cambios a nivel climático y medios ambientales, a

fin de mejorar el bienestar de las personas y sus entornos naturales. Por lo que, lo anterior, se ha visto plasmado en la realización de programas, metodologías y creación de políticas públicas para poder contrarrestar el daño que se ha generado en el medio ambiente, debido al uso de energías dañinas que han afectado negativamente el desarrollo del ecosistema y de los seres humanos.

Considerando lo anterior, la presente investigación plasmó un análisis respecto a la metodología de formulación y evaluación de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria ACS; teniendo a la vista las necesidades de la SEREMI del Ministerio de Desarrollo Social y Familia en cuanto al uso y aplicabilidad de dicho instrumento, debido a la nula recepción de proyectos por parte de las municipalidades, para aplicar la metodología en cuestión y así, evidenciar un interés para llevar a cabo un futuro proyecto de instalación de colectores solares en entidades públicas.

Por lo tanto, el estudio en comento tuvo como finalidad generar un aporte en dicho ámbito, a fin de poder pesquisar y evaluar las fortalezas y dificultades presentes en la metodología analizada, proponiendo posibles soluciones para que ésta evidencie una mayor accesibilidad en cuanto a su aplicabilidad; sumado a que su uso se haga efectivo y pueda masificarse, contribuyendo en el desarrollo de un país más sustentable y ecológico.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Alberto, B. (2015). Proyecto de instalación de sistema ACS. Universidad de Cantabria. España. Recuperado de: https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7377/ABR.PDF?sequence=1

Antusol. (s.f). Instalación de sistema fotovoltaico. Recuperado de: https://antusol.webcindario.com/instalacion.html

Buker, M. Riffat, S. (2015). Building integrated solar thermal collectors. Renewable and sustainable energy reviews. Volumen 51. Recuperado de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115005791

Calefacción solar. (s.f) ¿Qué inclinación debe tener un panel solar? Recuperado de: http://calefaccion-solar.com/que-inclinacion-debe-tener-un-panel-solar.html

Candia, J. Perrotti, D. Aldunate, E. (2015). Evaluación social de proyectos. Un resumen de las principales metodologías oficiales utilizadas en América Latina y el Caribe. Cepal. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37954/S1500291_es.PDF;jsessionid=D9F1A28EDB56D3BAC230B47BC372DCF6?sequence=1

Caysa. (2017). Dimensionamiento sistema solar térmico STT. SST para aporte de agua caliente sanitaria. Colegio Pablo Neruda.

Caysa. (2017). Dimensionamiento sistema solar térmico STT. SST para aporte de agua caliente sanitaria. Colegio Marco Goycolea.

CEPAL. (s.f). Enfoques de evaluación. VAC Recuperado de: https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/2/33602/TercerModulo.PDF

CNE (2010). Ministro Raineri forma comité de seguridad energética. Comisión Nacional de Energía. Recuperado de: http://www.cne.cl/ noticias/otros/301-ministro-raineri-forma-comite-de-seguridadenergetica.

Colangelo, G. (2016). Innovation in flat solar termal collectors: A review of the last ten years experimental results. Renewable and sustainable energy reviews. Volumen 57. Recuperado de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115015257

Comisión Nacional de Energía. (s.f). Precios de cilindro de gas licuado de petróleo. Recuperado de: http://www.gasenlinea.gob.cl/index.php/web/buscador?rere_id=0

Contreras, E. (2004). Evaluación social de inversiones públicas: enfoques alternativos y su aplicabilidad para Latinoamérica. Cepal. Santiago, Chile. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5603/S0410804.PDF?sequence=1

Contreras, E. (2006). Evaluación de proyectos. VAC. Recuperado de: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2010/3/IN3301/1/material_docente/bajar?id_material=336150

Dopico, I (2003). Metaevaluación: ¿Por qué y para qué?. Universidad de la Habana de Cuba. Recuperado de: http://www.sld.cu/galerias/PDF/sitios/prevemi/metaevaluacion.PDF

Electrifor. (s.f). Resistencias para inmersión. Recuperado de: https://www.electricfor.es/es/333142/Resistencias-para-inmersion.htm

Fenercom. (2009). Guía básica de calderas de condensación. Recuperado de: https://www.fenercom.com/PDF/publicaciones/Guia-Basica-Calderas-Condensacion-2009-fenercom.PDF

Fontaine, E. (2008). Evaluación social de proyectos. Pearson. Recuperado de: http://www.economicas.unsa.edu.ar/iie/Archivos/Fontaine.PDF

Green Heiss. (s.f). Cómo interpretar la curva de rendimiento de un panel solar. Recuperado de: https://www.greenheiss.com/rendimiento-panel-solar/

Henríquez, A. (2017). Pobreza energética: una propuesta exploratoria en Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Recuperado de: http://repositorio.Universidad de Chile.cl/bitstream/handle/2250/150525/Pobreza%20energ%C3%A9tica-Una-exploratoria-para-Chile.PDF?sequence=1&isAllowed=y

Hildebrandt. (s.f). Cómo funcionan las calderas de biomasa. Recuperado de: http://www.hildebrandt.cl/como-funciona-una-caldera-de-biomasa/

Iglesias, J. Morales, J. (2013). Dimensionado de un sistema térmico solar mediante simulación y su validación energética. Ingeniería Energética. Recuperado de: http://www.redalyc.org/PDF/3291/329127756006.PDF

Inarquia. (s.f). Ventajes e inconvenientes de las calderas de biomasa. Recuperado de: https://inarquia.es/ventajas-e-inconcenientes-de-las-calderas-de-biomasa

Iparraguirre, L. (1998). Física de los artefactos domésticos: El calefón. Temas de Física. Revista de enseñanza de la física. Vol 11, Núm.2. Recuperado de: https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/16222/16063

IPCC (2007). Climate change 2007: Synthesis report. Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/PDF/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.PDF

Junkers. (s.f). Tecnología Junkers en Condensación. Recuperado de: https://www.junkers.es/usuario_final/productos/explicacion_teconologias/condensing/condensacion

Kalogirou, S. et al. (2016). Exergy analysis of solar termal collectors and processes. Progress in energy and combustion science. Volumen 56. Recuperado de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360128515300332

Khaligh, A. Onar, O. (2010). Energy harvesting: solar, wind, and ocean energy conversion systems. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Ley 20365. Establece Franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos. Recuperado de: https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1005169

Ministerio de Desarrollo Social. (2018). Precios Sociales. Recuperado de: http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/precios-sociales-vigentes-2017/?wpdmdl=2392

Ministerio de Desarrollo Social. (s.f). Descripción del sistema nacional de inversiones. Recuperado de: http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/quienes-somos/descripcion-del-sni/

Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (s.f). Nuestra misión. Recuperado de: http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/

Ministerio de Energía. (2015). Energía 2050. Política Energética de Chile. Recuperado de: http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.PDF

Ministerio de Energía. (2018). Fondo de Acceso a la Energía 2018. Liderando la modernización con sello ciudadano. Recuperado de: http://atencionciudadana.minenergia.cl/tramites/informacion/37/

Ministerio de Energía. (2018). Ruta Energética 2018-2022. Liderando la modernización con sello ciudadano. Recuperado de: http://www.energia.gob.cl/rutaenergetica2018-2022.PDF

Ministerio de Energía. (2018). Sobre el ministerio. Recuperado de: http://www.energia.gob.cl/sobre-el-ministerio/ministerio

Ministerio de Energía. Ministerio de Desarrollo Social. (2015). Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos.

MINVU. (2014). Manual de sistemas solares térmicos. Recuperado de: http://www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb_cod_nodo=20070212164420&hdd_nom_archivo=Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014.PDF.

OMS. (2010). Normas sobre agua, saneamiento e higiene para escuelas en contextos de escasos recursos. Organización mundial de la salud. Recuperado de:

http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44349/9789243547794_spa.PDF;jsessionid=667D279738CB371ACD1FFF7CDA40B666?sequence=1

Pastén, C. (2012). Chile, energía y desarrollo. Obras y Proyectos 11, 28-39. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/PDF/oyp/n11/art03.PDF

Pinto, G. (2010). Políticas públicas en material de energía removable no convencionales, experiencia chilena. Universidad del Desarrollo. Recuperado de: https://gobierno.udd.cl/ciencia-politica publica/files/2010/08/POL%C3%8DTICAS-P%C3%9ABLICAS-EN-MATERIA-DE-ENERG%C3%8DAS RENOVABLES-NO-CONVENCIONALES-LA-EXPERIENCIA-CHILENA.PDF

Quinteros, D. (2012). Estudio de la eficiencia del sistema solar térmico en el barrio san valentín, comuna de lo prado. Universidad de Santiago de Chile. Recuperado de: https://fisica.usach.cl/sites/fisica/files/tesis_denisse_quinteros_massardo.PDF

Rey, F. Velasco, E. (2005). Bombas de calor y energías renovables en edificios. Ediciones Paraninfo. Madrid. España. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=HqIwQqzDKsIC&oi=fnd&pg=PP1&dq=bombas+de+calor&ots=bbTQlIFscU&sig=diLAJPm4EhC7NaAAxUgS-1kZWpE#v=onepage&q=bombas%20de%20calor&f=false

Rivera, C. (2017). Estudio técnico económico para el uso de generación eléctrica fotovoltaica en el sistema de climatización del hospital militar de Santiago. Universidad Técnica Federico Santa María. Recuperado de: https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/24684/3560902048988UTFSM.PDF?sequence=1&isAllowed=y

SEC. (2010). Aprueba reglamento de la Ley Nº20.365, que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos. Diario oficial. Recuperado de: http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/PRODUCTOS/COLECTORES_SOLARES/REGLAMENTO_PUBLICADO_26_05_10.PDF

SEC. (2018). SEC inicia fiscalización de obligatoriedad de Etiqueta de Eficiencia para venta de calefones. Recuperado de: http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,6900976&_dad=portal&_schema=PORTAL
Subsidios Chile. (2018). Beneficencias, fondos y programas en Chile. Recuperado de: http://subsidioschile.com/tag/subsidio-paneles-solares/

Superintendencia de electricidad y combustibles. (S.F). Comienza a regir el beneficio para constructoras que instalen colectores solares en sus obras. Colectores solares. Recuperado de: http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3967526&_dad=portal&_schema=PORTAL

Tecnoverde. (s.f). Qué es y cómo funciona una bomba de calor. Recuperado de: https://tecnoverde.cl/que-es-y-como-funciona-una-bomba-de-calor/

Universidad de chile. (2014). Norma técnica Ley N°20365. Capítulo I: de la construcción solar mínima. Recuperado de: http://eventos.cmm.Universidad de Chile.cl/metrosolar2014/wp-content/uploads/sites/11/2014/01/Norma_Tecnica_Actualizada9.PDF

Universidad de Chile. (2014). Norma Técnica que determina algoritmo para la verificación de la contribución solar mínima de los Sistemas Solares Térmicos acogidos a la franquicia tributaria de la Ley Nº 20.365. Recuperado de: http://eventos.cmm.Universidad de Chile.cl/metrosolar2014/wp-content/uploads/sites/11/2014/01/Norma_Tecnica_Actualizada9.PDF

X. ANEXOS

Ley Nº20.365, que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos.

LEY NÚM. 20.365

ESTABLECE FRANQUICIA TRIBUTARIA RESPECTO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

Teniendo presente que el H. Congreso Nacional ha dado su aprobación al siguiente

Proyecto de ley:

Artículo 1°.- Las empresas constructoras tendrán derecho a deducir, del monto de sus pagos provisionales obligatorios de la Ley sobre Impuesto a la Renta, un crédito equivalente a todo o parte del valor de los Sistemas Solares Térmicos y de su instalación que monten en bienes corporales inmuebles destinados a la habitación construidos por ellas, según las normas y bajo los límites y condiciones que se establecen en esta ley, así como de las normas complementarias que se establezcan en el reglamento que dictarán conjuntamente al efecto los Ministerios de Hacienda y de Economía, Fomento y Reconstrucción, en adelante "el reglamento".

Artículo 2°.- Definiciones. Para efectos de esta ley, se entenderá por:

a) Sistema Solar Térmico para Agua Caliente de uso Sanitario o Sistema Solar Térmico: Sistema que integra un Colector Solar Térmico, un Depósito Acumulador y un conjunto de otros componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica, la que se transmite a un fluido de trabajo y, por último, almacenar dicha energía térmica, bien en el mismo fluido de trabajo o en otro, para ser utilizada en los puntos de consumo de agua caliente sanitaria. Dicho sistema podrá ser complementado con algún sistema convencional de calentamiento de agua, sin embargo, éste no se considerará parte del Sistema Solar Térmico. El reglamento indicará los componentes que integran el Sistema Solar Térmico.

b) Colector Solar Térmico: Dispositivo que forma parte de un Sistema Solar Térmico, diseñado para captar la radiación solar incidente, transformarla en energía térmica y transmitir la energía térmica producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.

c) Depósito Acumulador: Depósito que forma parte de un Sistema Solar Térmico, donde se acumula la energía térmica producida por los Colectores Solares Térmicos.

d) Vivienda: Los bienes corporales inmuebles destinados a la habitación y las dependencias directas, tales como estacionamientos y bodegas amparadas por un mismo permiso de edificación o un mismo proyecto de construcción, siempre que el inmueble destinado a la habitación propiamente tal constituya la obra principal.

Artículo 3°.- Sólo darán derecho al crédito establecido en esta ley los Sistemas Solares Térmicos que aporten al menos un 30 por ciento del promedio anual de demanda de agua caliente sanitaria estimada para la respectiva vivienda y cumplan con los demás requisitos y características técnicas que establezca el reglamento.

El reglamento señalará, entre otras materias, los porcentajes mínimos de demanda promedio anual de agua caliente sanitaria exigidos, de acuerdo a la radiación solar correspondiente a cada área geográfica que se determine.

Los componentes utilizados en los Sistemas Solares Térmicos deberán

corresponder a equipos o bienes nuevos que no hayan sido instalados previamente en otros inmuebles.

A efectos de acreditar tanto la instalación como los componentes de los sistemas solares térmicos, la empresa constructora deberá presentar al Municipio, al momento de la recepción municipal definitiva de la obra, los siguientes documentos, los que deberán expedirse por la empresa de acuerdo al formato y procedimiento que determine el reglamento:

a) Declaración jurada en la que conste la marca, modelo y número de serie del o los colectores y depósitos acumuladores que compongan el Sistema Solar Térmico, los que deberán constar en un registro que al efecto llevará la Superintendencia de Electricidad y Combustibles de conformidad con lo dispuesto en el artículo 9° de esta ley. Asimismo, en la declaración deberá constar la persona natural o jurídica que haya efectuado la instalación del Sistema Solar Térmico.
b) Declaración jurada donde conste que el Sistema Solar Térmico cumple con el porcentaje mínimo de demanda promedio anual de agua caliente sanitaria estimada para la respectiva vivienda establecido en el reglamento, adjuntando al efecto la respectiva memoria de cálculo.

Artículo 4°.- El crédito por cada Sistema Solar Térmico incorporado en la construcción de una vivienda se determinará en relación al valor de los componentes que integran el Sistema Solar Térmico y su instalación, según las siguientes reglas:

a) El valor de dichos sistemas y su instalación se acreditará con las facturas de compra o instalación, cuando sea obligatoria la emisión de tales documentos. En los demás casos, dichos valores podrán ser acreditados con los demás documentos que den cuenta de la adquisición, importación o instalación, según corresponda. Para efectos de los cálculos a que se refiere esta letra, el valor de los Sistemas Solares Térmicos y su instalación deberá ser convertido a unidades de fomento a la fecha de adquisición o instalación, respectivamente. Lo anterior es sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 64 del Código Tributario.
b) El monto potencial máximo del crédito por vivienda se determinará de acuerdo a la siguiente escala, considerando los valores de las viviendas respectivas que incluyen el valor del terreno y de la construcción:
i) Respecto de los inmuebles cuyo valor no exceda de 2.000 unidades de fomento, el beneficio potencial máximo será equivalente a la totalidad del valor del respectivo Sistema Solar Térmico y su instalación. En todo caso, el beneficio señalado no podrá exceder los valores indicados en las letras c) y d) siguientes.
ii) Respecto de los inmuebles cuyo valor sea superior a 2.000 unidades de fomento y no exceda de 3.000 unidades de fomento, el beneficio potencial máximo será equivalente al 40% del valor del respectivo Sistema Solar Térmico y su instalación. En todo caso, el beneficio no podrá exceder del 40% de los valores señalados en las letras c) y d) siguientes.
iii) Respecto de los inmuebles cuyo valor sea superior a 3.000 unidades de fomento y no exceda de 4.500 unidades de fomento, el beneficio potencial máximo será equivalente al 20% del valor del respectivo Sistema Solar Térmico y su instalación. En todo caso, el beneficio no podrá exceder del 20% de los valores señalados en las letras c) y d) siguientes. Las viviendas con un valor superior al indicado no darán derecho al beneficio.
c) En el caso en que el Sistema Solar Térmico sea utilizado sólo por una vivienda, el beneficio que establece esta ley por cada vivienda no podrá exceder, en el respectivo año, del equivalente a las unidades de fomento que se señalan en la siguiente tabla:

Año	Unidades de fomento por vivienda
2009	32,5
2010	32,0
2011	31,5
2012	31,0
2013	30,0

El crédito por vivienda se establecerá en los términos indicados en el literal b) anterior.

d) En el caso en que el Sistema Solar Térmico sea utilizado por más de una vivienda, para el cálculo del crédito se prorrateará el valor de dicho sistema y

su instalación en el número de unidades de vivienda en proporción a la demanda anual de agua caliente sanitaria de cada una de ellas, conforme al método de cálculo que establezca el reglamento, sin considerar las unidades de vivienda que no tengan acceso al uso del señalado sistema. El crédito por vivienda se establecerá en los términos establecidos en el literal b) anterior. Con todo, si la superficie instalada de Colectores Solares Térmicos utilizados por más de una vivienda es menor a 80 metros cuadrados, el beneficio que establece esta ley por cada vivienda no podrá exceder, en el respectivo año, del equivalente a las unidades de fomento que se señalan en la siguiente tabla:

Año	Unidades de fomento por vivienda
2009	29,5
2010	29,0
2011	28,0
2012	27,5
2013	26,5

Si la superficie instalada de Colectores Solares Térmicos utilizados por más de una vivienda es igual o mayor a 120 metros cuadrados, el beneficio que establece esta ley por cada vivienda no podrá exceder, en el respectivo año, del equivalente a las unidades de fomento que se señalan en la siguiente tabla:

Año	Unidades de fomento por vivienda
2009	26,0
2010	25,5
2011	24,5
2012	24,0
2013	23,5

Si la superficie instalada de Colectores Solares Térmicos utilizados por más de una vivienda es igual o mayor a 80 metros cuadrados pero inferior a 120 metros cuadrados, el beneficio que establece esta ley no podrá exceder del valor que se obtiene del cálculo de la siguiente operación aritmética:

$$B = (1-(S-80)/40)*(a-b)+b$$

Donde "B" es el máximo beneficio antes señalado por cada unidad de vivienda, el que se expresa en unidades de fomento por vivienda, "S" es la superficie instalada de Colectores Solares Térmicos, expresada en metros cuadrados, "a" corresponde a los valores señalados para cada año en la primera tabla contenida en esta letra, y "b" corresponde a los valores señalados para cada año en la segunda tabla.

El reglamento establecerá la forma de cálculo de la superficie instalada de Colectores Solares Térmicos.

e) Para que proceda el crédito a que se refiere la presente ley, el valor de construcción de los bienes corporales inmuebles destinados a la habitación deberá ser declarado por la empresa constructora en el respectivo contrato de construcción. Cuando no exista un contrato de construcción, el valor de construcción deberá ser declarado al Servicio de Impuestos Internos en la oportunidad y forma que éste establezca mediante resolución.

En el caso de la construcción de más de una vivienda unifamiliar o en el de unidades de viviendas acogidas al régimen de copropiedad inmobiliaria, para acceder al beneficio, el contrato o la declaración jurada respectiva, según corresponda, deberá indicar el valor de construcción unitario de las unidades de vivienda, incluyéndose en éste el valor de construcción de los bienes comunes, estacionamientos y bodegas, a prorrata de las superficies a construir respectivas.

En el caso de un contrato general de construcción destinado a completar la construcción de inmuebles para habitación que no cuenten con recepción municipal, también se aplicarán las normas precedentes, pero, para establecer el crédito, en el cálculo del crédito individual de las viviendas, deberá considerarse como valor de construcción la suma del valor individual de construcción del contrato más el valor de las obras preexistentes, el cual deberá ser declarado en el contrato.

f) El valor del terreno, para efectos de los cálculos establecidos en este artículo, será el valor de adquisición que acredite el contribuyente, reajustado de la forma prevista en el número 2° del artículo 41 de la Ley sobre Impuesto a la

Renta o el que se haya utilizado para los efectos de su avalúo fiscal correspondiente a la fecha de la recepción municipal final del inmueble, a falta de tal acreditación, el que será prorrateado por el número de viviendas en proporción a las superficies construidas respectivas, todo ello de la forma que establezca el reglamento. Para estos efectos, el valor de adquisición reajustado del terreno o el que se haya utilizado para efectos del avalúo fiscal correspondiente, deberán convertirse a su equivalente en unidades de fomento a la fecha de la recepción municipal final del inmueble.

Artículo 5°.- El beneficio determinado en el artículo anterior se imputará según las siguientes normas:

a) El derecho al crédito por cada vivienda, determinado según las normas precedentes, se devengará en el mes en que se obtenga la recepción municipal final de cada inmueble destinado a la habitación en cuya construcción se haya incorporado el respectivo Sistema Solar Térmico.

b) La suma de todos los créditos devengados en el mes se imputará a los pagos provisionales obligatorios del impuesto a la renta correspondientes a dicho mes. El remanente que resultare, por ser inferior el pago provisional obligatorio o por no existir la obligación de efectuarlo en dicho período, podrá imputarse a cualquier otro impuesto de retención o recargo que deba pagarse en la misma fecha, y el saldo que aún quedare podrá imputarse a los mismos impuestos en los meses siguientes, reajustado en la forma que prescribe el artículo 27 del decreto ley N° 825, de 1974. El saldo que quedare una vez efectuadas las deducciones por el mes de diciembre de cada año, o el último mes en el caso de término de giro, tendrá el carácter de pago provisional de aquellos a que se refiere el artículo 88 de la Ley sobre Impuesto a la Renta.

Artículo 6°.- La imputación indebida del crédito a que se refiere esta ley en virtud de una declaración falsa, se sancionará en la forma prevista en el inciso primero, del número 4°, del artículo 97 del Código Tributario. La misma sanción se aplicará a quien otorgue certificados u otros antecedentes falsos que determinen la imputación indebida del crédito a que se refiere esta ley. En la misma forma, se sancionará también la imputación indebida del crédito a que se refiere esta ley cuando para tales efectos se utilicen Sistemas Solares Térmicos o cualquiera de sus componentes que hayan servido con anterioridad al mismo u otro contribuyente para imputar dicho crédito. Igualmente, se sancionará en la forma a que se refiere este artículo a quien habiendo imputado el crédito a que se refiere la presente ley, facilite de cualquier modo los Sistemas Solares Térmicos o cualquiera de sus componentes que haya utilizado para esos efectos a un tercero que impute dicho crédito en virtud de tales Sistemas o componentes.

Lo dispuesto en el inciso precedente es sin perjuicio de la obligación del contribuyente de enterar los impuestos que hubiesen dejado de pagarse o de restituir las sumas devueltas por la imputación indebida del crédito, ello más los reajustes, intereses y multas respectivas, los que en estos casos podrán ser girados por el Servicio de Impuestos Internos de inmediato y sin trámite previo.

En los casos a que se refieren los incisos anteriores y cuando el contribuyente deba enterar los impuestos que hubiesen dejado de pagarse o restituir las sumas devueltas por la imputación indebida del crédito a que se refiere esta ley, para los efectos de su determinación, restitución y aplicación de sanciones, el crédito o los impuestos respectivos se considerarán como un impuesto sujeto a retención o recargo y les serán aplicables las disposiciones que al efecto rigen en el Código Tributario.

La reclamación que se deduzca en contra de la tasación, liquidación o giro que practique el Servicio de Impuestos Internos respecto del valor de los bienes corporales inmuebles, del valor o costo de los Sistemas Solares Térmicos y su instalación, del crédito o de los impuestos, reajustes, intereses y multas a que se refiere esta ley, según corresponda, se sujetará al procedimiento general establecido en el Título II del Libro III del Código Tributario.

Las empresas constructoras deberán informar al Servicio de Impuestos Internos, en la oportunidad y forma que éste determine mediante resolución, el valor de construcción y el valor del terreno de los inmuebles respectivos, las modificaciones

Artículo 7°.- El beneficio establecido en esta ley regirá después de noventa días contados desde la fecha de publicación del reglamento, sólo respecto de las viviendas cuyos permisos de construcción o las respectivas modificaciones de tales permisos se hayan otorgado a partir del 1 de enero de 2008 y que hayan obtenido su recepción municipal final a partir de dicha publicación y antes del 31 de diciembre de 2013. No obstante lo anterior, también accederán al beneficio señalado las viviendas cuya recepción municipal se obtenga después del 31 de diciembre del año 2013, cuando ésta se hubiere solicitado con anterioridad al 30 de noviembre del año 2013.

Artículo 8°.- El propietario primer vendedor de una vivienda deberá responder por los daños y perjuicios que provengan de las fallas o defectos del Sistema Solar Térmico, de sus componentes y de su correcto funcionamiento, de conformidad a lo establecido en los artículos 18 y siguientes del decreto con fuerza de ley N° 458, de 1975, del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Ley General de Urbanismo y Construcciones, entendiéndose que este tipo de sistemas se encuentran comprendidos en el número 2 del inciso séptimo del señalado artículo.

En caso que la vivienda fuese de aquellas acogidas al beneficio establecido en esta ley, si se determina la responsabilidad civil del propietario primer vendedor a que se refiere el inciso anterior, adicionalmente se impondrá una multa a beneficio fiscal equivalente al monto reajustado del beneficio que se hubiere impetrado por dicha vivienda conforme a lo dispuesto por el artículo 4° de esta ley, la que se aplicará conforme al procedimiento establecido en el artículo 165 del Código Tributario.

Asimismo, el propietario primer vendedor de una vivienda acogida al beneficio aludido en el inciso precedente, deberá solventar la realización de una inspección respecto del Sistema Solar Térmico a solicitud del actual propietario de la vivienda, quien podrá requerirlo dentro del primer año contado desde la recepción municipal definitiva de la misma. Esta revisión sólo podrá ser realizada por los organismos y entidades a que se refiere el número 3 del artículo 9° de esta ley. El reglamento establecerá la forma y condiciones de esta solicitud y los demás procedimientos necesarios para la realización de la inspección, entre ellos la forma en que se solicitará y efectuará la revisión de Sistemas Solares Térmicos utilizados por más de una vivienda.

Artículo 9°.- La Superintendencia de Electricidad y Combustibles, en adelante "la Superintendencia", tendrá las siguientes atribuciones:

1. Establecer y administrar un registro de Colectores Solares Térmicos y Depósitos Acumuladores que permitan acceder al beneficio tributario establecido en el artículo 1° de esta ley.

2. Autorizar a organismos de certificación, organismos de inspección, laboratorios de ensayos u otras entidades de control para que realicen o hagan realizar bajo su exclusiva responsabilidad las pruebas y ensayos, o la revisión documental, en su caso, que la Superintendencia estime necesarias para incluir componentes en el registro mencionado en el número anterior. Esta autorización se otorgará mediante resolución.

3. Autorizar a organismos de inspección u otras entidades de control para que inspeccionen los Sistemas Solares Térmicos y realicen o hagan realizar, bajo su

exclusiva responsabilidad, las pruebas y ensayos que la Superintendencia estime necesarias para constatar que cumplen con las especificaciones establecidas en el reglamento, de acuerdo a lo señalado en el inciso tercero del artículo precedente y a lo declarado en la memoria de cálculo señalada en el artículo 3° de esta ley.

4. Sancionar, conforme a lo establecido en el Título IV de la ley N° 18.410, a las empresas constructoras que hubieren utilizado el beneficio tributario establecido en esta ley en caso que se compruebe que los respectivos Sistemas Solares Térmicos no cumplen con las especificaciones establecidas en el reglamento o con lo declarado en la respectiva memoria de cálculo.

Para la fiscalización del cumplimiento de lo señalado en el inciso anterior, la Superintendencia podrá utilizar las revisiones realizadas por los organismos de inspección u otras entidades de control autorizadas de acuerdo al número 3. Asimismo, podrá autorizar la instalación de dispositivos de medición o de captura de información o bien, realizar inspecciones directas a las instalaciones.

Los procedimientos para la autorización y control de las entidades señaladas en los números 2, 3 y 4 del inciso primero serán establecidos por la Superintendencia mediante resolución fundada de carácter general. Las entidades así autorizadas quedarán sujetas a la permanente fiscalización y supervigilancia de la Superintendencia y estarán sometidas a las sanciones establecidas en el Título IV de la ley N° 18.410.

Las facultades de la Superintendencia establecidas en los números 1 y 2 precedentes regirán por el periodo de vigencia del beneficio tributario señalado en el artículo 1° de esta ley. La facultad establecida en el número 3 regirá por el término que resulte de la aplicación del artículo precedente.

Artículo 10.- Prohíbese la comercialización de Sistemas Solares Térmicos o cualquiera de sus componentes que hayan servido con anterioridad para imputar el crédito a que se refiere el artículo 1° de esta ley. Esta prohibición regirá por cinco años, contados desde la recepción municipal definitiva de la obra donde se hubiesen instalado primeramente, y su incumplimiento se sancionará en la forma prevista en el inciso primero, del número 4°, del artículo 97 del Código Tributario.

Artículo 11.- Durante el primer semestre del tercer año a contar desde el año de publicación del reglamento, la Comisión Nacional de Energía informará a la Comisión de Hacienda de la Cámara de Diputados el número de viviendas donde se hubieren instalado los Sistemas Solares Térmicos a que se refiere esta ley en los dos años precedentes, el origen de los colectores solares instalados, el monto total de los créditos tributarios otorgados, los resultados de las acciones de fiscalización efectuadas y toda otra información que estime relevante.

El año subsiguiente, la Comisión Nacional de Energía encargará a un organismo internacional la realización de una evaluación del impacto de la presente ley en la reducción en el consumo de combustibles derivados del petróleo, el efecto demostrativo generado a través de la instalación de Sistemas Solares Térmicos en el país y el ahorro neto producido. Esta evaluación deberá contener, además, lo indicado en el inciso precedente, respecto de los cuatro primeros años de operación de la franquicia. Esta evaluación será de público conocimiento debiendo ser publicada, en forma electrónica o digital, por la referida Comisión en el mes de diciembre del año de su elaboración.

Artículo 12.- El mayor gasto fiscal que represente la aplicación de esta ley durante el año 2009 se financiará con cargo a la partida presupuestaria 50-01-03-24.03.104.

Artículo 13.- El Ministerio de la Vivienda y Urbanismo podrá establecer, en el Programa Fondo Solidario de Vivienda, mecanismos destinados a la utilización del beneficio tributario que establece esta ley.
Asimismo, el señalado Ministerio podrá establecer, en el Programa de

Protección del Patrimonio Familiar, mecanismos destinados a incentivar la utilización de Sistemas Solares Térmicos en las viviendas objeto de dicho programa.

Artículo 14.- Facúltase al Presidente de la República para que, mediante uno o más decretos con fuerza de ley expedidos por intermedio del Ministerio de Hacienda, los que deberán llevar también la firma del Ministro de la Vivienda y Urbanismo y del Ministro Presidente de la Comisión Nacional de Energía, establezca un mecanismo destinado al financiamiento de Sistemas Solares Térmicos y su instalación, en viviendas sociales usadas. En uso de esta facultad, el Presidente de la República establecerá las disposiciones necesarias para el funcionamiento, administración, supervisión y control del señalado mecanismo. El monto de los recursos deberá ser suficiente para financiar, al menos, Sistemas Solares Térmicos y su instalación, en cien viviendas en cada una de las regiones del país durante el período en que se encuentre vigente el beneficio establecido en el artículo 4° de esta ley.

Artículo 15.- Para efectos de la tasación de las viviendas sociales a que se refiere la Ley General de Urbanismo y Construcciones, aprobada por el decreto con fuerza de ley N°458, de 1975, del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, así como de las viviendas que postulen a programas del señalado Ministerio, no se incluirá el valor de los Sistemas Solares Térmicos a que se refiere esta ley.

Y por cuanto he tenido a bien aprobarlo y sancionarlo; por tanto promúlguese y llévese a efecto como Ley de la República.

Santiago, 11 de agosto de 2009.- MICHELLE BACHELET JERIA, Presidenta de la República.- Andrés Velasco Brañes, Ministro de Hacienda.- Hugo Lavados Montes, Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción.- Marcelo Tokman Ramos, Ministro Presidente Comisión Nacional de Energía.

Lo que transcribo a usted para su conocimiento.- Saluda atte. a usted, María Olivia Recart Herrera, Subsecretaria de Hacienda.