



Escuela de Economía y Administración

EVALUACIÓN DE PROYECTO VIVIENDAS SUSTENTABLES PARA EL NORTE DE CHILE

Seminario para optar al Título de Ingeniero Comercial mención
Administración

Alumno:

Arak Pizarro Maure

Profesor Guía:

Reinaldo Sapag Chain

SANTIAGO, JULIO 2013

Agradezco a todas las personas que hicieron posible este estudio, familia, amigos, profesores de la facultad de economía y negocios y en especial a mi profesor guía Reinaldo Sapag, que supo guiar esta investigación entregándome las herramientas necesarias para realizar mi seminario de título.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO.....	4
INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVOS.....	9
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	9
OBJETIVOS GENERALES.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
METODOLOGÍA.....	11
PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS.....	11
VIABILIDAD.....	14
CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	15
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	16
EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS.....	17
MARCO TEÓRICO.....	18
VIVIENDAS SOCIALES Y SUBSIDIOS.....	18
DEFICIT HABITACIONAL.....	19
MEJORAR LAS VIVIENDAS EXISTENTES.....	24
TERCERA EDAD.....	26
AGUA POTABLE.....	28
LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y RENOVABLE.....	33
GAS LICUADO.....	39
PROYECTO VIVIENDA SOCIAL SUSTENTABLE.....	44
ESPECIFICACIONES BÁSICAS.....	46
ASPECTOS LEGALES.....	47
LOCALIZACIÓN.....	48
CAMBIOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA.....	50
SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUAS GRISES.....	50

OTRAS CONSIDERACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA	53
PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS.....	54
TERMOS SOLARES	58
ESTUDIO ECONÓMICO	60
SISTEMA DE AGUAS GRISES.....	62
BALANCE DE PERSONAL.....	62
BALANCE DE MATERIALES	62
PANELES SOLARES	63
BALANCE DE PERSONAL	63
BALANCE DE MATERIALES	63
TERMO SOLAR	64
BALANCE DE PERSONAL	64
BALANCE DE MATERIALES	65
CAMBIOS EN LAS CUENTAS DE LOS USUARIOS.....	65
CUENTA DEL AGUA	66
CUENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	67
CUENTA DEL GAS LICUADO	68
AHORRO TOTAL	69
EVOLUCIÓN DE LAS TARIFAS.....	71
AGUA POTABLE.....	71
ENERGÍA ELECTRICA	74
GAS LICUADO.....	76
ANÁLISIS DE FLUJOS.....	78
SISTEMA AGUAS GRISES.....	79
PANELES SOLARES.....	81
TERMO SOLAR	83
SENSIBILIZACIÓN.....	85
SISTEMA AGUAS GRISES.....	85
PANELES SOLARES.....	86

TERMOS SOLARES	87
ESTUDIO TÉCNICO	88
SISTEMA DE AGUAS GRISES	88
PANELES SOLARES	92
TERMOS SOLARES	96
ESTUDIO LEGAL	101
COMPARACIÓN DE SISTEMAS	106
VALOR ACTUAL DE COSTOS	109
DISPONIBILIDAD DE AGUA	109
ENERGÍA	111
AGUA CALIENTE	112
CONCLUSIONES	114
BIBLIOGRAFÍA	117

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio busca recomendar o desalentar la inversión para un proyecto de 100 viviendas sociales sustentables en el norte de Chile, las cuales puedan optimizar el agua y utilizar energía solar mediante la instalación de un sistema de aguas grises, el uso de paneles solares y calentadores solares. Su implementación apunta a reducir las cuentas de los suministros de servicios y al incentivo en el uso de energías limpias, y por ende a impulsar un desarrollo sustentable como país.

La iniciativa de esta evaluación de proyecto nace a raíz de varios motivos. Primero, la necesidad de sumar alternativas limpias a la matriz energética, en la cual comienzan a aparecer tímidamente las energías renovables no convencionales. Segundo, la escasez de agua en el norte de Chile y a nivel mundial requiere nuevos métodos para optimizar el uso de este recurso en el país. Tercero, el déficit cuantitativo (y cualitativo) de las viviendas sociales y el interés del gobierno para entregar viviendas dignas y de calidad, al altura de los nuevos desafíos. Cuarto, el norte del territorio posee las características idóneas para la aplicación de energías solares.

La metodología utilizada corresponde a las técnicas de evaluación de proyectos, la cual incluye un estudio de viabilidad económica, centrado en el cálculo de los flujos (VAN diferencial) y una sensibilización bidimensional comparando cantidad de hogares y precios de suministros. Adicionalmente, se aplica un estudio de viabilidad técnica, la cual detalla el funcionamiento de cada mecanismo, y un estudio de viabilidad legal, tomando en cuenta la actual normativa chilena.

Este estudio está elaborado sobre una zona geográfica específica, la cual cumple las condiciones climatológicas propicias, además de una escasez de agua importante, por lo que bajo este contexto no es posible extrapolarlo al resto del territorio chileno.

Los resultados muestran que el tratamiento de aguas grises con el uso de esta para inodoro y riego resulta rentable, con un VAN positivo de 26.725.992. De acuerdo a la sensibilización, es importante un tamaño mínimo del conjunto habitacional para cubrir los costos operacionales. Lamentablemente este no es viable legalmente, ya que existen normas sanitarias que impiden el uso del agua tratada en el inodoro, pudiendo utilizarse bajo ciertos parámetros de forma exclusiva para riego, necesitando con urgencia una modificación para el tratamiento de aguas grises.

El uso de paneles solares para generar energía muestra un VAN negativo -99.034.183, esto quiere decir que no se recomienda la inversión en este proyecto, a raíz principalmente de la alta inversión inicial y la adquisición de baterías cada 5 años para su operación. Sin embargo, esto puede cambiar dependiendo de los beneficios otorgados por la ley “Net Metering”, donde el ahorro de energía eléctrica se sumaría a un ingreso que puede marcar una diferencia significativa para efectos de este análisis en el futuro.

De los tres elementos, el único que es factible legal y financieramente conveniente ejecutar es el termo solar. Este presenta un VAN positivo de 71.667.603 y una sensibilización positiva en todos los contextos evaluados, derivado principalmente del ahorro del gas licuado en un 75% con respecto al sistema tradicional y de los nulos costos operacionales. Es por esto que el gobierno ha entregado subsidios para su instalación, ya que genera un beneficio tangible para las familias de menos recursos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente Chile presenta dificultades en materia de energía, en cuanto a cómo debemos producir, si de forma “menos costosa” y “más sucia” o viceversa, poniendo como ejemplo el caso de las represas en la Patagonia, proyecto que ha generado opiniones dispares entre la población. Diferentes expertos en la materia llevan varios años advirtiendo que la matriz energética es débil, problema que se acentúa en periodos de sequedad. Por lo tanto, en la posición presente que sitúa a Chile como una de las economías más desarrolladas de la región, se deben realizar inversiones en esta materia, principalmente por parte del gobierno, como lo ha declarado, por ejemplo, en la “Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030”, además incentivar a los agentes privados, para hacer frente al mayor consumo de energía en el futuro.

Por otra parte, es importante mencionar que la situación hídrica del país es compleja, ya que existen zonas donde el déficit alcanza el 80%, debido a que los embalses disminuyeron sus reservas en torno al 16% durante Marzo, indicando un déficit un 57,8% respecto del promedio, informado en Abril de este año por la Dirección General de Aguas (DGA), haciendo el problema más crítico en presencia de sequias. En la actual temporada, se esperan volúmenes de agua inferiores al año pasado. Esta tendencia se está haciendo cada vez más habitual a raíz del cambio climático, por lo que las autoridades llamaron a cuidar el agua, ya que no es un bien abundante.

La solución a estos impedimentos buscada por los gobiernos de turno, es por lo general al corto plazo y basada más bien en intereses políticos, por lo que desembocan en soluciones menos costosas y muchas veces contaminantes, dejando de lado el desarrollo del país al largo plazo y la sustentabilidad. Alternativas para remediar este inconveniente abundan, el uso

de energía solar, energía eólica, centrales nucleares, tratamiento de aguas grises, eficiencia energética, entre otras. Lamentablemente, ya sea por su alto costo o por ausencia de legislación de apoyo, el uso de estas es mínimo, dejando las puertas abiertas para dar pie a incentivar su uso, principalmente por parte de los agentes públicos.

Por tanto, se deben buscar métodos que permitan un crecimiento económico acorde, además de estar en pro de la conservación del medio ambiente, siendo consistente con los recursos disponibles y la realidad del país. En mira hacia los años venideros, se debe pensar en optimizar los recursos naturales, tomando en cuenta las energías y sistemas alternativos, aplicando soluciones creativas se puede reducir el consumo de los hogares, y de paso, favorecerlos económicamente en el ahorro de los suministros.

A raíz de todo lo anterior, nace la idea de estudiar la posible implementación de soluciones habitacionales con características ecológicas, diseñadas especialmente para algunas regiones del norte, donde las condiciones son propicias para implementar un proyecto piloto. Esta es, específicamente una vivienda social que busca incluir una serie de modificaciones, en cuanto a la optimización de consumo de agua y energía eléctrica, incluyendo un sistema de utilización de aguas grises y utilización de la energía solar, para extraer energía eléctrica y calentar el agua. En consecuencia, el estudio busca de acuerdo con la realidad nacional estimar las principales variables para aconsejar un curso de acción respecto a la inclusión de los sistemas mencionados anteriormente.

Hay varias razones de peso para que el gobierno gestione e incentive este tipo de proyectos, a continuación se mencionan las principales:

- Aminorar el déficit habitacional presente en el país, que según la encuesta casen 2011 alcanza las 500.000 residencias, siguiendo el objetivo de otorgar viviendas dignas y de calidad, tomando en cuenta la “mirada sobre las ciudades”, donde es necesario estar a la altura de los nuevos desafíos, como la falta de energía y la escasez de agua.
- El sector público es responsable del retraso en la materia de manejo de aguas grises y debe incentivar al uso de nuevos sistemas que hagan un uso eficiente del agua, ya que países como México, Israel y Australia llevan más de 10 años en el campo de la reutilización de aguas, optimizando el uso de este vital recurso.
- Chile es un país que presenta escasez hídrica en gran parte de su territorio, y la demanda por la misma sigue en aumento. Existe una extensa área en la cual está presente esta condición, principalmente el norte, donde se pueden implementar este tipo de proyectos.
- Instruir y comprometer a las familias de menos recursos sobre la importancia del problema de la escasez de agua y energía, creando conciencia de forma transversal al nivel socioeconómico.

OBJETIVOS

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se busca recomendar o desalentar la inversión de sistemas alternativos, el cual incluye la instalación de un sistema de reciclaje de aguas grises, paneles solares para el suministro eléctrico y un termo solar para elevar la temperatura del agua. Este surge tras la necesidad de disminuir el pago por el uso de servicios para las familias con menos recursos y a la vez optimizar el uso de los mismos, ayudando a reducir el problema de escasez de energía y agua potable a nivel nacional, y de forma específica en el norte del país.

OBJETIVOS GENERALES

- Determinar la conveniencia para asignar recursos sobre la implementación de sistemas alternativos en las viviendas sociales del norte del país en comparación con los sistemas convencionales utilizados actualmente.
- Optimizar el uso del agua y reducir el consumo de energía eléctrica y gas licuado, provocando una transición hacia el uso de energías limpias por parte del sector residencial.
- Mitigar el daño ambiental al largo plazo que provocan las centrales hidroeléctricas y termoeléctricas, las cuales inducen a cambios en el ecosistema y en la contaminación atmosférica, respectivamente.

- Generar impacto social positivo en torno a la implementación de energías limpias por parte del gobierno, potenciando la imagen de desarrollo energético no contaminante.
- Incentivar el mercado nacional de energías renovables, específicamente las del tipo solar, aprovechando las condiciones climatológicas y radiación favorables presentes en el norte de Chile.
- Utilizar este estudio como ejemplo para otros proyectos que puedan aplicar tecnologías similares en el desarrollo de planes urbanos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar si existe un ingreso (ahorro) que permita implementar los sistemas con beneficios económicos en un periodo de tiempo determinado.
- Determinar la inversión inicial y los costos operacionales, investigando en el mercado los precios de cada elemento que sean los ideales de acuerdo a un cierto nivel de calidad y durabilidad.
- Establecer el tiempo estimado del proyecto y analizar la diferencia entre este prototipo de vivienda en comparación con la tradicional.

METODOLOGÍA

El desarrollo de este estudio se basa en la metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos. Este instrumento de decisión aconseja a priori que si la inversión es rentable se puede ejecutar, y que si resulta no rentable se puede desalentar. La opción, según el texto, es que la técnica no debe ser tomada como decisional, sino que como una posibilidad de proporcionar información al agente que debe tomar la decisión, ya que hay beneficios que pueden ser difíciles de monetizar y no están considerados en los libros, además de otros cálculos y factores relacionados. De esta forma, cabe la posibilidad de rechazar un proyecto rentable o de aceptar uno no rentable.

PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Se le denomina proyecto a la solución para un problema, cuyo objetivo es resolver una necesidad. Cualquiera sea la idea que se busca implementar, inversión, metodología o tecnología por aplicar, conlleva diferentes alternativas para resolver esta necesidad, por lo que se considera necesario el planteamiento de una opción específica, para su posterior estudio.

El proceso del proyecto reconoce cuatro etapas generales: idea, preinversión, inversión y operación.

La primera parte es la “idea”, que busca solucionar el problema, mediante el reemplazo de tecnología obsoleta o tomando partido de una oportunidad de negocios, satisfaciendo una demanda de terceros que no está cubierta completamente. La solución óptima se inicia antes de preparar y evaluar el proyecto identificando el problema a solucionar, buscando todas las

posibilidades que conduzcan al objetivo, donde cada una será una opción para el proyecto.

Posteriormente se presenta la etapa de “preinversión”, la cual contempla la fase de preparación de proyectos, donde se determinará la magnitud de la inversión en conjunto con los costos y beneficios asociados, además de la fase de evaluación de proyecto, donde se hace la estimación de la rentabilidad. Dentro de la etapa de preinversión se puede distinguir, según su nivel de profundidad, tres tipos de estudios: Estudio de Perfil, Estudio de Prefactibilidad y Estudio de Factibilidad.

- Estudio de perfil: Se elabora a partir de información disponible, incluyendo el juicio común y la opinión fundada en la experiencia. Se presentan estimaciones globales de inversión, costos o ingresos, sin investigar más profundamente. Es fundamental para efectuar consideraciones previas en comparación con la situación “sin proyecto”, comparando si conviene o no su ejecución. Más que calcular la rentabilidad del proyecto, el objetivo apunta a determinar si hay alguna razón que justifique el abandono de una idea antes de destinar los recursos para continuar con los dos estudios que lo suceden.
- Estudio de prefactibilidad: Profundiza en la investigación basado principalmente en fuentes secundarias para definir, con cierta aproximación, las variables principales relacionadas con el mercado, alternativas técnicas de producción y capacidad financiera de los inversionistas, entre otras. Se estiman inversiones, costos de operación e ingresos que demandará y generará el proyecto. En esta etapa se descartan soluciones con mayores elementos de juicio. Como resultado de este estudio, surge la recomendación de su aprobación, continuando

con un nivel más profundo de investigación, abandono o postergación hasta que se presenten condiciones mínimas que hagan factible un cambio de escenario.

- Estudio de factibilidad: Estudio más acabado elaborado sobre la base de información primaria. Las variables cualitativas son mínimas comparadas con los estudios anteriores y el cálculo de las variables financieras y económicas deben justificar la valoración de los distintos ítems. Este estudio es la etapa final de la preinversión, y por ende, se debe optimizar los aspectos que dependen de una decisión del tipo económica, como la definición del tamaño, tecnología, localización, entre otros factores relacionados al proyecto.

La tercera etapa la constituye la “inversión”, correspondiente a la administración de la ejecución del proyecto, donde se deben coordinar la disposición de recursos humanos, técnicos financieros y administrativos para llevar a cabo la iniciativa.

Finalmente en la etapa de “operación” se considera la administración de los recursos necesarios para el correcto funcionamiento operativo del proyecto posterior a la ejecución, dentro de un espacio definido de tiempo (n periodos).



Ciclo de proyectos

[Fuente: Preparación y Evaluación de Proyectos]

VIABILIDAD

Si bien todas las decisiones de inversión deben responder a un estudio previo sobre las ventajas y desventajas de su aplicación, la profundidad de cada análisis dependerá de cada proyecto. En general, deben efectuarse varios estudios particulares para evaluar un proyecto, los cuales definen que tan posible es, en la realidad, ejecutarlo de acuerdo a las restricciones presentes, si es viable o no.

Estos son llamados “Estudios de Viabilidad”, entre ellos se tienen los del tipo comercial, técnico, legal, organizacional, de impacto ambiental y financiero (para inversionista privado) o económico (para evaluar el impacto económico a nivel país). Si cualquiera de estos llega a una respuesta negativa determinará que el proyecto no se puede llevar a cabo, aunque algunas razones subjetivas podrían hacer recomendable una opción que no sea viable financiera o económicamente. Por lo general, estos estudios se centran en la viabilidad económica y toma el resto de las variables como referencia, aunque los otros factores pueden ser determinantes en la concreción final del proyecto.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

No hay duda que parte fundamental de un proyecto son los números, los cuales reflejan que tan atractivo puede ser invertir en él. Dentro de los principales criterios utilizados para la evaluación de proyectos hay dos alternativas que consideran el valor del dinero en el tiempo, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), de los cuales se utilizará el primero como indicador principal, tomando como complemento el cálculo de la TIR y el periodo de recuperación.

El VAN es un criterio propuesto en el cual se debe aceptar el proyecto cuando este es mayor o igual a cero, en un horizonte de tiempo predeterminado. Este considera la diferencia entre todos los ingresos y los egresos valorizándolos al momento de evaluar la decisión. Los flujos futuros se disminuyen porcentualmente mediante una tasa de descuento, la cual representa el costo de oportunidad (de invertir en otro proyecto).

De acuerdo a la descripción anterior, podremos calcular el VAN así:

ConPeriodos a evaluar
..... Ingresos
..... Egresos
..... Tasa de descuento
..... Inversión inicial

Para esta evaluación, no podemos aplicar el VAN de forma directa, ya que la finalidad es comparar la diferencia de ambos sistemas (entre el actual y el alternativo) y no medir el VAN propio del proyecto. Para estos casos, surge la opción de utilizar el VAN incremental, utilizado para comparar el VAN de la posición actual (sin cambios) versus el VAN alternativo (que incluye los cambios).

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Inicialmente este conjunto habitacional está diseñado para un número de viviendas predeterminadas, lo cual no significa que se pueda aplicar única y exclusivamente a esta cifra. Para poder flexibilizar con respecto al total de viviendas, es conveniente incluir en el estudio un análisis de sensibilidad, el cual muestra que podría ocurrir ante eventuales cambios en los factores que pueden afectar la rentabilidad.

Existen tres dimensiones del análisis que son factibles en la aplicación, partiendo por el análisis unidimensional, que determina como el cambio de una variable afecta la rentabilidad, mientras que el análisis bidimensional contempla cambios de dos variables en el resultado final y el análisis multidimensional en el cual se considera el cambio de tres o más variables, dando un resultado de múltiples rentabilidades para cada escenario.

En la sensibilización se analizará mediante un análisis bidimensional cómo afecta el número de viviendas y el cambio porcentual promedio en los precios del agua potable, la energía eléctrica y el gas licuado, los cuales afectan directamente el resultado del VAN.

EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS

Este tipo de evaluación compara beneficios y costos que puede tener una inversión para la comunidad de un país en su conjunto. Un proyecto puede no ser rentable para un particular y serlo para una comunidad, o viceversa.

Tanto la evaluación social como privada ocupan criterios similares para estudiar la viabilidad de un proyecto, aunque difieren en la valoración de las variables que determinan los costos y beneficios. La valoración privada utiliza precios de mercado, mientras la social precios sombra o sociales, con el objetivo de medir los efectos sobre la comunidad, teniendo en cuenta efectos indirectos y externalidades que mejoren el bienestar, como la disminución de contaminación ambiental, incremento de áreas verdes, entre otras. De igual manera, en la evaluación privada se incluye el efecto de impuestos directos, subsidios u otros que pueden corresponder a transferencia de impuestos que pueden descartarse en la evaluación social. Los precios privados se pueden corregir a precios sociales mediante un criterio particular a cada proyecto o aplicando factores de corrección propios de cada país. De todas formas, siempre habrá correcciones de valores privados a sociales, para ello, se deben considerar beneficios y costos directos, indirectos e intangibles y las externalidades respectivas.

Para la evaluación del proyecto se espera utilizar precios de mercado, por lo que el método será una evaluación privada. Se considera que la evaluación social es más compleja, ya que considera transformación y la consideración de factores indirectos y su estimación. A partir de este estudio, se puede dar pie para una evaluación social, ya que las autoridades podrán valorizar variables que se dejan de lado en esta oportunidad y que podrían incrementar el valor final del proyecto.

MARCO TEÓRICO

VIVIENDAS SOCIALES Y SUBSIDIOS

La política habitacional implementada en los últimos años ha permitido disminuir el déficit con respecto a las viviendas sociales, aunque su ejecución ha dejado algunos inconvenientes. Entre ellas se destaca la existencia de viviendas vacías o arrendadas de familias favorecidas por el Fondo Solidario de Vivienda I, la concentración de las postulaciones, los bajos incentivos para postular a subsidios, las diferencias de montos de los subsidios rurales y urbanos (que han propiciado migraciones campo-ciudad) son algunos de los ejemplos que muestran la necesidad de estudiar y corregir la actual política. Para esto, el gobierno ha decidido modificar los actuales programas habitacionales con el fin de otorgar una mejor respuesta a las necesidades habitacionales.

Por muchos años la política habitacional se centró en reducir el déficit de viviendas, lo que dejó en segundo plano los aspectos relativos a la calidad de las mismas. Por ende, estas carencias se han ido incorporando como un tema relevante de la política en los últimos cinco años. El actual gobierno ha intensificado sus esfuerzos para generar los incentivos que permitan que a fines del año 2014 el tamaño promedio de las viviendas sociales alcance los 50 m², además de mejorar la eficiencia energética de las viviendas y la construcción sustentable a través de subsidios específicos y acuerdos entre distintos organismos relacionados en esta materia, entre otras medidas para mejorar la calidad de las soluciones habitacionales y la mejora de barrios deteriorados. Por lo tanto, con la entrega de 600 mil subsidios hasta finales del 2014, el gobierno habrá contribuido a reducir el déficit habitacional y mejorar la

calidad de las soluciones habitacionales, además de terminar la ejecución del plan piloto de recuperación de 200 barrios y se estará implementando el plan regular de recuperación de barrios. Todos los esfuerzos que está realizando el gobierno durante el año 2011 en materia de vivienda y barrio se ejecutan a través del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). El total del gasto social en esta materia asciende a aproximadamente \$1.700.000 millones de pesos.

La política social que el gobierno está implementando actualmente para abordar los problemas detectados, se centran en tres líneas de acción: disminuir el déficit habitacional, mejorar las viviendas existentes y recuperar barrios prioritarios. En lineamiento con este estudio, analizaremos las primeras dos propuestas, dejando de lado la recuperación de barrios prioritarios, que sin duda es un tema fundamental para la recuperación de los espacios públicos y en mejorar la forma de inserción de estos dentro de la ciudad, además de mejorar otros factores de orden social, como el involucramiento de la población en los problemas del barrio, el fortalecimiento de organizaciones comunitarias, mejorando la seguridad, entre otras acciones.

DEFICIT HABITACIONAL

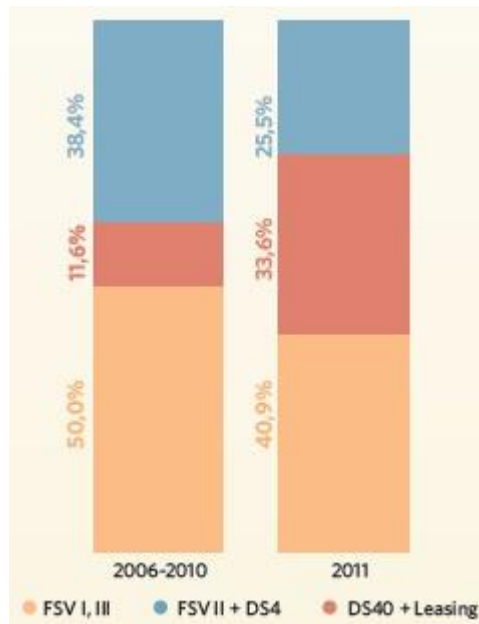
El déficit habitacional, a fines del año 2009, se estimaba en 806.000 viviendas, de las cuales 354.000 (43,9%) correspondían a nuevas viviendas requeridas y 452.000 (56,1%) a viviendas que necesitaban reparaciones o mejoras, según las estadísticas de edificación y proyecciones de hogares del MINVU. El terremoto del 27 de febrero de 2010 cambió el escenario radicalmente, aumentando el déficit habitacional en un 45,9% respecto a las cifras de fines del año 2009, lo que implica un retroceso de más de cinco años en materia de viviendas sociales. De acuerdo a la encuesta CASEN del año

2011, el déficit se estimaba en cerca de 495.000 nuevas viviendas al término del mismo año.

De acuerdo con la información del censo del año 2002 se estima que cada año se forman 97.000 nuevos hogares, de los cuales 58.200 (60,1%) corresponden a los tres primeros quintiles. Se utiliza la estimación del censo del año 2002 debido a que el último censo (año 2012) no ha sido oficialmente publicado, debido a una supuesta manipulación de datos, acusación que se investiga hasta el día de hoy.

De aquí en adelante, la información referente a los subsidios es extraída desde el MINVU. Sobre los datos anteriores, sumado al actual nivel de allegamiento, hace necesario mejorar los programas de ayuda para las familias, de acuerdo a sus necesidades y posibilidades para acceder a una vivienda de calidad. Para ello el gobierno cuenta con dos programas principales: el “Fondo Solidario de Vivienda” (FSV), el cual cuenta con tres títulos que se detallarán posteriormente, y el “Sistema de Subsidio Habitacional” (DS40). Durante el año 2010 el enfoque fue la generación de ajustes al sistema de subsidios habitacionales manteniendo los elementos que funcionaron bien anteriormente y corrigiendo los que no tuvieron los efectos esperados. Más de 3.000 viviendas entregadas en este periodo se mantuvieron vacías o arrendadas, revelando un desvío de recursos a familias que no lo necesitaban, alargando la espera y generando frustración entre las familias que realmente requerían las moradas. Las familias que podían endeudarse optaban al subsidio FSV I, ya que esta era la opción más atractiva. En la propuesta de ajustes a la política habitacional participaron los distintos actores sociales, la cual busca focalizar y simplificar los procesos, ampliando las posibilidades para los diferentes niveles socioeconómicos, dando apoyo a los que se encuentran en situación de vulnerabilidad, el cual se comenzó a ejecutar el año 2011.

Durante el año 2010 se pagaron 55.095 subsidios del FSV (el cual incluye el antiguo programa de subsidios rurales, que actualmente es el FSVIII) por un monto total de \$565.089 millones de pesos, además de 20.690 subsidios del DS40 equivalente a \$85.405 millones de pesos. Para mejorar el control de calidad se ha estado trabajando con las Entidades de Gestión Inmobiliaria (EGIS), los Prestadores de Servicios de Asistencia Técnica (PSAT), los Inspectores Técnicos de Obras (ITOS) y las empresas constructoras, con el objetivo de alcanzar mejores estándares de calidad. En el año 2010 se destinaron \$6.438 millones de pesos, el cual subió considerablemente a \$15.659 para el Programa de Gestión de Calidad del año 2011, con el fin de fortalecer las entidades de control de calidad existentes.



Distribución de subsidios otorgados
 [Fuente: Informe de Política Social 2011, MIDEPLAN]

En Chile, un quintil es el nombre que reciben los cinco grupos que clasifican a la población por niveles socioeconómicos, sumando el ingreso de todos los habitantes del hogar para posteriormente dividirlo entre los mismos. El quintil 1 corresponde al 20% de la población con menores ingresos, mientras que el quintil 5 apunta al 20% de mayores ingresos. La propuesta consiste en equilibrar los beneficios para los quintiles uno, dos y tres, dando mayores oportunidades al segmento emergente (II) donde ha aumentado el déficit en los últimos años.

El FSV tiene como objetivo que las familias de escasos recursos accedan a soluciones habitacionales según sus necesidades y características. Esto se logra mediante la entrega de subsidios para comprar o construir viviendas a familias que presentan vulnerabilidad social, preferentemente de los quintiles I y II. Se puede postular de forma: individual, directamente en el Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU) cuando hay llamados y de forma colectiva, a través de las EGIS o mediante los PSAT para el caso del FSVIII. Estos organizan la demanda, elaborando el proyecto y el Plan de Habilitación Social (PHS), posteriormente lo ingresan al Banco de Proyecto de cada SERVIU. Luego, si este es seleccionado, se ejecuta el PHS y se otorga asistencia técnica y legal para el proyecto. Los subsidios se entregan en Unidades de Fomento (UF), la que corresponde a una unidad de cuenta reajutable de acuerdo a la inflación presente en Chile, cuyo valor asciende a \$22.882 pesos al primero de junio del presente año. Retomando lo anterior, el FSV adquiere tres niveles:

- FSVI: Preferentemente para personas del quintil I, con un ahorro mínimo de 10 UF y un monto máximo de subsidio de 760 UF, dependiendo del grupo familiar, ubicación y tipo de vivienda.

- FSVII: Preferentemente para personas del quintil II, con un ahorro mínimo de 30 UF (si es necesario se complementa con crédito) y un monto máximo de subsidio de 540 UF, dependiendo del grupo familiar, ubicación y tipo de vivienda.
- FSVIII: Preferentemente para personas de los quintiles I y II que deseen vivir en zonas rurales o en localidades de menos de 2.500 habitantes y que posean derechos sobre un terreno, con un ahorro mínimo de 10 UF y un monto máximo de subsidio de 460 UF, dependiendo del grupo familiar, ubicación y tipo de vivienda.

El DS40 apunta a ayudar a financiar la adquisición o construcción de una vivienda, nueva o usada. Esto se logra mediante la entrega de subsidios para comprar o construir viviendas a familias que no tienen otra vivienda bajo su propiedad, pudiendo postular de forma individual o colectiva. Este programa tiene tres títulos:

- Título I, Subsidio General: Ahorro mínimo de 50 UF. Monto del subsidio 200 UF para viviendas de hasta 1.000 UF y 300-0,1P en caso de viviendas de hasta 2.000 UF. En algunas zonas extremas puede alcanzar hasta 400 UF y para los inscritos en el registro nacional de discapacidad (SENADIS) se adicionan 20 UF.
- Título II, Subsidio de Interés Territorial: Para viviendas nuevas en zonas de renovación o de desarrollo prioritario, con un ahorro mínimo de 100 UF para compra de viviendas de hasta 1.000 UF y 200 UF para viviendas de hasta 2.000 UF, sumando 20 UF para quienes estén inscritos en el SENADIS. Monto fijo de subsidio 200 UF.

- Título III, Subsidio de Rehabilitación Patrimonial: Para viviendas originadas por la rehabilitación de un inmueble ubicado en zona de conservación histórica o en uno de conservación histórica en sí mismo. Ahorro mínimo de 100 UF para compra de viviendas de 1.200 UF y 200 UF para viviendas de hasta 2.000 UF, con 20 UF más para los registrados en el SENADIS. Monto fijo de subsidio 250 UF.

MEJORAR LAS VIVIENDAS EXISTENTES

En Chile cerca del 70,4% del parque habitacional corresponden a viviendas sociales (con avalúo fiscal inferior a 650 UF), en los cuales el proceso de obsolescencia es mayor debido a que los propietarios, en la mayoría de los casos, no cuentan con los recursos necesarios para hacer las mantenciones respectivas. Es fundamental frenar esta situación para evitar que la pérdida de calidad converja en un deterioro total, transformándose en un segundo déficit. De igual forma, muchas viviendas existentes fueron construidas bajo estándares de calidad inferiores a los utilizados actualmente. A raíz de esto, es necesario generar soluciones que permitan nivelar la calidad y el tamaño de las viviendas, mejorando el índice de calidad de la vivienda y reduciendo el hacinamiento. A partir del año 2007, el Programa de Protección al Patrimonio Familiar (PPPF) ha sido uno de los principales que ha trabajado bajo esta línea, a través de dos de sus tres títulos: Mejoramiento de Vivienda y Ampliación de Vivienda, los cuales permiten, preferentemente a familias pertenecientes a los primeros tres quintiles, contar con un subsidio para los fines mencionados. Durante el año 2010 se otorgaron 62.435 subsidios de protección al patrimonio familiar (PPF), equivalentes a \$81.000 millones de pesos corrientes, presupuesto que para el año 2011 ascendió a \$98.612 millones de pesos corrientes.

La PPF tiene por finalidad mejorar las viviendas y barrios de las familias propietarias o herederas de viviendas de hasta 650 UF de avalúo o construidas por el estado. Esto se busca mediante la entrega de recursos, sumados a los ahorros de la familia, las personas puedan mejorar o ampliar su vivienda, además de realizar proyectos de mejora en sus barrios. El MINVU hace llamados durante el año a los cuales se debe postular, de forma individual o grupal, a través de los PSAT, los que organizan la demanda, desarrollan los proyectos, coordinan con la constructora, apoyan a postular y si el subsidio es otorgado, hacen la inspección técnica e informan los avances a las familias. La PPF está compuesta por tres títulos:

- Título I, Mejoramiento del Entorno: Permite financiar proyectos de mejoramiento de espacios públicos, mejoramiento de inmuebles destinados a equipamientos comunitarios y mejoramiento en el terreno de la copropiedad. El ahorro mínimo es de 1 UF, mientras que el subsidio máximo es de 16 UF por familia.
- Título II, Mejoramiento de la Vivienda: Permite financiar proyectos de seguridad, habitabilidad, mantención de la vivienda y mejoramiento de bienes comunes edificados. El ahorro mínimo es de 3 UF, mientras que el subsidio máximo es de 65 UF por familia.
- Título III, Ampliación de la Vivienda: Permite financiar proyectos de construcción de dormitorios y ampliación de dormitorios, lavaderos (o logias), estar-comedor, baño o cocina. El ahorro mínimo es de 5 UF, mientras que el subsidio máximo es de 350 UF por familia.

El programa de Aislamiento Térmico tiene por objetivo acondicionar viviendas construidas antes del año 2007 para lograr que alcancen el estándar

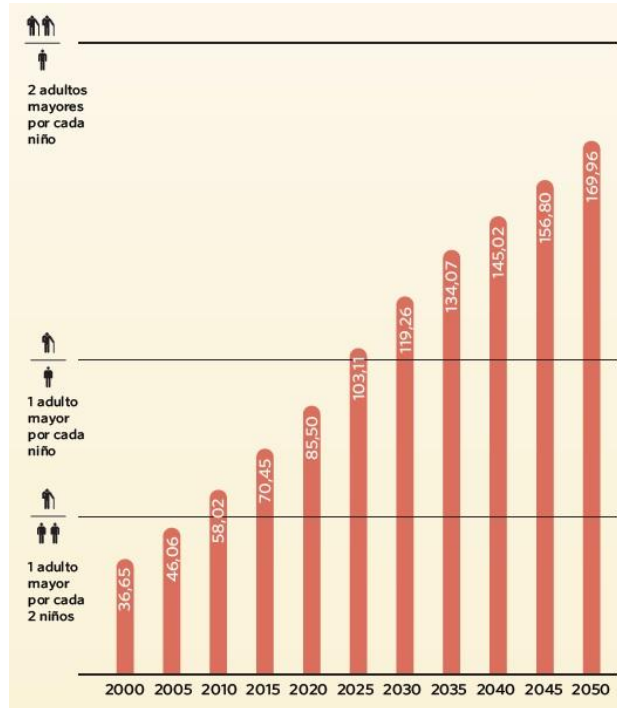
técnico actual. Este entrega recursos para acondicionar las viviendas según los estándares indicados por la norma relacionada al aislamiento térmico. Para ello, el MINVU realiza llamados durante el año, a los cuales se postula individual o grupalmente mediante los PSAT. Estos organizan la demanda, evalúan las condiciones térmicas de la vivienda, desarrollan un proyecto que cumpla con la norma, sacan los permisos y hacen el seguimiento correspondiente de la obra y el PHS en caso de ser seleccionados. El ahorro mínimo es de 3 UF, mientras que el monto máximo asciende a 130 UF.

TERCERA EDAD

El resultado final de la disminución del crecimiento de la población chilena lleva a concluir que esta ha envejecido y lo seguirá haciendo de forma gradual, reflejado en el aumento progresivo del índice de adultos mayores. Este índice expresa el número de adultos mayores de 60 años y más por cada 100 menores de 15 años (niños). Según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), se estima que para el año 2025 en Chile habrá 1 adulto mayor por cada niño, cifra que se eleva a 1,7 para el año 2050.

Bajo este contexto, el gobierno ha continuado con los esfuerzos para resolver el actual problema habitacional de los adultos mayores construyendo Centros de Larga Estadía y Conjuntos de Viviendas Tuteladas. Estas serán administradas por el Servicio Nacional de Adultos Mayores (SENAMA), permitiendo dar una solución integral que fomente el envejecimiento sano, con integración social y asegurando condiciones de salud e higiene. Junto con estas medida, el año 2011 se hicieron modificaciones al PPPF título III (ampliación de viviendas) para dar beneficio a las familias que deseen ampliar sus casas con el fin de acoger a sus adultos mayores. Para ello, se destinó un

monto cercano al 10% del presupuesto del año 2011 únicamente para este título.



**Índice de adultos mayores 2000 a 2050
(número de adultos mayores por cada 100 niños)**

[Fuente: Chile: Proyecciones y Estimaciones del Población. Total país 1950-2050, INE]

En Julio del año 2012 el MINVU publicó el documento “Llamado Especial de Ampliación de Viviendas para Adultos Mayores”, el cual contempla un puntaje especial para la ampliación de viviendas con el objetivo de acoger a un adulto mayor o bien, que reciban a una familia que pueda estar al cuidado de éste. La ampliación debe contemplar un dormitorio, que permita ubicar dos camas, dos closet, con espacio necesario para el desplazamiento en el interior de la habitación, además de un baño. Si el adulto mayor posee una discapacidad, el proyecto deberá contemplar el concepto de accesibilidad universal, a través de obras que permitan habitar esta ampliación bajo condiciones de seguridad, comodidad y de la forma más autónoma y natural posible. Esta se podrá financiar mediante un subsidio (que varía según la

comuna donde se ubique la vivienda y el tramo al cual pertenece la familia), más un ahorro mínimo de 5 UF, más aportes adicionales (recursos públicos o privados que buscan complementar el financiamiento de la vivienda) en el caso de que se presenten. Para optar a este beneficio, se deben cumplir las condiciones del PPPT título III, además de otros documentos específicos, ampliaciones de un mínimo de 13 m² (15,5 m² para discapacitados), entre otras.

AGUA POTABLE

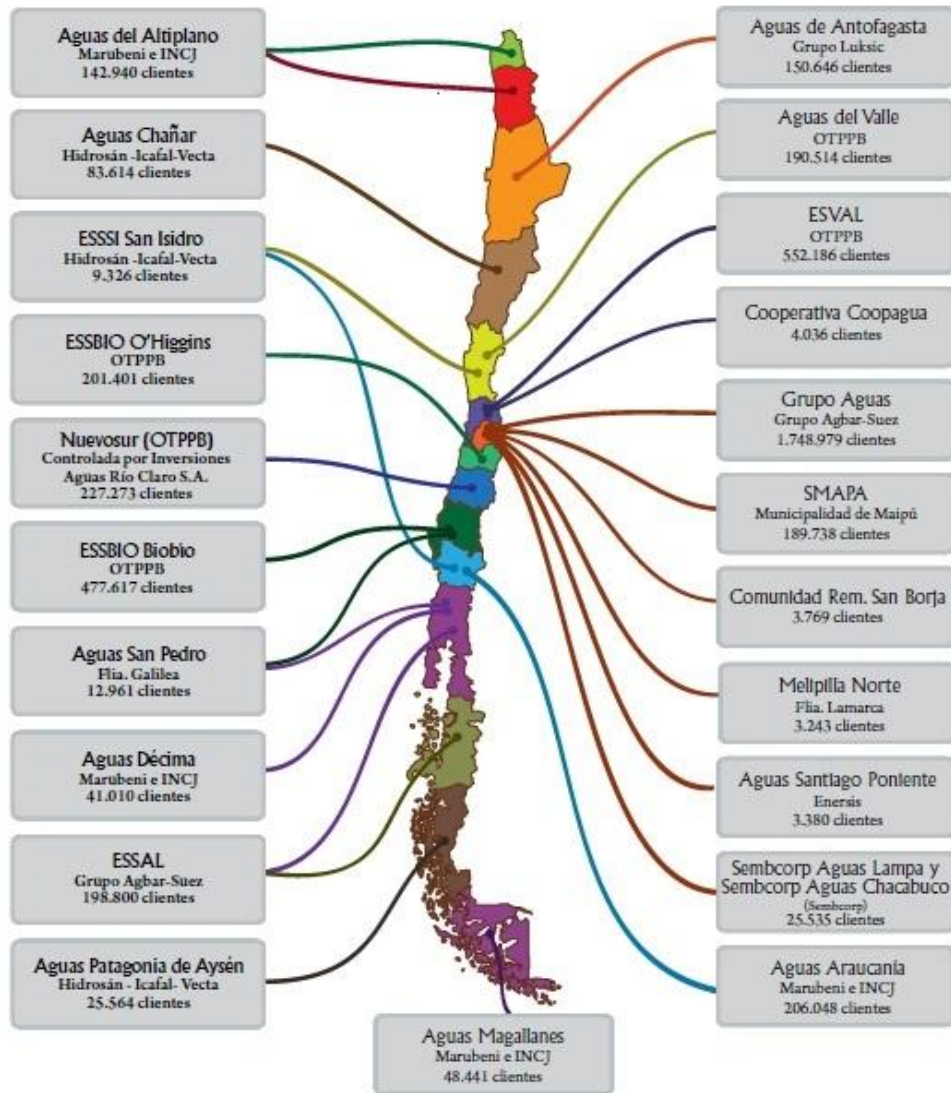
El agua es un recurso vital y cada vez más escaso. Sin agua, no hay vida, y por aquel motivo este recurso es un derecho básico y fundamental. Chile es un país privilegiado en este sentido, ya que posee abundancia de recursos hídricos y cuenta con una de las mayores reservas de aguas mundiales en la zona austral. Sin embargo, la distribución es irregular a lo largo del territorio debido a la diversidad de climas y geografías. El norte se presenta intensamente árido, con 500 m³ /habitante/año, mientras que en el sur abunda, con más de 160.000 m³/habitante/año. Esto genera diversos problemas en el uso y acceso al agua en las diferentes regiones chilenas.

De acuerdo a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), para Diciembre del 2011, las empresas sanitarias (ES) alcanzan un total de 57, de las cuales 53 se encuentran efectivamente en operación, atendiendo áreas de concesión exclusivas en las 15 regiones del país y abarcando un universo de 15,4 millones de habitantes. El 95,5% de los clientes del sector es atendido por empresas operadoras de propiedad privada, mientras que un 4,5% son usuarios de concesionarias del Estado, de municipalidades o cooperativas. Las 24 empresas principales que prestan servicios de distribución de agua potable

y de recolección de aguas servidas (alcantarillado) que atienden a más de 3.000 clientes y en conjunto atienden al 99,4 % de los clientes de las zonas urbanas del país, se dividen según el porcentaje de clientes dentro del territorio nacional, las cuales conforman las siguientes categorías:

- Mayores (más del 15% del total de clientes del país): Aguas Andinas.
- Medianas (entre 4% y 15%): Essbio, ESVAL, Nuevosur, Aguas Araucanía, ESSAL, SMAPA y Aguas del Valle.
- Menores (menos del 4%): Aguas Antofagasta, Aguas del Altiplano, Aguas Cordillera, Aguas Chañar, Aguas Magallanes, Aguas Décima, Aguas Patagonia de Aysén, Sembcorp Aguas Chacabuco, Aguas Manquehue, Sembcorp Aguas Lampa, Coopagua, Aguas San Pedro, COSSBO Remodelación San Borja, ESSSI San Isidro, Aguas Santiago Poniente, Melipilla Norte y otras empresas menores.

Otra forma secundaria de selección de las 57 ES (totalidad) es la zona en la cual operan, clasificándose de la siguiente forma: Zona norte (regiones XV, I, II, III y IV) con 10 ES, zona central (regiones V y metropolitana) con 36 ES y zona sur (regiones VI, VII, VIII, IX, XIV, X, XI y XII) con 15 ES, habiendo 2 ES que operan en más de una zona.

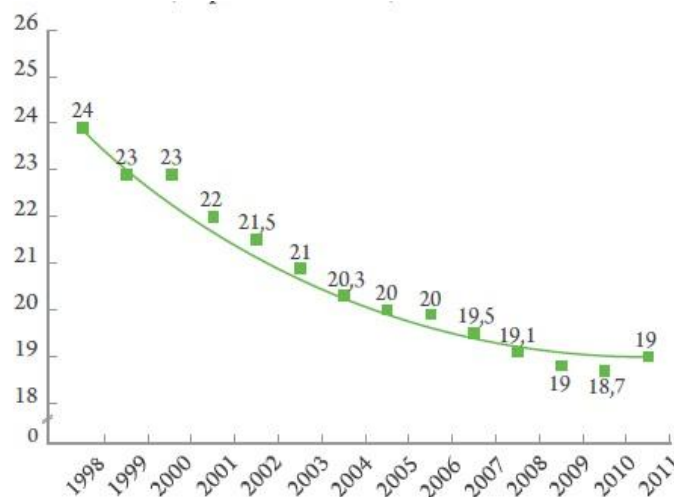


Principales empresas sanitarias en Chile
 [Fuente: Informe de Gestión Sanitaria 2011.]

Las familias chilenas que residen en centros urbanos han disminuido su consumo de agua en un 20% durante los años 1998 y 2008, según un estudio realizado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y publicado en El Mercurio en Agosto del 2009. Esta disminución está fundamentada principalmente en el cambio de hábitos, el aumento de los departamentos en las ciudades y la disminución de habitantes por vivienda, según los expertos.

Como indican las cifras publicadas por el INE y el Departamento de Estadísticas Demográficas y Vitales, en el año 2009 el consumo de agua potable alcanza 158 litros diarios por habitante, como promedio a nivel país, el cual aún está muy por sobre un nivel sugerido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual recomienda un volumen de 50 litros, la cual sería suficiente para beber, asearse, lavar y satisfacer las necesidades higiénicas.

Según el Informe de Gestión Sanitaria 2011, durante el mismo año, el consumo total de agua potable en centros urbanos fue de 1.034 millones de , superior en un 3,3% respecto a la cifra del año anterior. Luego de presentarse una baja sostenida por más de 12 años consecutivos, el consumo promedio por cliente muestra un leve aumento desde 18,7 a 19 metros cúbicos al mes, en promedio, 1,5% superior al valor de consumo de 2010. A continuación se presenta un gráfico de la evolución del consumo promedio anual mensual por cliente desde el año 1998, en el cual se exhibe una disminución de aproximadamente 26,32% en este periodo, hasta el año 2011.



Promedio anual de consumo mensual por cliente (m³ por cliente al mes)

[Fuente: Informe de Gestión Sanitaria 2011, SISS.]

Según el “Water Efficiency Manual” del año 2009, desarrollado por el departamento de medioambiente y recursos naturales de Estados Unidos, la distribución de consumo de agua (no considerando riego) es la que se presenta en la segunda columna (porcentaje) de la tabla 1. De acuerdo al Compendio Estadístico de Medio Ambiente 2010 del INE, para la zona ideal comprendida para este proyecto, el consumo promedio mensual por habitante de las regiones XV, I, II y III (con clima desértico) alcanza 4771 litros al mes, promedio marginalmente mayor al del resto del país, el cual asciende a 4760 litros mensuales. En la tercera columna se considera el consumo promedio diario por persona en las regiones del norte (en litros diarios). Se puede distinguir además entre los elementos que entregan agua del tipo reutilizable (la que posteriormente será tratada) y la no renovable, la que va directamente al alcantarillado. De acuerdo a la información previa, la distribución del uso del agua se distribuye como se muestra en la siguiente tabla:

Elemento	Porcentaje	Litros
Ducha	33%	52,8
Lavadora	23%	36,8
Cocina	7%	11,2
Lavamanos	5%	8
Reutilizable	68%	108,8
Inodoro	32%	51,2
No reutilizable	32%	51,2
Total	100%	160

Tabla 1: Uso del agua potable en el hogar (excluye riego)

[Fuentes: Water Efficiency Manual 2009 N.C. Department of Environmental and Natural Resources, USA (porcentaje) y Compendio Estadístico del Medio Ambiente 2010 INE (litros)]

De acuerdo a lo anterior, se puede calcular preliminarmente que al mes se puede reutilizar 3230 litros por persona, equivalente al 68% del consumo total, lo cual cubre la totalidad del uso del inodoro, dejando el agua restante para riego y otras actividades. Este volumen no es despreciable y actualmente

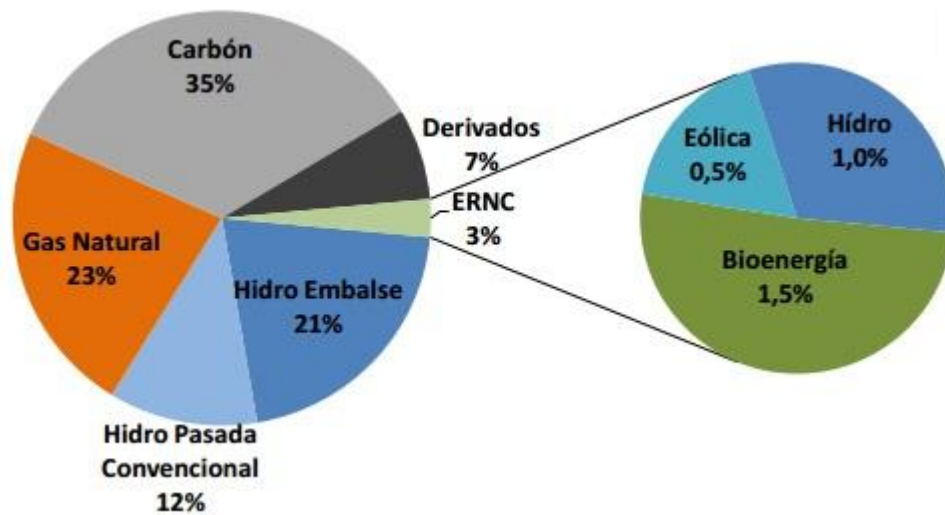
se pierde en el alcantarillado, si se pudiese aprovechar entregaría beneficios económicos al largo plazo para las familias beneficiadas, además de disponer agua en una zona donde esta es escasa.

Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), son los sistemas de gobierno y administración los que deben determinar de qué manera usar responsablemente el agua. Destaca que para el año 2030 la población mundial necesitará un 55% más de alimentos para subsistir, incrementando la demanda de agua para regadíos, ya que representa un 70% de todo el consumo de agua dulce. Por lo tanto, es de esperar que las autoridades tomen cartas al respecto, debido al escenario que puede aproximarse en los próximos años.

LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y RENOVABLE

Para contextualizar la situación, definiremos energía eléctrica como la forma resultante de una diferencia de potencial entre dos elementos que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. Dentro de estas energías, podemos encontrar la energía renovable (ER), la cual es cualquier energía que proviene de fuentes naturales. Como sub clasificación podemos distinguir la ER contaminante (ERC) y la ER no contaminante (ERNC). La ERC se obtiene a partir de la materia orgánica o biomasa, las cuales contaminan mediante emisiones de carbono, emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero y otras emisiones sólidas. Son renovables debido a que se pueden cultivar sus fuentes para producir energía, como es el caso del biodiesel. La ERNC no emite subproductos que afecten al medio ambiente. Entre estas se pueden encontrar la energía solar, eólica, hidráulica, mareomotriz y geotérmica como las más conocidas.

El consumo de energía ha alcanzado un crecimiento constante en los últimos años, basado en el estudio de “Distribución y Consumo Energético en Chile”. En el año 1997, como país presenta un consumo de 31.728 gigawatts hora (Gwh, corresponde a 1.000.000.000 watts), el que creció cerca de un 83% para el 2007, siendo los principales responsables de esta alza el aumento de consumo en el sector minero y la industria manufacturera. El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y el Sistema Interconectado Central (SIC) cubren casi la totalidad de la energía generada, la primera con 6,2% (90% clientes residenciales) y el segundo abarca el 92,3% de la población. El SING cubre desde Arica hasta Antofagasta, mientras que el SIC entre Tal Tal y Chiloé. Junto con el Sistema de Aysén y el Sistema de Magallanes conforman los cuatro sistemas independientes del país. Para fines de año pasado, el SIC y el SIGN ostentan una capacidad instalada de 17.469 megawatts (MW, corresponde a 1.000.00 watts). Para el año 2011, la generación bruta del SIC sumada a la del SING es de 61,9 terawatt hora (TWh, corresponde a 1.000.000.000.000 watts hora) y se distribuía de la siguiente manera:



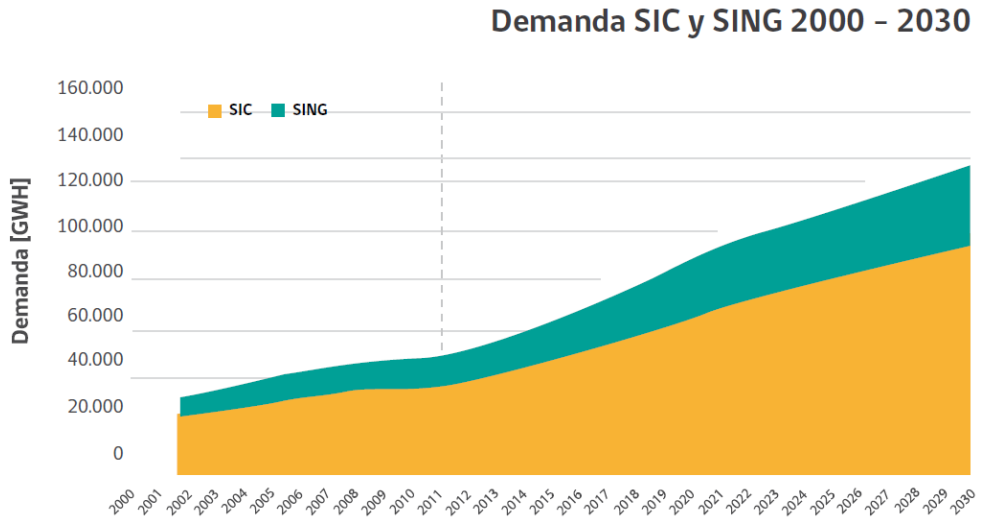
Generación porcentual SIC+SING al año 2011

[Fuente: Centro de energías renovables, Ministerio de Energía (datos al 10.04.2012)]

La energía proveniente del carbón ofrece precios bajos y estabilidad en comparación con combustibles como el gas natural y el petróleo. Las reservas son vastas, el proceso de transporte y generación son seguros y presentan disponibilidad continua de energía, no así en las renovables, como la eólica y solar (energía discontinua). La energía hidráulica es la menos costosa y es uno de los pilares de la oferta energética, sin embargo, su oferta es cíclica, debido a que depende de las condiciones climáticas. La energía renovable tiene bajos costos operacionales, pero requieren una fuerte inversión inicial. Muchas de estas están sujetas a incertidumbre, como la eólica y la mareomotriz, lo cual representa un punto a favor para la energía solar, ya que en los lugares señalados la probabilidad de que el sol se ausente es baja, específicamente en presencia del clima desértico normal y desértico frío, lo que se explicara en detalle más adelante.

Dentro de los próximos 20 años, es probable que en el caso de no exhibir cambios importantes en cuanto a la matriz energética, Chile podría eventualmente sufrir un desequilibrio. El principal factor sería la tasa de crecimiento anual de la demanda por energía, prevista en 6% - 7% por año de aquí al 2020 y 4% - 5% entre 2020 y 2030, correspondiente el aumento del PIB derivado del desarrollo económico, basado en datos de la Fundación Chile, específicamente en "The Democratization of Energy", presentado en junio de este año.

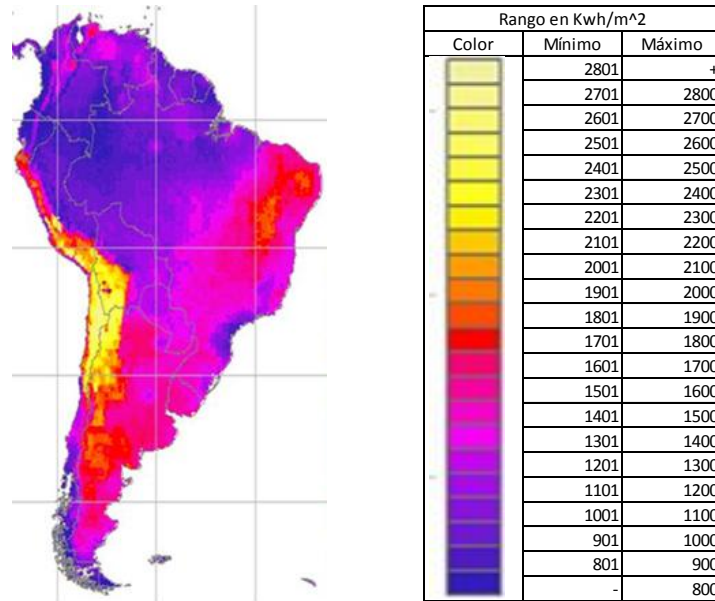
Para el año 2020, se necesitan 8 GW adicionales en electricidad. Es importante tomar en cuenta que parte de la oferta es importada, dependiendo de proveedores poco confiables, como Argentina y que las energías renovables representan un 4%, creciendo anualmente a un 12%.



Proyección de la demanda energética nacional hacia el año 2030
 [Fuente: Comisión Nacional de Energía y Ministerio de Energía]

El pronóstico de crecimiento en energía solar mundialmente está creciendo y Chile se sitúa como potencial líder en América del Sur. Este aumento puede transformar los mercados de la energía, fundamentado por el incremento en el costo de electricidad tradicional y la caída internacional de los sistemas de generación de energía solar, cayendo 80% desde 2008 y un notable 20% sólo en el año 2012.

Chile tiene una posición única a nivel sudamericano para producir energía solar, debido a que tiene la radiación solar más alta del mundo en el norte del país, respaldado por el registro solarimétrico del año 2008, elaborado por la Universidad Técnica Federico Santa María, pudiendo al mediano plazo mejorar su déficit y exportar energía al largo plazo para mejorar y diversificar la economía. Políticamente, mediante toma de decisiones centralizada (por parte del gobierno) se pueden reducir costos, aprovechar la curva de aprendizaje mediante la experiencia y tomar la posición de líder de mercado, características inexistentes hoy en la región.



Índices de radiación solar en Sudamérica

[Fuente: The Democratization of Energy: Distributed Solar Energy in Chile, Fundación Chile]

Las fuentes de energía tradicional, como el petróleo, el carbón, el gas natural, entre otras, producen un fuerte impacto medio ambiental, contaminando el aire, el agua y el suelo. Por otra parte, estas se están agotando, por lo que la solución viene dada por el uso de energías renovables, tendencia que se ha desarrollado a nivel mundial y parece ser una respuesta definitiva para generar un cambio en esta materia hacia el futuro.

Chile es fuertemente dependiente a nivel energético, y por lo tanto cada vez que se desea efectuar un análisis sobre las perspectivas del sector también se debe generar un estudio a nivel global, debido está sujeto a las importaciones de recursos energéticos, ya que importa gas, petróleo y carbón, por lo que debe tener ciertos cuidados cuando se trata decisiones energéticas estratégicas, a las cuales corresponde incorporar dos elementos claves: la disponibilidad de los recursos y el precio. En la posición actual de Chile, el cual

presenta una buena condición macroeconómica, debería preocuparse menos del precio y más de la disponibilidad, ya que se prevé que en 2025, el 64% del petróleo del mundo circulará hacia China, lo que significará que la disponibilidad de la energía a futuro no pasará por Chile, según datos de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Una de las claves para que Chile pueda encaminarse de manera sostenida hacia la seguridad energética es la promoción de los proyectos renovables. Claramente la energía renovable no solo está vinculada a una forma ambientalmente correcta y sostenible, sino también puede estar considerada como un medio estratégico a nivel industrial, ya que puede responder de manera importante a la necesidad de seguridad en materia de energía. En este último periodo se ha visto un interés definitivo, y mucho más visible por parte del gobierno esta materia, impulsado por el Programa País de Eficiencia Energética, el cual fue potenciado a finales de la década pasada, y un poco más recientemente con la creación de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Sin embargo, todavía hay bastante tarea por delante, partiendo por la falta de conciencia pública sobre la importancia en esta área. El país no ha sufrido ninguna crisis de abastecimiento visible y esto hace que la gente le dé una importancia relativa a un recurso que siempre tiene disponible, y a medida que el poder adquisitivo de los consumidores aumente (lo que ha estado aconteciendo en Chile), menos importancia se le brindará a la cuenta de electricidad.

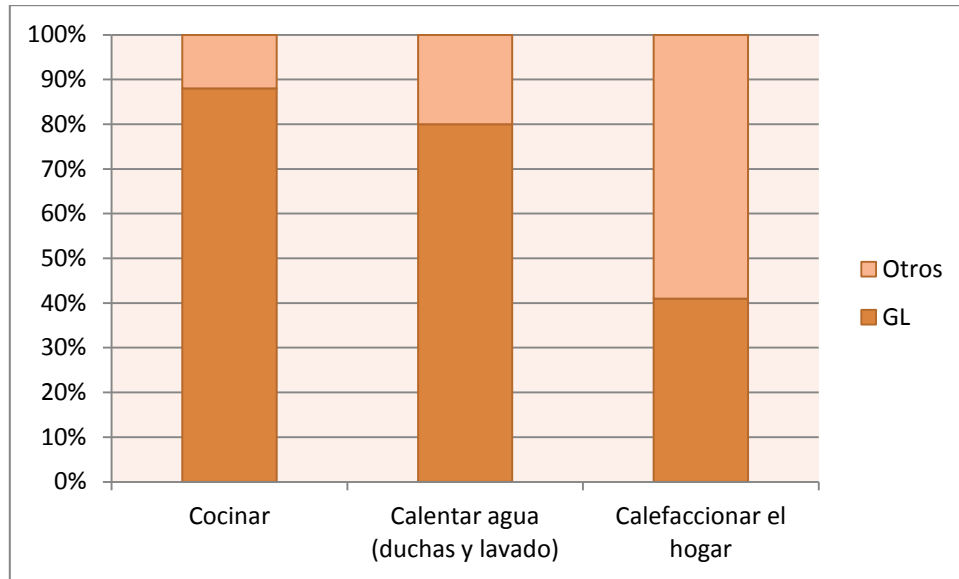
GAS LICUADO

El gas licuado de petróleo (GLP) es una mezcla de propano y butano que se utiliza normalmente como combustible principalmente en los hogares y de forma emergente en los automóviles. En Chile, para el año 2012, según datos de la Comisión Nacional de Energía (CNE), el volumen de venta alcanza los 1.147.767 m³, de los cuales el 62,54% son vendidos en cilindro y el 37,46% restante es distribuido a estanque de almacenamiento, venido a través de medidores o contra entrega. Los actores presentes en este mercado son un productor, importadores y las empresas que finalmente envasan y distribuyen haciéndolo llegar al consumidor final, resumidos en la siguiente tabla:

Productor	Importadores	Envasadoras y/o distribuidoras
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gasmar S.A. ▪ Norgas S.A. ▪ Abastible S.A. ▪ Lipigas S.A. ▪ Gasco S.A. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abastible S.A. ▪ Lipigas S.A. ▪ Gasco S.A.

Tabla 2: Empresas que participan en el mercado del GLP en Chile

Toda la información que se presenta a continuación es extraída del estudio “Radiografía del Consumidor de Energía Chileno para el Hogar”, realizado por Collect GFK. El gas licuado de cilindro (GL) y la electricidad son las fuentes más valoradas al interior del hogar debido a su costo y seguridad, ambos percibidos con una buena relación costo/beneficio, fundamental a la hora de elegir. Por otra parte, la leña, la parafina y el petróleo, presentan una percepción negativa por ser contaminantes, producir mal olor y ser causantes de accidentes. De igual forma, son una importante fuente de calefacción durante el invierno en muchas ciudades del sur del país, dado que sus costos son inferiores a otras energías.



Uso porcentual de GL en actividades del hogar

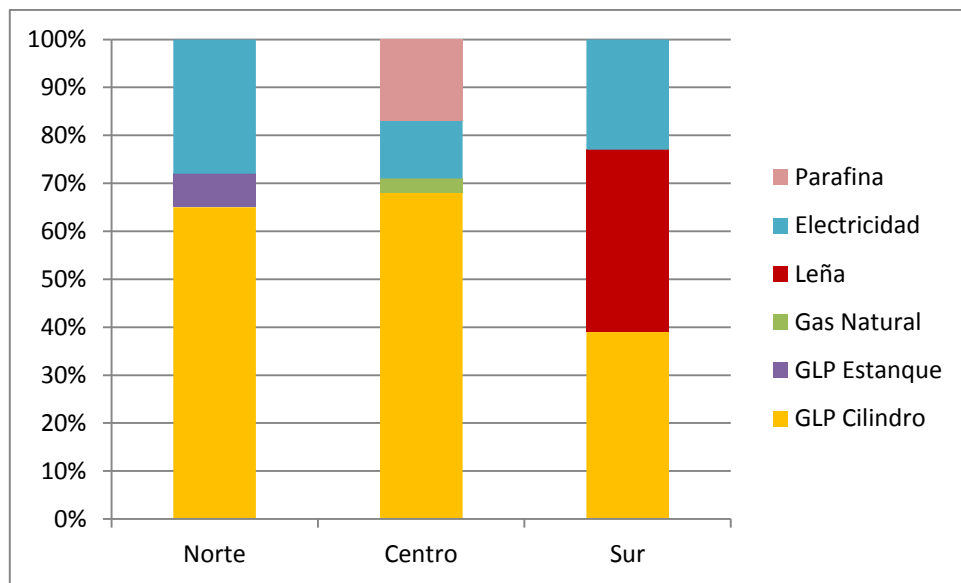
[Fuente: Radiografía del consumidor de energía chileno en el hogar, Collect GFK]

La principal utilización de GL en los hogares es para cocinar y calentar agua. Otros corresponden a gas natural, parafina, electricidad, leña u otro que no sea GL.

Prácticamente un 90% de los hogares chilenos tiene penetración de GL en todos los segmentos económicos y en las distintas regiones. Esta es una tendencia que viene de la década de 1960 y se ha acentuado en los últimos años porque las empresas han hecho planes de expansión cubriendo zonas en las que antes no tenían presencia. De todas maneras, este ha disminuido, ya que el consumo per cápita de GL en Chile al año 2012 fue de 43 kilos, levemente inferior a lo que se consumía hace 20 años, promediando 46 kilos, mientras que por hogares muestra un descenso mayor, de 185 a 142 kilos en las últimas dos décadas, lo que se explicaría más que nada por el menor número de personas que integran las familias en la actualidad.

Hay otros elementos ligados a la modernidad que han afectado al GL y que tienen que ver con la incorporación generalizada del uso de electrodomésticos en el hogar, como la masificación de los hornos microondas y hervidores eléctricos, que permiten reemplazar el uso de la cocina, tomando un peso cada vez mayor. Si se considera un uso intensivo del microondas y el hervidor eléctrico, podría alcanzar hasta un 50% del consumo en las cocinas. Sumado a esto, se pueden considerar los cambios en el hábito de alimentación, ya que la gente ahora consume más productos preparados.

Así como el uso de energía ha variado a lo largo de los años, también hay diferencias que se registran según las distintas regiones del país. En el norte el consumo es más estable a lo largo del año, ya que el GL se utiliza principalmente como fuente para cocinas y agua caliente, mientras que en la zona central y sur el consumo es más permanente, con un alza marcada en los meses fríos, ligado principalmente a la calefacción de viviendas.



Gasto porcentual estimado de energía en el hogar

[Fuente: Radiografía del consumidor de energía chileno en el hogar, Collect GFK]

Por zonas, los combustibles más usados tienen que ver con factores climáticos, disponibilidad y acceso. Mientras en la zona norte las diferencias de precio de GLP entre verano e invierno son de 7%, en el caso de la zona central sube 54% y en la zona sur 74%. En las regiones del sur el uso de leña para calefacción se dispara, aunque últimamente el cambio climático está jugando un papel importante, ya que las temperaturas han aumentado (disminuyendo el uso de calefacción) y ha hecho que la leña aumente su valor.

En materia de conveniencia económica, el GL se impone a nivel nacional con un 39,1% de las preferencias, seguido de la electricidad con un 26,2% y la leña con un 13,3%. Además del precio, las compañías han sumado otros factores, como mejorar la atención al cliente, facilitar el rápido acceso al combustible (por ejemplo, disponiendo de una red de camiones distribuidores) e incorporando nuevos medios de pago (como tarjetas de crédito, débito o de multitiendas). Si se toma en cuenta la seguridad y el grado de contaminación, la energía eléctrica es la que lleva la delantera. Basado en estos datos, un 53,7% de los consultados escogió la electricidad como la fuente más segura, seguida por el GL con un 27,2% y la leña con un 6,4%. También logra mejores puntuaciones que sus competidores en los atributos “más limpia” y “no contamina” o “es ecológica”. La valoración de estos factores es una tendencia creciente entre las personas a la hora de optar por una fuente energética, aunque la preferencia por su consumo sigue concentrándose en los estratos socioeconómicos más altos, ya que aunque el cliente aún prioriza mucho el impacto económico, cada día más evalúa y sopesa el impacto medioambiental, sobre todo los efectos de la contaminación cuando ésta se produce al interior de su vivienda. Pese a tener un costo más elevado, el consumo de electricidad para calefacción también se ha visto favorecido por la tecnología, ya que la oferta de aparatos a precios variados ha hecho que éstos sean accesibles a un espectro más amplio de la población.

Incluso con una mala percepción expresada por los consumidores sobre las fuentes energéticas que resultan menos eficientes o contaminantes, no está claro si ello pesa lo suficiente para asumir el costo. Un claro ejemplo es la mantención del uso masivo de leña en el Sur, especialmente verde (húmeda), que ha elevado fuertemente los niveles de contaminación en ciudades como Rancagua o Temuco, lo que ha significado varios episodios de emergencia ambiental.

El estudio señala que existe una alta permeabilidad a usar energías alternativas, como la del tipo solar (siete de cada diez hogares señalaron estar dispuestos a hacerlo) incluso asumiendo los costos de instalación que requieren, siendo la principal motivación el poder lograr un ahorro al largo plazo, apoyada en la posibilidad de contribuir con el cuidado del medioambiente.

PROYECTO VIVIENDA SOCIAL SUSTENTABLE

El proyecto en sí consta en un modelo de vivienda social que incluye un sistema hídrico que reutiliza la mayoría del agua para otras actividades, las llamadas “Aguas Grises” provenientes de lavadora, lavamanos, lavaplatos, ducha y todas las que no contengan excrementos, que son llamadas “Aguas Negras”, para su uso posterior en el riego y en el inodoro. Dependiendo de cuantos metros cuadrados de jardín posea la vivienda, el excedente de agua será un tema de estudio posterior, ya que no es trivial qué hacer con el volumen que no se reutiliza, analizando quien debe hacerse cargo y para que fines, por lo que surgirán una serie de opciones que no se incluirán en este proyecto. Una opción razonable sería utilizarla para áreas verdes de uso común, como la inclusión de una plaza o para el uso de la agricultura, pero se deja la posibilidad abierta para definirlo posteriormente por las autoridades responsables, ya que esto además considera un mercado independiente. En forma paralela esta vivienda pasará a conformar un conjunto habitacional y es ahí donde se evaluará, en conjunto con un volumen de consumo que lo haga más atractivo, de acuerdo a las economías de escala para el tratamiento de aguas.

Este prototipo busca algo parecido a lo presentado por el arquitecto Carlos Coronado, que además de incluir el sistema de aguas grises y de eficiencia energética, incorpora una serie de características sustentables, como el uso de poliuretano (el cual no se incluirá en el análisis de costos). Este modelo está diseñado para 5 habitantes y posee unos 55 m² construidos. Para el control de temperatura posee paneles de aislación térmica y ventilación cruzada en ambos pisos, que permiten temperaturas más estables en el año, ideal para la diferencia de temperatura del clima desértico, además de una mayor cantidad de ventanas para mejorar el ingreso de la luz solar. Esto se

alinea a lo comunicado por el gobierno en cuanto a alcanzar un tamaño promedio de 50 m² construidos al año 2014, además de mejorar la eficiencia energética de las viviendas y la construcción sustentable a través de subsidios específicos y otros acuerdos con organismos relacionados, según lo comunicado en el Informe de Política Social 2011 del MIDEPLAN.

Las razones por las que se consideran cinco habitantes son principalmente dos: la inclusión de un adulto mayor y el incentivo para las familias a tener dos o más hijos. Como se describe anteriormente, la población chilena envejece rápidamente y es necesario que exista integración social mediante este tipo de medidas (refiriéndose al llamado de ampliación para adultos mayores). Esto debe ser complementado con otras políticas públicas que complementen esta integración, ya que son insuficientes, reconociendo que el SENAMA tiene aún una gran labor por delante. Por otra parte, de acuerdo a los resultados preliminares del Censo 2012, se informó en Abril de este año que el promedio de hijos por mujer descendió de 1,59 a 1,45 en 10 años, dejando a Chile por debajo de la tasa que permite el recambio demográfico y el retraso de envejecimiento de la población, provocando una prematura disminución de la población nacional. Por lo tanto, para la entrega de la vivienda (y del subsidio), deben considerarse familias que cumplan con la proyección de cinco integrantes, para contrarrestar este suceso al largo plazo, además de generar otras medidas que aumenten la natalidad.

De acuerdo al catálogo del MINVU, Política Urbano Habitacional de Calidad e Integración del año 2009, en el cual se destacan 45 conjuntos habitacionales construidos a nivel nacional para el año 2009, los proyectos en el norte (regiones XV, I, II, III y IV) han sido del orden de 145 viviendas promedio (sólo considerando casas, no departamentos), por lo que se decide que un número de 100 hogares está dentro de los límites prudentes, ya que por

un lado se puede tomar ventaja de las economías de escala al tiempo de su edificación, y a la vez, se debe tener cierto resguardo en el riesgo si se toma la decisión de ejecutarlo, ya que al ser un conjunto experimental servirá como ejemplo para saber qué aspectos se deberían mantener y cuales se deberían mejorar (después de su eventual construcción). Adicionalmente, todos los proyectos que se ubicaban en grandes urbanizaciones contaban con dos pisos y características similares a este prototipo en términos de distribución, incluyendo un baño, cocina, estar-comedor y dos habitaciones, con la posibilidad de ampliación.

ESPECIFICACIONES BÁSICAS

Es importante considerar, desde el inicio de la construcción de las viviendas, que el hecho de incluir los elementos desde el diseño hace que estos puedan ser utilizados (ya que en ocasiones no es posible por la estructura de la vivienda) y que el costo sistema de tratamiento de aguas baja considerablemente en relación a incluirlo posteriormente a la edificación, debido a las instalación de tuberías y cañerías, que implican romper paredes y otras obras civiles menores. Por tanto, hay una serie de especificaciones que se deben tomar en cuenta a priori, las cuales se mencionan de forma general en el siguiente párrafo.

De acuerdo a las fichas técnicas de los paneles y del termo solar, la estructura del techo debe soportar el peso conjunto, además de tener suficiente espacio para que estos se sitúen en el mismo sin dificultades. El calentador solar tiene un peso de operación estimado de 330 kg, mientras que cada panel tiene un peso de 19 kg, sumando un total de 76 kg (4 paneles). En resumen, la estructura superior debe tener en cuenta este “sobrepeso”, que suma un

estimado de 406 kg. En cuanto a la superficie, la superficie del termo es de 3,13 m² y cada panel 1,63 m² (6,52 m² considerando los 4 paneles). De acuerdo a esto, la superficie mínima para instalar estos elementos es de aproximadamente 9,65 m². La orientación del termo, al igual que la de los paneles debe ser en dirección norte, además deben estar preferentemente en 45° respecto al sol.

Para el sistema de aguas grises, es necesaria una instalación que consta de tuberías independientes por donde circulan las aguas grises recolectadas, para luego ser tratadas. Estas tuberías deben ser específicas para agua no potable y deben estar señalizadas para diferenciarse del resto, al igual que las llaves de agua (si es que se toma en cuenta la utilización para riego residencial). Es necesario además prever que la entrada de agua de la red garantice el mínimo caudal para el correcto funcionamiento de todo el sistema y así asegurar el suministro de agua a la cisterna del inodoro.

ASPECTOS LEGALES

Lamentablemente este sistema hoy en día no se puede implementar, ya que de acuerdo a la tecnología escogida para el tratamiento de aguas, que es más simple y económica, existen impedimentos legales que impedirían su aplicación, como la norma chilena (NCh) 1105 y la 1333, entre otras políticas relacionadas, las cuales hablan del alcantarillado de aguas residuales y ciertos estándares que obligatorios que debe cumplir la calidad del agua para los diferentes usos, dentro de un marco regulatorio. Asimismo se debe tener presente que en las áreas urbanas concesionadas es obligatorio estar conectado a las redes de agua potable y alcantarillado, tal como lo indica la normativa actual.

Es imperioso y urgente establecer una planificación y gestión sustentable de recursos hídricos e introducir cambios importantes en el actual marco jurídico-legal chileno, para llevar a cabo cambios en la construcción de viviendas y de otros inmuebles públicos o privados, siendo esta la piedra de tope fundamental para avanzar hacia un uso más eficiente de los recursos hídricos. Esta situación debe ser analizada y estudiada por los agentes públicos y autoridades pertinentes tal como ha ocurrido en países como México, Israel y Australia, los cuales llevan más de 10 años en el campo de la reutilización de aguas.

En resumen, hoy no existe una normativa específica para los sistemas de reciclaje, lo cual genera incertidumbre. Un paso clave para avances en esta materia es la modificación del decreto 236 del Ministerio de Salud, el cual no distingue aguas negras de las grises. Este punto será abordado con mayor profundidad en el estudio de viabilidad legal.








LOCALIZACIÓN

Como se mencionó anteriormente, la falta de agua en la zona norte es un asunto que puede agudizarse en el futuro, debido principalmente a las condiciones climatológicas presentes en el lugar y al aumento de población. Aunque de un lado representa un problema, puede tomarse como una ventaja desde el punto de vista de disponibilidad solar, ya que se pueden incluir en este prototipo el uso de paneles fotovoltaicos para energía y calentadores solares, para el suministro de energía y suministro de agua temperada.

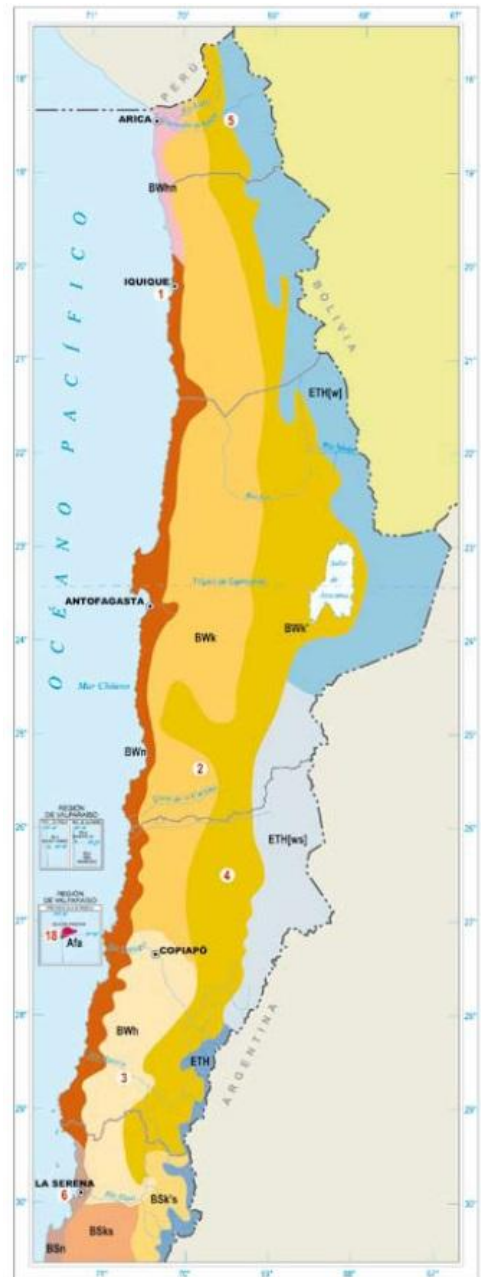
El tipo de clima desértico reúne condiciones propicias para construir esta vivienda. Este se sitúa desde el límite norte hasta la latitud de La Serena

(480 km) aproximadamente, cubriendo la costa, la depresión intermedia (pampas y cuencas que se desarrollan entre la cordillera de la costa y de Los Andes) y parte de la cordillera Andina. La gran sequedad atmosférica hace que los cielos estén extremadamente limpios la mayoría del año. Estos climas carecen absolutamente de lluvias significativas y de fuertes oscilaciones térmicas diarias, donde la temperatura media va desde los 10°C en los meses fríos a 18°C en verano, acumulando una precipitación anual de 80 mm (milímetros) promedio, que en algunos lugares se reduce prácticamente a 0.

Dentro del clima desértico se pueden apreciar otras sub clasificaciones:

BW	Desértico
	Con nublados abundantes
	Normal
	Marginal bajo
	Cálido con nublados abundantes
	Frío
	Tundra con nula o poca precipitación
	Tundra con precipitación estival

Dentro del clima desértico normal (BWk) y desértico frío (BWk¹), los cuales tienen cielos despejados prácticamente todo el año, además de poseer alta radiación solar, existen algunos asentamientos urbanos importantes, que representan



potenciales locaciones para el proyecto, entre los cuales podemos encontrar a Pozo Almonte, María Elena, Calama, Baquedano, El Salvador y Diego de Almagro; los cuales han crecido principalmente gracias a la minería y se espera que este continúe. De igual forma, se podría aplicar en otras ciudades, como Arica, Putre, Iquique, Tocopilla, Mejillones, Antofagasta, Tal Tal, Chañaral, Caldera, Copiapó, Tierra Amarilla, Huasco, y Vallenar, por mencionar algunas, para así aprovechar las condiciones climatológicas y fomentar el desarrollo sustentable en el norte grande del país.

CAMBIOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA

SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUAS GRISES

El agua es un recurso vital para todos los seres vivos y es fundamental optimizar su uso hoy para evitar su escasez mañana, la cual surge a raíz de la disminución de las reservas mundiales de agua dulce. A partir de lo anterior, actualmente se hace indispensable utilizarla de forma eficiente, reduciendo el consumo y reciclarla, siendo una buena opción la recolección de aguas grises para su posterior reutilización. Este sistema es factible de aplicar desde el punto de vista económico y ecológico, ya que representa un ahorro y representa una inversión razonable para su ejecución.

En general, un proceso de aguas grises es el que trata el agua derivada de lavadora, lavamanos, lavaplatos, ducha y todas las que no contengan sólidos, para su uso posterior en el riego y en el inodoro. Este se puede apreciar de forma general en el siguiente diagrama presentado en la página siguiente.

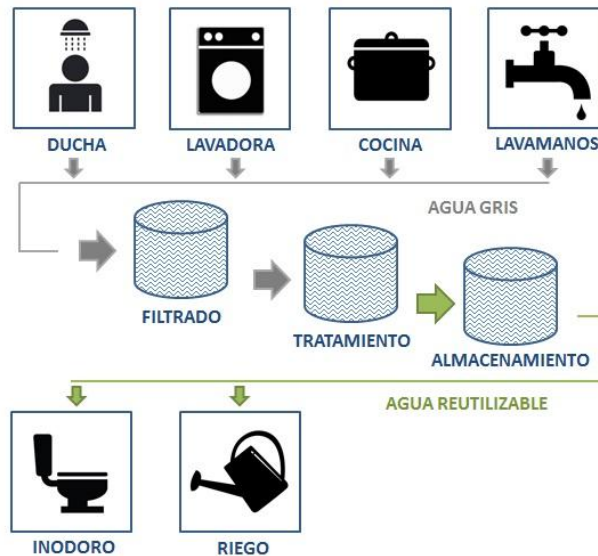


Diagrama Sistema de Aguas Grises
[Fuente: Propia]

Este sistema requiere la instalación consta de tuberías independientes por donde circulan las aguas grises recolectadas, para luego ser tratadas. Estas tuberías deben ser específicas para agua no potable y deben estar señalizadas para diferenciarse del resto. Es necesario además prever que la entrada de agua de la red garantice el mínimo caudal para el correcto funcionamiento de todo el sistema y así asegurar el suministro de agua a la cisterna del inodoro (o los inodoros en el caso de que sean dos o más).

En Chile, el uso de aguas grises tratada es posible, aunque no enfocada a la reutilización en el inodoro, como ocurre en el otros países, sino que puede ser utilizada exclusivamente para riego de acuerdo a la normativa vigente, que además exige ciertos parámetros respecto a la calidad del agua. La Política Nacional de Riego y drenaje respalda de forma indirecta el uso de aguas grises con fines de riego, aunque claramente sería mejor ampliar su uso. Se debe considerar para el análisis que la actual legislación asume el costo de

alcantarillado a partir del consumo, por lo que el ahorro viene únicamente de la disminución en el uso de agua potable y no en la disminución de descarga al alcantarillado, noción apoyada por la DGA.

A pesar de esto, comienzan a surgir en el país empresas que instalan este tipo de sistemas, las cuales se enfocan principalmente en viviendas individuales y en menor medida en inmuebles donde se reúnen los ciudadanos, como hoteles y universidades. Si ya se utiliza en otras latitudes, es porque las personas pueden percibir un beneficio al largo plazo, lo cual esperamos comprobar más adelante. Un punto a considerar, indica que la gran diferencia en términos monetarios, es que aplicando la instalación antes de la construcción de la casa (considerándola desde un inicio), resulta mucho más conveniente que instalarla cuando la casa está construida, haciéndola en ocasiones imposible. Por lo tanto, representará un costo menor, y a la larga, un ahorro significativo en el consumo de agua.

El método escogido para este procedimiento dentro de la oferta nacional fue el tratamiento de aguas grises ofrecido por la empresa Vigaflow, el cual cumple con toda la normativa vigente para el reuso en riego de áreas verdes. El proceso de purificación básico consiste en cuatro estados al que se somete el agua tratada: digestión anaerobia, oxigenación, decantación y desinfección. En la primera etapa las aguas grises con elevada carga de sólidos en suspensión se someten a un tratamiento anaeróbico para reducir el volumen de los sedimentos orgánicos. Luego entra a un proceso de homogeneización de los fangos, donde el agua es aireada y homogeneizada. Posteriormente, en la etapa de clarificación, se produce la floculación y sedimentación de los sólidos, además de la recirculación del fango hacia el reactor de oxigenación. Finalmente alcanza la aireación de los lodos para nuevamente reducir el

tamaño de los sólidos. Este proceso esta posteriormente descrito con mayor detalle en el estudio técnico.

OTRAS CONSIDERACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA

Los inodoros convencionales utilizados en la mayoría de las viviendas consumen grandes cantidades de agua, debido a que originalmente fueron diseñados sin considerar el gasto de agua en cada descarga. Por lo general, estos están en uso desde su instalación inicial y no son reemplazados, ya que no es un artículo que se cambie con frecuencia, produciendo pérdidas innecesarias de agua. En general, se recomienda disminuir el consumo de agua de los inodoros mediante su reemplazo por uno eficiente, pero es este caso se contempla considerarlo desde el comienzo. Estos utilizan volúmenes de agua menores, los cuales tienen dos opciones de descarga, una media y una completa, dependiendo de la necesidad. Un inodoro convencional consume entre 13 y 20 litros por descarga, dependiendo del modelo, mientras que uno eficiente puede llegar a gastar menos de 6 litros. El ahorro generado corresponde a un rango de entre un 54% hasta un 70%. Así, además de la disminución directa, se reduce el volumen de las aguas grises vertidas al alcantarillado, repercutiendo positivamente en su posterior tratamiento. Los datos están respaldados en una publicación sobre Inodoros Eficientes elaborada por la Dirección de Agua del gobierno de Costa Rica.

Para incluir un ahorro aun mayor a la vivienda, hay que tener en consideración la inclusión de grifería eficiente, análisis asentado en la Ficha A-25 de la Junta de Castilla y León. Las llaves de agua monomando es un tipo de grifo mezclador que mediante una palanca controla el volumen, la apertura y el cierre, posibilitando la mezcla de temperatura y, los cuales pueden llegar a

ahorrar un 65% del agua. Este tipo de llave es cada vez más común en los domicilios debido a su sencillez y su estética. El caudal de agua se regula moviendo la palanca hacia arriba y abajo, mientras que el control de temperatura se realiza girando gradualmente la palanca de izquierda a derecha. En su interior contiene piezas cerámicas con una pequeña holgura entre ellas, las que garantizan la eliminación de fugas y goteos, fundamental debido a que una llave en mal estado (goteando) puede derrochar hasta 75 litros diarios. La selección de temperatura y el volumen requieren menos tiempo y en consecuencia reducen el consumo de agua al momento de su regulación, apertura y cierre. Adicionalmente al monomando, se puede incluir (aunque en algunos modelos está considerado) adaptadores del tipo aireadores o perlizadores, los cuales rompen el chorro de agua mezclándolo con el aire, consiguiendo un aumento en el volumen del chorro y de la superficie de contacto entre el agua y el objeto a mojar. Dependiendo de la presión de la red, se consigue una reducción de caudal de entre un 30% a un 60%. El usuario no se percata de que el dispositivo de ahorro está instalado, ya que no requiere ningún cambio en los hábitos para posibilitar la baja en el consumo. Estos se pueden incluir en los grifos del lavaplatos, lavamanos y en la ducha.

PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

La energía solar fotovoltaica se obtiene a través de la captación de luz y calor, la que llega en forma de radiación a la superficie terrestre. Los paneles fotovoltaicos están hechos de materiales semiconductores o células fotovoltaicas, lo que permite el cambio de energía solar a eléctrica. Estos funcionan mediante la estimulación de las celdas que provocan saltos eléctricos, generando la diferencia de potencial necesaria para generar

energía. El acoplamiento de los módulos permite obtener mayor voltaje de forma sencilla. La potencia de esta varía según la hora del día, latitud y condiciones atmosféricas asociadas al lugar donde se instalan los paneles en conjunto con el resto del sistema, transformándola en un tipo de energía alterna (discontinua). Por tanto, la localización es clave, punto que fue explicado anteriormente.

Antes del año 2000, era impensado el uso de paneles, básicamente por su alto precio, debido al elevado costo de elaboración y el valor del silicio. En los últimos años, se ha incrementado su uso principalmente por la concientización de cambios hacia energías alternativas y a la baja del costo, debido a la entrada de nuevos actores por el lado de la oferta, haciendo protagonista a países como China que han comenzado a producir este tipo de elementos.

Algunas ventajas destacadas de su uso en comparación con el resto de las energías no renovables es que no contamina el medio ambiente, no perjudica la calidad del suelo ni del aire, disminuye las emisiones de gases, contribuye al desarrollo sostenible, es inagotable, es gratis, permite su obtención en todo el mundo (aunque sujeto a varios factores) y permite entregar energía en lugares donde no hay suministro eléctrico tradicional. En contraparte, tiene algunas desventajas como el bajo aporte que puede proporcionar un panel, necesitando un número importante para producir energía, la alta inversión inicial debido a la tecnología específica, el alto precio en el corto plazo y la dilución de energía, proveniente de la inestabilidad de las condiciones, como el ángulo de recepción, nubosidad, estación de año, entre otros, los cuales hacen necesario un sistema de almacenamiento (baterías de ciclo profundo) para su posterior uso.

El panel elegido para realizar la evaluación es un modelo CSUN255-60P, el cual tiene una eficiencia del 15,71%, 255W máximos de salida y una garantía de 25 años. Este es fabricado en China y debido a la descripción del producto se puede apreciar una buena relación precio-calidad. El tiempo estimado de vida útil son 30 años.

Dependiendo del consumo de energía eléctrica por vivienda se debe escoger el sistema adecuado que permita abastecer todas las necesidades del hogar, sujetas al número de habitantes y a las condiciones climatológicas, variables que definen la elección de los componentes. Para una zona donde hay sol prácticamente todo el año y una alta radiación, además de un consumo promedio de 250kWh (kWh, corresponden a 1.000 watts), se calcula que el conjunto de elementos capaz de abastecer el 90% del consumo del hogar, está compuesto por los siguientes elementos:

- 4 paneles de 250 w (watts)
- 2 controladores de 40 AH (Ampere Hora)
- 4 baterías de ciclo profundo de 100 AH
- 1 inversor de 5000 w

Este conjunto permite ahorrar, para una vivienda con un consumo promedio mensual promedio mensual de 250kWh (5 habitantes), cerca del 90%. Para efectos de la información en la viñeta, ampere se refiere a una unidad de intensidad de corriente eléctrica.

El hecho de que éste sistema no sea autónomo en un 100% es consecuencia de un factor técnico importante presente en algunos equipos eléctricos utilizados en el hogar. Los artefactos que pueden ser utilizados con la instalación de los paneles son aquellos equipos de bajo consumo, como las ampollas, televisores, computadores, cargadores, equipos de música,

decodificadores, entre otros. Mientras que los equipos de alto consumo (con motor) no pueden ser suplidos porque tienen un pick de partida, el cual puede quemar el circuito. Estos son principalmente lavadoras, refrigeradores, centrifugas, hervidores, hornos eléctricos, secadores de pelo, taladros, bombas de agua, entre otros. Por lo tanto, para efectos de este estudio, se considera la alternativa de que el sistema esté conectado a la red eléctrica, para poder utilizar todos los artefactos mencionados anteriormente. Una opción para que la vivienda sea 100% autónoma a la red eléctrica es adquirir un generador diésel de 3000w, el cual tiene un costo de referencia aproximado de \$230.000 pesos (válidos para el mes de mayo del año 2013), el cual no está contemplado en el sistema.

Por cierto, la gran ventaja de estar conectado a la red es que se pueden vender los excedentes de energía a las compañías eléctricas, de acuerdo al nuevo proyecto de ley llamado “Net Metering”, que regula el pago de tarifas eléctricas a generadores de energías renovables no convencionales, el cual permite devolver la energía no utilizada e inyectar esta misma nuevamente al sistema. La entrada en vigencia está considerada para principios del próximo año y por el momento aún no ha sido dictado su reglamento. En consecuencia, todavía no están claros los beneficios ni reglamentada la instalación en esta ley, ya que al devolver la energía esta sería pagada preliminarmente entre un 50% al 60%, el cual, según los expertos, debería modificarse para un mínimo de 100%, y porque no, hasta un 150%, para producir un incentivo económico, la cual es una tarea de estudio para las autoridades que atienden esta legislación, siendo un asunto no menor y complejo que puede resultar clave en el desarrollo energético. Con todo lo positivo que puede tener una ley como la aprobada, no se espera que signifique un despegue para la generación eléctrica a través de energía renovable, en cuanto no genere incentivos económicos reales.

TERMOS SOLARES

Un calentador de agua solar es un sistema sencillo y resistente, construido tradicionalmente a base de aluminio y acero inoxidable, donde el agua circula por una serie de tubos el cual eleva su temperatura. Este además necesita una bomba de presión de agua y todo el sistema adicional de instalación de cañerías que lleven el agua al calentador, luego a la bomba de presión para finalizar en la ducha, la llave del baño, lavadero o la cocina. Su vida útil es de 20 años aproximadamente y no requiere mayor mantenimiento, recomendando una limpieza completa cada 2 años.

El calentador de agua propicio para 5 personas es aquel que posee una capacidad de 250 litros, de acuerdo a lo investigado y aconsejado por expertos en la materia, principalmente arquitectos, quienes recomiendan que el estanque debe ser de 50 litros por persona. Para efectos de este análisis se escogió un calentador de agua solar marca Chisol modelo ACT.250, el cual tiene la capacidad de 250 litros, debido principalmente a su precio, su facilidad en la instalación y resistencia a las condiciones a las cuales será expuesto. Este tiene un tiempo estimado de vida útil de 20 años.

Las ventajas que ofrece son numerosas, siendo la principal el ahorro en gas licuado, que va desde un 50% a un 80% en la cuenta total, dependiendo de las condiciones de radiación, temperatura, modelo del equipo, entre otros factores. La independencia del calefón representa mayor seguridad en el hogar, además de ser ecológico (no emite gases), fácil de instalar, fácil en su mantención, entre otras ventajas asociadas. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las duchas deben ser de un tiempo breve, para poder mantener un cierto volumen de agua a cierta temperatura.

El gobierno ha dado señales positivas respecto al uso de estos aparatos, con la franquicia tributaria para colectores solar térmicos (CST), la cual está vigente desde agosto de 2010, la cual específicamente es una franquicia impositiva subsidia hasta el 100% del costo de los sistemas solar térmicos, para producir agua caliente en viviendas nuevas de hasta un valor de 4.500 UF. El subsidio va dirigido sólo a empresas constructoras y para viviendas nuevas, el cual financia diferentes porcentajes sujeto al valor de la vivienda:

- 100% del valor del sistema con un tope de 32 UF para viviendas de hasta 2000 UF.
- 40% del valor del sistema con un tope de 32 UF para viviendas entre 2001 UF y 3000 UF.
- 20% del valor del sistema con un tope de 32 UF para viviendas entre 3001 UF y 4500 UF.
- En el caso de los edificios, los topes varían entre las 23 y 29 UF dependiendo del tamaño de la superficie del sistema.

A partir de este, se han realizado proyectos como el de Pudahuel (del año 2011), donde participaron 14 viviendas, con el fin de medir la viabilidad y la conveniencia de la energía solar.

Sin embargo, uno de los problemas del subsidio de sistemas solares es que hay un costo financiero importante para la empresa que debe adquirir los equipos, ya que reciben el pago al final de la obra, que puede llegar a ser uno o dos años después de la compra. La instalación y posterior mantención también podrían generar costos post venta generando otro inconveniente, debido principalmente a la inadecuada operación por parte de los usuarios.

ESTUDIO ECONÓMICO

La parte principal en la preparación de un proyecto es el estudio económico, en este caso calcular los costos y beneficios asociados a la inclusión del sistema de tratamiento de aguas grises, los paneles y el calentador en una vivienda. Es importante destacar que existen costos no cuantificables monetariamente que no se consideran, como el carácter no contaminante ligado a este tipo de energías limpias y cómo afecta esto a las personas, ya que son variables que mejoran el bienestar y deben ser consideradas como beneficio social, las cuales se excluyen del análisis. Es importante, por ejemplo, si una de las posibilidades de utilizar el agua es el riego de una plaza que este ubicada cerca a estas viviendas, aumentaría la calidad de vida, incentivaría el deporte, reduciría las enfermedades, entre otras, las cuales son subjetivas en su cálculo y en cuanto sean identificadas, el gobierno o ente a cargo podrá sumarlo (monetariamente) de forma que estime conveniente, reduciendo los costos del proyecto.

Antes de comenzar a cuantificar los ingresos y egresos, es importante recalcar que sólo se tomarán en cuenta aquellos que sean adicionales a los de la típica construcción de un conjunto de viviendas sociales, para simplificar la estimación, donde el VAN es del tipo incremental. Por lo tanto, no tomaremos en cuenta las maquinarias con las cuales se construyen los inmuebles ni los profesionales implicados en el mismo.

Los cálculos en la remuneración son basados en los precios del mercado laboral y sobre datos proporcionados por instaladores relacionados en esta materia, de acuerdo al sistema de reciclaje de aguas grises descrito preliminarmente, lo mismo aplica para los paneles solares y el calentador de agua solar. En cuanto a los materiales, la información fue extraída de diferentes

fuentes, principalmente tiendas especializadas para los componentes solares y de diferentes ferreterías y centros de construcción, principalmente Homecenter Sodimac, Easy y Construmart. Con lo que respecta a la cuantificación de los insumos generales, se utilizaron precios de mercado e información de personas que trabajan instalando estos artefactos.

En cuanto a la mano de obra, es importante considerar que actualmente en Chile existe personal capacitado para la instalación de estos artefactos. Iniciativas como los cursos de capacitación de técnicos en energía solar térmica de pequeña escala, dictados por el Centro de Innovación energética de la Universidad Técnica Federico Santa María, en el marco del Programa Solar del Ministerio de Energía y el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo del año 2012, sumadas a las capacitaciones privadas, son muestras de que hay mano de obra especializada para llevar a cabo este proyecto sin mayores inconvenientes. Por el lado de los sistemas de aguas grises, hay muchas organizaciones privadas ya que están implementándolos, principalmente en menor escala, por lo que deja al gobierno atrás en esta área, donde debería tener mayor participación.

Como se considera una localización general y no fija, no es posible incluir los costos de traslado de los materiales, ya que está directamente relacionado a la ubicación y su cercanía con urbanizaciones, y si esta última dispone de todos los elementos necesarios para el proyecto.

Para los cálculos posteriores, todos los costos incluyen el IVA correspondiente y las cifras se expresan en pesos correspondientes al mes de junio del presente año.

SISTEMA DE AGUAS GRISES

BALANCE DE PERSONAL

Para la puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas grises, es necesario un ingeniero que pueda dar las instrucciones iniciales para la ejecución inicial. El lapso necesario para que un instalador y sus 2 asistentes (equipo de trabajo) puedan instalar este sistema es de 1 día, por lo que trabajando un mes, considerando un horario de lunes a viernes, los equipos deberían realizar esta labor sin inconvenientes.

Proyecto para 100 viviendas			
Cargo	Número de puestos	Remuneración 1 mes	
		Unitario (\$)	Total (\$)
Ingeniero	1	1.785.000	1.785.000
Instaladores	5	500.000	2.500.000
Ayudantes	10	350.000	3.500.000
			7.785.000

Tabla 3: Balance de personal sistema aguas grises

BALANCE DE MATERIALES

Se contemplan todos los materiales necesarios para la implementación de una planta de aguas grises y la instalación de tuberías y cañerías adicionales.

Proyecto para 100 viviendas				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Costo	
			Unitario (\$)	Total (\$)
Planta aguas grises	Unidades	1	17.612.000	17.612.000
Estanque de 5.000 lt reforzado	Unidades	1	972.000	972.000

Electro bombas	Unidades	2	1.180.000	2.360.000
Tablero eléctrico	Unidades	1	1.071.000	1.071.000
Cámara desgrasadora	Unidades	1	1.785.000	1.785.000
Adhesivo para PVC	Unidades	10	150.000	1.500.000
Codos PVC	Unidades	800	1.200	960.000
Tee PVC	Unidades	100	1.800	180.000
Tubo PVC 3mts 50mm	Unidades	500	1.500	750.000
				27.190.000

Tabla 4: Balance de materiales sistema aguas grises

PANELES SOLARES

BALANCE DE PERSONAL

El lapso necesario para que cada equipo de trabajo instale los paneles solares y el sistema completo es de 6 días. Si consideramos que son 100 instalaciones los 10 equipos de trabajo tomarán 60 días aproximadamente en realizarlas, lo que da un resultado de 3 meses de trabajo (si consideramos jornadas de lunes a viernes) dejando cerca de 7 días de holgura en el caso de que ocurra algún desperfecto o situación anómala.

Proyecto para 100 viviendas			
Cargo	Número de puestos	Remuneración 3 meses	
		Unitario (\$)	Total (\$)
Instalador	10	500.000	15.000.000
Asistente	20	350.000	21.000.000
			36.000.000

Tabla 5: Balance de personal paneles solares

BALANCE DE MATERIALES

Considera los materiales necesarios para instalar el sistema fotovoltaico paralelo a la red eléctrica tradicional.

Proyecto para 100 viviendas				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Costo	
			Unitario (\$)	Total (\$)
Panel 250W	Unidades	400	141.000	56.400.000
Controlador 40AH	Unidades	200	74.000	14.800.000
Batería 100AH	Unidades	400	119.000	47.600.000
Inversor 5000W	Unidades	100	922.000	92.200.000
				211.000.000

Tabla 6: Balance de materiales paneles solares

TERMO SOLAR

BALANCE DE PERSONAL

El tiempo que requiere cada equipo de trabajo para la instalación del calentador es de 2 días. Si consideramos que son 100 instalaciones los 10 equipos de trabajo tomarán 20 días aproximadamente en realizarlas, lo que equivale a un mes de trabajo (si consideramos jornadas de lunes a viernes) dejando 2 a 3 días de holgura en el caso de que ocurra algún desperfecto o situación anómala.

Proyecto para 100 viviendas			
Cargo	Número de puestos	Remuneración 1 mes	
		Unitario (\$)	Total (\$)
Instalador	10	500.000	5.000.000
Asistente	20	350.000	7.000.000
			12.000.000

Tabla 7: Balance de personal termo solar

BALANCE DE MATERIALES

Considera todos los materiales necesarios para la instalación del termo solar y la instalación de tuberías adicionales que traslada el agua desde el calentador hacia las llaves que necesitan agua temperada. En cuanto al primer material, posteriormente en el análisis de flujos se descontará en costo del Calefón a gas licuado estándar, utilizado en las viviendas sociales, ya que al utilizar el termo solar no es necesario. Este modelo de calentador solar incluye tornillos para armar la estructura y los tubos se acoplan a presión.

Proyecto para 100 viviendas				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Costo	
			Unitario (\$)	Total (\$)
Termo Solar	Unidades	100	354.620	35.462.000
Bomba Centrifuga 1HP	Unidades	100	61.700	6.170.000
Rollo cañería 16mm SemiFlex	Metros	2.500	4.990	12.475.000
Aislación Elastoamerica aluminio	Metros	1.500	17.990	26.985.000
Cinta aluminio	Unidades	100	4.990	499.000
Tijera de Corte	Unidades	10	4.990	49.900
Fitting de Bronce Conex	Unidades	300	450	135.000
Fitting de Bronce Elkhart codo	Unidades	200	490	98.000
Fitting de Bronce Stretto	Unidades	100	440	44.000
Cañería de cobre M en tira 1/2"x3m	Unidades	200	5.880	1.176.000
Valvula bola de paso Stretto	Unidades	100	1.790	179.000
				83.272.900

Tabla 8: Balance de materiales termo solar

CAMBIOS EN LAS CUENTAS DE LOS USUARIOS

Independientemente de si el proyecto es rentable o no, es seguro que si se aplican estos cambios se generarán ahorros para el usuario, en las cuentas de energía eléctrica, gas y suministro de aguas potable. A continuación se

presenta el contraste entre ambos tipos de cuentas, tomando en cuenta un promedio de consumo mensual, con tarifas válidas para junio del año 2013. En la primera columna (azul) se detallan los cargos de cada cuenta, mientras que en la segunda (naranja) se especifica el consumo por unidad de medida y el monto asociado al sistema actualmente utilizado, dejando en la tercera (verde) el consumo por unidad de medida y el monto asociado a los sistemas alternativos respectivos.

CUENTA DEL AGUA

Disponer de agua brinda un beneficio en cuanto al ahorro económico directo derivado del uso de aguas grises en inodoros y riego. Para realizar el cálculo posterior, se hará el supuesto de que el uso de alcantarillado es proporcional al agua que se vierte en este. Es decir, reciclar un 68% del agua, sólo se cobrará el 32% que va de regreso al alcantarillado, además de que el cobro sea divisible, considerando dos decimales por m^3 . Otro supuesto es que no se consideran otros cargos, que de igual manera no afectarían en gran medida la diferencia entre las cuentas, que es lo que interesa cuantificar.

Los valores considerados para realizar este cálculo son las tarifas vigentes de “Aguas de Antofagasta”, válidos para la zona de Calama (grupo 2), con un precio de \$788 por m^3 . Además, se tomará en cuenta que el consumo promedio de 160 litros diarios (el cual no incluye agua para riego) por habitante, para una vivienda de 5 personas, dando como resultado un volumen de $24 m^3$ mensuales. Si consideramos que el sistema de aguas grises descinde el consumo en $7 m^3$, nos muestra como resultado la siguiente tabla:

Tipo	Con sistema actual		Con sistema de aguas grises	
	Metros cúbicos	Monto (\$)	Metros cúbicos	Monto (\$)
Cargo fijo		850		850
Consumo agua potable	24	18.912	17	13.396
Alcantarillado	24	11.664	5,44	2.644
Total a pagar		31.426		16.890
Diferencia				14.536

Tabla 9: Diferencia mensual en la boleta del agua potable

Por lo tanto, presenta un ahorro tangible de \$14.500 aproximados en cada cuenta, lo que da un global de \$1.450.000 de ahorro mensual entre las 100 viviendas, suma que al año alcanza cerca de 17,5 millones de pesos. Además, se desprende otro ahorro que beneficia a la organización a cargo del tratamiento de aguas servidas, debido a que el volumen vertido al alcantarillado descendería de 20.400 m³ a 6.500 m³, mostrando una diferencia de 14.000 m³ aproximados.

CUENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los paneles bajo condiciones óptimas nos permiten ahorrar un alto porcentaje de energía utilizada en casa, que es aproximado a un 90%. Para continuar el análisis, se hace el supuesto de no considerar otros cargos, los cuales podrían afectar, aunque marginalmente, los montos implicados en las boletas.

Los valores considerados para realizar este cálculo son las tarifas vigentes de “Energía eléctrica de Antofagasta” (Elecda), válidos para la zona de Calama (además de Antofagasta, Tocopilla, Mejillones y Sierra Gorda), correspondientes al segmento BT1 (residencial), con un precio promedio de

\$95,57 por kilowatt. Se tomará en cuenta un consumo promedio de 250 kWh mensuales por hogar, para una vivienda de 5 personas.

Tipo	Con sistema actual		Con paneles solares	
	kWh	Monto (\$)	kWh	Monto (\$)
Servicio eléctrico				
Cargo fijo		1.043		1.043
Energía base	250	23.893	25	2.389
Total a pagar		24.936		3.432
Diferencia				21.503

Tabla 10: Diferencia mensual en la boleta de la energía eléctrica

Después del cálculo y bajo los supuestos establecidos, el ahorro resulta ser de \$21.500 pesos aproximados, lo que con las 100 viviendas representa 2,15 millones de pesos, que implica anualmente una brecha de 25,8 millones de pesos entre ambos tipos de cuentas.

CUENTA DEL GAS LICUADO

El modelo escogido de calentador solar, sumado a las condiciones presentes en las regiones estudiadas, alcanza un ahorro cercano al 75% (el rango de ahorro va desde 55% hasta un 80%) en el uso del calefón, ahorrado en gas licuado. Se utiliza para elevar la temperatura del agua en la ducha, lavamanos y lavaplatos, ya que el resto se utiliza para cocinar. Se asume el supuesto de divisibilidad en el cálculo del consumo. Tomando en cuenta un consumo promedio de 31,34 kg, de acuerdo a un estudio de Collect GFK, y a un precio de \$1.055 por kilo de gas, según un promedio de las tarifas cobradas por las tres principales distribuidoras (Abastible, Lipigas y Gasco) tomando en cuenta el cilindro de 11 kg para mediados de Abril del presente año, se tiene como resultado el siguiente cuadro:

Tipo	Con sistema actual		Con termo solar	
	kg	Monto (\$)	kg	Monto (\$)
Gas				
Cargo fijo	31,34	1.055	7,84	1.055
Total a pagar		33.064		8.266
Diferencia				24.798

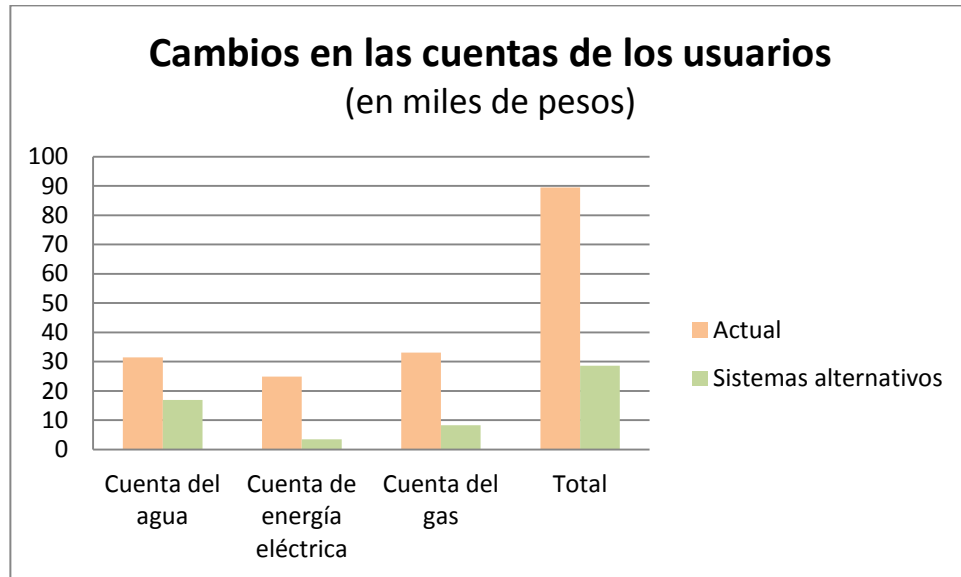
Tabla 11: Diferencia mensual en la boleta del gas licuado

El ahorro por vivienda es cercano a \$24.800, cercano a 2,48 millones de pesos si se aplica para todo el conjunto habitacional, con un total de ahorro anual de 30 millones de pesos.

AHORRO TOTAL

Después de revisar en detalle cada cambio en las cuentas respectivas, se puede concluir que se presentan grandes diferencias en el cobro mensual entre ambos sistemas, que van desde un 50% en cuentas del agua potable, hasta un 90% en la cuenta de la energía eléctrica, mostrando una diferencia importante en cuanto al consumo, y por ende, en cuanto a la contaminación y a la eficiencia en el uso de los recursos.

De acuerdo a los cálculos establecidos previamente se presenta el siguiente grafico que resume las diferencias en cada tipo de cuenta, además del total medido en miles de pesos.



Diferencias mensuales y totales en las boletas mensuales
[Fuente: Propia]

El total de las cuentas asciende a \$89.500 con el sistema actual, mientras que los sistemas alternativos suman un monto de \$28.600. Por lo tanto, el ahorro mensual de cada familia sería de unos \$60.800 aproximadamente. Con los sistemas alternativos las cuentas corresponden a un 32% del total de las cuentas con los sistemas utilizados actualmente. Si se considera un conjunto habitacional de 100 viviendas, al año el ahorro en el total de los suministros asciende a un monto cercano a los 73 millones, el cual está sujeto al nivel de precios de cada servicio, ya que un alza en estos produciría un ahorro mayor, mientras que una disminución provocaría el efecto contrario. Más adelante se incluye una sensibilización, la cual incluye la variación del precio de los suministros.

EVOLUCIÓN DE LAS TARIFAS

Para el cálculo de la variación porcentual se consideró la diferencia de la tarifa con respecto a la del año anterior, sobre la base del año anterior. Las cifras se destacan en color verde para las alzas, mientras que las caídas lo hacen en color rojo.

AGUA POTABLE

Para el posterior análisis de tarifas históricas la información fue extraída de la SISS de la empresa Aguas de Antofagasta, correspondientes al grupo 2 válidos para la ciudad de Calama. Las tarifas recabadas están sujetas a indexación, mecanismo que permite mantener el valor real de las tarifas, mediante el reajuste automático de los cargos tarifarios base contenidos en los respectivos decretos. Esta indexación opera producto de las variaciones en los índices, que componen los polinomios de los cargos tarifarios, varía a lo menos en un 3%. Se previene que la indexación al alza es facultativa, sin embargo se convierte en obligatoria si la variación implica una disminución en alguno de los cargos tarifarios, a lo menos en un 3%. Tal proceso de reajuste podrá tener aplicación a contar de los consumos leídos con posterioridad a la respectiva publicación de índices formulada por el INE y por la SISS, siempre que las nuevas tarifas sean publicadas previamente.

Los cargos tarifarios que se verifican para determinar si a la empresa le asiste el derecho a indexar sus tarifas, son los siguientes:

- CF: Cargo fijo cliente
- CV: Cargo variable agua potable (no punta, punta, sobreconsumo)

- CA: Cargo de alcantarillado (no punta, punta, sobreconsumo)

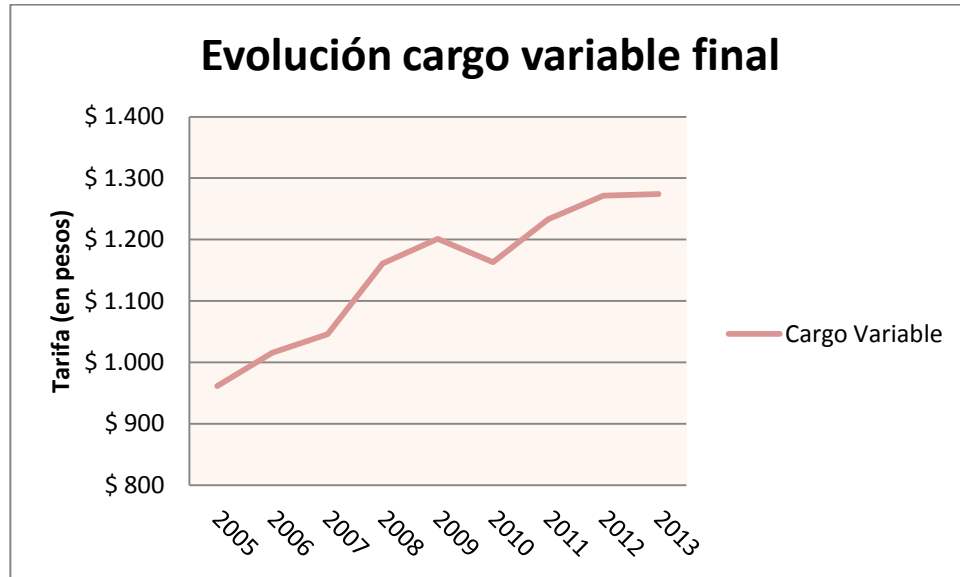
Para el cálculo de los cargos, tanto variable como fijo, se considera el promedio anual de la publicación de una nueva tarifa, es decir, de la nueva vigencia. Por lo tanto, si durante el periodo de un año fueron publicadas *n* tarifas, se considera una media de estas. Dentro de estas se considera sólo el CF, el CV no punta y el CA no punta. Esto se debe a que el CV punta es equivalente al no punta, mientras que no se considera sobreconsumo para no distorsionar la medición como promedio. Los CA punta y sobreconsumo del mismo tienen cargo \$0. Entonces el cargo variable final (CVF, cargo variable*) comprende la suma del CV no punta y del CA no punta, mientras que el CF se mantiene sin modificación.

Año	Cambio porcentual	
	Cargo Fijo	Cargo Variable*
2013	3,56%	0,23%
2012	-8,91%	3,12%
2011	-4,61%	5,99%
2010	0,43%	-3,16%
2009	1,04%	3,47%
2008	9,79%	10,99%
2007	-2,68%	3,02%
2006	-5,65%	5,62%
2005	4,92%	59,11%

Tabla 12: Cambio porcentual en las tarifas de agua potable Aguas de Antofagasta, sector 2.

Se debe poner énfasis en el CVF, ya que representa cerca de un 97% en el pago final. Por ejemplo, ante un consumo promedio de 24 m³ el CF toma un peso de 2,78%, considerado muy pequeño y casi irrelevante. Como dato, el

CF desde el año 2004 ha bajado en \$30 pesos, fluctuando hasta 10% de un periodo a otro.



Evolución de cargo variable (final) Aguas de Antofagasta, sector 2.
[Fuente: Basada en datos de la SISS]

Desde el año 2004 la tarifa ha crecido en un poco más de \$300. Como se puede apreciar, es muy difícil estimar la variación en el corto plazo, pero si se puede apreciar un patrón en un mediano plazo, considerando este como 3 años promedio. En los últimos dos periodos de mediano plazo (2011-2013 y 2010-2008) se ha producido un alza en los precios de 3,11% y 3,77% en promedio por año, para cada periodo, respectivamente. Luego se aprecia que desde 2006 el alza promedio anual ha sido de 3,66%. Debido a que las tarifas están sujetas a muchas variables, es impredecible que se mantenga cerca de este promedio, por lo cual se considera una posterior sensibilización para analizar los diferentes escenarios que pudieran presentarse en los años venideros.

ENERGÍA ELECTRICA

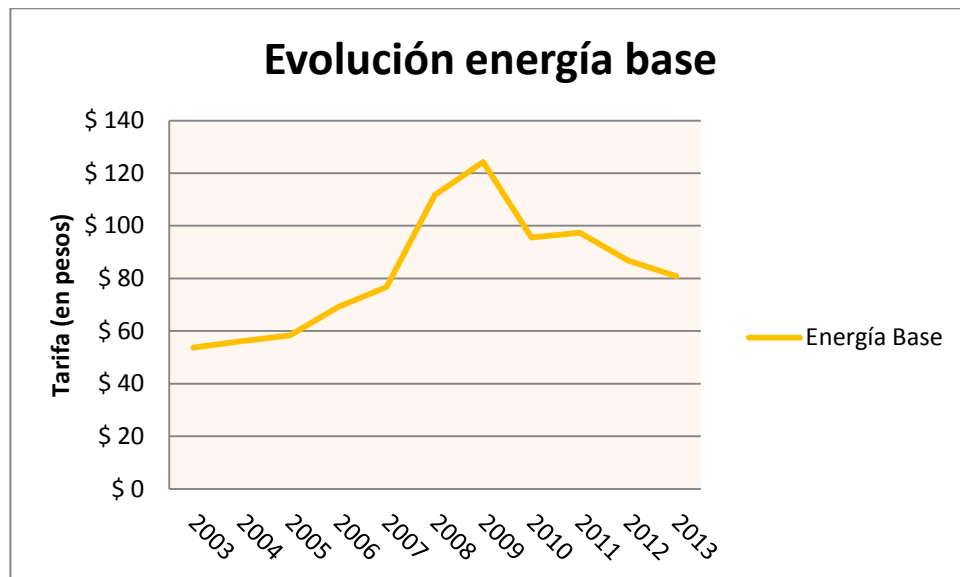
Las tarifas de suministro eléctrico son establecidas de acuerdo a fórmulas de cálculo fijadas cada cuatro años. Las fórmulas vigentes fueron fijadas por el Decreto N° 276 del Ministerio de Economía. Este decreto contiene las distintas opciones tarifarias a las que puede acceder un usuario final, dependiendo de su tipo de consumo, el cual puede elegir libremente la opción tarifaria de su conveniencia, por un plazo mínimo de un año, al cabo del cual puede modificarla o mantenerla. Las empresas concesionarias de distribución eléctrica están obligadas a aceptar la opción tarifaria de cada cliente. Tales opciones se han estructurado de acuerdo con diversas formas para el consumo (sólo energía; potencia máxima leída o contratada; y potencia leída o contratada horariamente), bajo dos categorías de clientes: en alta tensión (AT) y en baja tensión (BT).

La inclusión en una u otra categoría depende de si el usuario está conectado con su empalme a líneas de voltaje superiores o inferiores a 400 watts. Para los clientes residenciales se aplica la tarifa BT1, donde la medición de la energía cuya potencia conectada es inferior a 10kW o su demanda se limita a 10kW. Las tarifas consideradas en los cálculos fueron extraídas de Chilectra, las cuales incluyen el IVA y corresponden al área 1A (a), de acuerdo a su informe de tarifas histórico, tomando los valores de acuerdo al día 1 de abril de cada año, las cuales no consideraron rectificación. Para los cálculos posteriores la energía base representa la parte variable y no se considera cargos por energía adicional de invierno.

Año	Cambio porcentual	
	Cargo Fijo	Energía Base
2013	-0,05%	-6,84%
2012	3,69%	-10,93%
2011	3,26%	1,95%
2010	0,03%	-23,08%
2009	8,96%	11,19%
2008	11,38%	45,76%
2007	3,09%	10,86%
2006	4,53%	18,57%
2005	-0,96%	3,98%
2004	-1,12%	4,49%

Tabla 13: Cambio porcentual en las tarifas de energía eléctrica Chilectra, BT1 1A (a).

Se debe destacar la energía base, ya que representa cerca de un 96,5% en el pago final, tomando un consumo promedio de 250 kWt, mientras que el cargo fijo es casi irrelevante. Como información adicional, el cargo fijo desde 2003 ha subido casi en \$200 pesos, el cual corresponde a \$673 actualmente, igual al del año pasado.



Evolución de tarifa energía base Chilectra.

[Fuente: Basada en datos de la Chilectra]

Desde el año 2004 la tarifa tuvo su pick en el año 2009, con \$124 pesos para la energía base. Hacia el año 2010 tendría la baja más pronunciada y su declinación hasta los actuales \$81, acumulando un alza promedio en el precio de 44,13% en 10 años, promediando un 5,59% por año. Es difícil pronosticar en el futuro cual será el valor de la energía eléctrica, hay que tener en cuenta el progresivo aumento de demanda y los incentivos por parte del gobierno para las ERNC y qué pasará con la ley Net Metering. Dependiendo de cómo responda el mercado a estos y otros factores se definirá la tarifa, ya que al parecer se incorporarán energías limpias, pero al ser más costosas, no hay consideración hoy de quien cargará con esos costos mañana, si el gobierno, las empresas o los usuarios residenciales.

GAS LICUADO

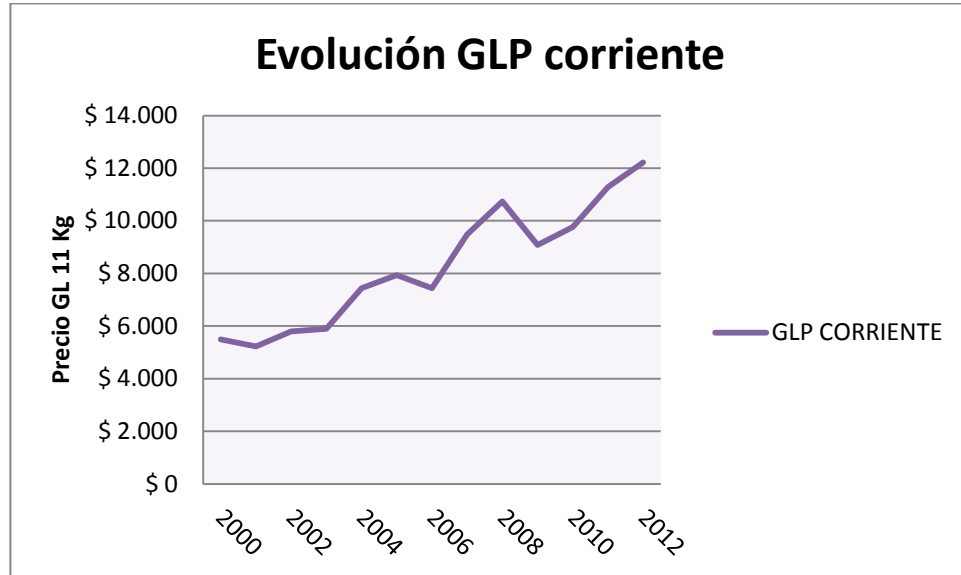
El precio del GL está sujeto a muchas variables que hacen que la estimación de su tarifa en el futuro sea casi imposible de prever. Un indicio resulta su directa relación con el petróleo (porque es uno de sus derivados), donde cambios en su precio afectan al GL, como la producción, la incertidumbre de abastecimiento, conflictos bélicos, catástrofes naturales, entre otros. Algunos factores adicionales no ligados directamente al petróleo son el valor del dólar, la estación de año, etc. Por otro lado, como protección a la alza de precios está el Sistema de Protección de Precios a los Combustibles (SIPCO), el que permite suavizar las alzas bruscas de precios internacionales que enfrentan los consumidores. En este se incluyen la gasolina, el diésel y los gases combustibles de uso vehicular como el GLP y el GNC.

Los datos que se presentan en este apartado son extraídos de una encuesta de precios realizada por el Servicio Nacional del Consumidor (SERNAC) con precios observados al público como promedios nominales en la región metropolitana (RM) para GLP corriente de 11 Kg, tomando como referencia el mes de noviembre de cada año. A continuación se presenta una tabla con las variaciones porcentuales desde el año 2001 hasta el año 2012.

Año	GLP corriente
2012	8,29%
2011	15,60%
2010	7,48%
2009	-15,45%
2008	13,26%
2007	27,39%
2006	-6,18%
2005	6,63%
2004	26,20%
2003	1,73%
2002	10,95%
2001	-4,86%

Tabla 14: Cambio porcentual en la tarifa de GLP corriente para la RM

Como se aprecia, en este periodo se reconocen mayoritariamente alzas de precios que llegan hasta un 27% de un periodo a otro. Entre el año 2005 y el año 2012 se puede visualizar que el promedio de alza anual es de un poco más de 7%, lo que muestra una tendencia clara al alza, aunque con una magnitud oscilante. En contraparte, en los 12 años analizados se muestran 3 caídas significativas, representando su mayor desplome en el año 2009.



Evolución tarifa GLP corriente de 11 Kg para la RM.
[Fuente: SERNAC]

Respecto al progreso de la tarifa se identifica que en el año 2012 alcanza su mayor valor, superando la barrera de los \$12.000, duplicándose en la última década. De aquí en adelante, es de esperar que el precio continúe subiendo, de acuerdo al aumento de la demanda y la disminución del crudo a nivel mundial, haciendo difícil calcular su tasa de crecimiento para el futuro.

ANÁLISIS DE FLUJOS

Si se toma en cuenta que la diferencia de consumo es un ahorro, este no debe estar supeditado a un impuesto. Si se piensa desde el punto de vista del inversionista, los ahorros se transforman en un ingreso, ya que estos se cargarán al precio de la vivienda, haciendo que este sea descontado con el impuesto correspondiente.

SISTEMA AGUAS GRISES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Diferencia de consumo		17.443.392	17.443.392	17.443.392	17.443.392	17.443.392
Costos de operación		566.768	566.768	566.768	566.768	566.768
Depreciación		-8.687.000	-8.687.000	-8.687.000		
Utilidad antes de impto.		9.323.160	9.323.160	9.323.160	18.010.160	18.010.160
Impuesto		-1.771.400	-1.771.400	-1.771.400	-3.421.930	-3.421.930
Utilidad después de impto.		7.551.760	7.551.760	7.551.760	14.588.230	14.588.230
Depreciación		8.687.000	8.687.000	8.687.000		
Inversión	-26.061.000					
Flujo de caja	-26.061.000	16.238.760	16.238.760	16.238.760	14.588.230	14.588.230

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Diferencia de consumo	17.443.392	17.443.392	17.443.392	17.443.392	17.443.392
Costos de operación	566.768	566.768	566.768	566.768	566.768
Depreciación					
Utilidad antes de impto.	18.010.160	18.010.160	18.010.160	18.010.160	18.010.160
Impuesto	-3.421.930	-3.421.930	-3.421.930	-3.421.930	-3.421.930
Utilidad después de impto.	14.588.230	14.588.230	14.588.230	14.588.230	14.588.230
Depreciación					
Inversión					
Flujo de caja	14.588.230	14.588.230	14.588.230	14.588.230	14.588.230

De los flujos presentados anteriormente se muestra un VAN positivo. Para un horizonte temporal de 10 años se obtienen los siguientes resultados:

VAN	26.725.992
TIR	39,29%
PR	2,33

La tasa de descuento corresponde al 15% y es la utilizada normalmente para cualquier tipo de proyecto en Chile. La sigla PR hace referencia al periodo de recuperación de la inversión.

A continuación se explica cada punto que compone el flujo.

- Diferencia de consumo: Es el ahorro generado por el agua potable que se deja de consumir para el uso del inodoro.
- Depreciación: Valor estimado sobre la base de la inversión inicial bajo depreciación acelerada (3 años).
- Costos de operación: Son todos los costos que utiliza la planta de tratamiento de aguas grises. Entre estos se incluye un operario de planta, el consumo eléctrico y los elementos utilizados para tratar el agua, como cloro hipoclorito de calcio, bisulfito de sodio y bacterias.
- Inversión: Corresponde al costo de la planta de tratamiento de aguas grises y todos los elementos asociados a su funcionamiento.

PANELES SOLARES

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Diferencia de consumo		25.803.900	25.803.900	25.803.900	25.803.900	25.803.900
Depreciación		-70.333.333	-70.333.333	-70.333.333		
Utilidad antes de impuesto		-44.529.433	-44.529.433	-44.529.433	25.803.900	25.803.900
Impuesto		8.460.592	8.460.592	8.460.592	-4.902.741	-4.902.741
Utilidad después de impuesto		-36.068.841	-36.068.841	-36.068.841	20.901.159	20.901.159
Depreciación		70.333.333	70.333.333	70.333.333		
Compra paneles	-163.400.000					
Compra baterías	-47.600.000					-47.600.000
Flujo de caja	-211.000.000	34.264.492	34.264.492	34.264.492	20.901.159	-26.698.841

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Diferencia de consumo	25.803.900	25.803.900	25.803.900	25.803.900	25.803.900
Depreciación	-15.866.667	-15.866.667	-15.866.667		
Utilidad antes de impuesto	9.937.233	9.937.233	9.937.233	25.803.900	25.803.900
Impuesto	-1.888.074	-1.888.074	-1.888.074	-4.902.741	-4.902.741
Utilidad después de impuesto	8.049.159	8.049.159	8.049.159	20.901.159	20.901.159
Depreciación	15.866.667	15.866.667	15.866.667		
Compra paneles					
Compra baterías					-47.600.000
Flujo de caja	23.915.826	23.915.826	23.915.826	20.901.159	-26.698.841

De los flujos presentados anteriormente se muestra un VAN negativo. Para un horizonte temporal de 10 años se obtienen los siguientes resultados:

VAN	-99.034.183
TIR	-6,76%
PR	

La tasa de descuento corresponde a 12%, ya está dentro del rango del mercado chileno, donde los inversionistas evalúan los proyectos de energía dependiendo de distintos parámetros como el riesgo de la inversión y facilidades que presenta la legislación vigente, de acuerdo a la información entregada por el departamento de ingeniería eléctrica Universidad Católica.

A continuación se explica cada punto que compone el flujo:

- Diferencia de consumo: Es el ahorro generado por el uso de los paneles solares en desmedro de la energía (red eléctrica tradicional).
- Depreciación: Valor estimado sobre la base de la inversión inicial (compra de paneles y baterías) bajo depreciación acelerada (3 años).
- Compra de paneles: Se refiere al conjunto necesario para que los paneles funcionen, excluyendo las baterías. Estos incluyen 400 paneles de 250W (4 por cada casa), 200 controladores de 40AH (2 por casa) y 100 inversores de 5.000W (1 por cada casa).
- Compra de baterías: Corresponde al costo de las baterías de ciclo profundo necesarias para que el sistema funcione correctamente. Estas tienen una vida útil de 5 años, por lo tanto, es necesaria su adquisición dentro de este periodo. Son un total de 400 baterías por partida (4 por casa).

TERMO SOLAR

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Diferencia de consumo		29.757.330	29.757.330	29.757.330	29.757.330	29.757.330
Depreciación		-25.365.967	-25.365.967	-25.365.967		
Utilidad antes de impuesto		4.391.363	4.391.363	4.391.363	29.757.330	29.757.330
Impuesto		-834.359	-834.359	-834.359	-5.653.893	-5.653.893
Utilidad después de impuesto		3.557.004	3.557.004	3.557.004	24.103.437	24.103.437
Depreciación		25.365.967	25.365.967	25.365.967		
Compra termos	-82.096.900					
Ahorro calefón	5.999.000					
Flujo de caja	-76.097.900	28.922.971	28.922.971	28.922.971	24.103.437	24.103.437

	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Diferencia de consumo	29.757.330	29.757.330	29.757.330	29.757.330	29.757.330
Depreciación					
Utilidad antes de impuesto	29.757.330	29.757.330	29.757.330	29.757.330	29.757.330
Impuesto	-5.653.893	-5.653.893	-5.653.893	-5.653.893	-5.653.893
Utilidad después de impuesto	24.103.437	24.103.437	24.103.437	24.103.437	24.103.437
Depreciación					
Compra termos					
Ahorro calefón					
Flujo de caja	24.103.437	24.103.437	24.103.437	24.103.437	24.103.437

De los flujos presentados anteriormente se muestra un VAN positivo. Para un horizonte temporal de 10 años se obtienen los siguientes resultados:

VAN	71.667.603
TIR	33,6%
PR	2,63

La tasa de descuento corresponde a un 12%, ya que pertenece a un proyecto energético.

A continuación se explica cada punto que compone el flujo:

- Diferencia de consumo: Es el ahorro generado por no consumir gas licuado para elevar la temperatura del agua.
- Depreciación: Valor estimado sobre la base de la inversión inicial (compra termos) bajo depreciación acelerada (3 años).
- Compra termos: Costo que contempla todos los elementos que conforman el sistema de termo solar. Entre ellos están los 100 termos en sí y las 100 bombas utilizadas para generar la presión necesaria (1 por cada casa respectivamente).
- Ahorro calefón: Es el valor de 100 calefones que no estarán incluidos en las viviendas, ya que con el cambio de tecnología no son necesarios. El costo individual es de \$59.990 pesos.

SENSIBILIZACIÓN

A continuación se presentan los distintos valores que toma el VAN, considerando cambios porcentuales en el precio (eje vertical) y cambios en el número total de viviendas (eje horizontal). La variación del precio se basa en siete niveles, tomando como valor central la evolución histórica del suministro correspondiente. Respecto al total de viviendas este se basa en las presentadas en el catálogo del MINVU, Política Urbano Habitacional de Calidad e Integración del año 2009, en el cual el conjunto habitacional con menor cantidad de casas fue de 52, mientras que varios proyectos fueron ejecutados a una cantidad cercana a 150 casas, haciendo que la sensibilización se encuentre dentro de los parámetros chilenos. Al igual que en la estimación anterior, el horizonte de inversión comprende un periodo de 10 años y utiliza las mismas tasas de descuento establecidas previamente.

SISTEMA AGUAS GRISES

Variación precio	N° de viviendas				
	50	75	100	125	150
1%	-3.989.217	10.386.814	27.435.101	37.980.670	50.495.360
2%	-3.634.662	10.918.646	28.144.211	38.867.057	51.559.024
3%	-3.280.108	11.450.478	28.853.320	39.753.444	52.622.688
4%	-2.925.553	11.982.310	29.562.429	40.639.830	53.686.352
5%	-2.570.999	12.514.142	30.271.538	41.526.217	54.750.016
6%	-2.216.444	13.045.974	30.980.648	42.412.603	55.813.680
7%	-1.861.889	13.577.806	31.689.757	43.298.990	56.877.343

Tabla 15: Sensibilización sistema de aguas grises: variación porcentual del precio en relación al número de viviendas.

El VAN es positivo para todos los niveles de viviendas, exceptuando la columna de 50 casas a cualquier nivel de precios, debido principalmente al costo operación de la planta de tratamiento de aguas. El VAN se vuelve más abultado en la medida que el precio del agua potable es mayor, efecto que se replica respecto al número de viviendas.

PANELES SOLARES

Variación precio	N° de viviendas				
	50	75	100	125	150
3%	-47.745.648	-71.618.473	-95.491.297	-119.364.121	-143.236.945
4%	-47.155.167	-70.732.751	-94.310.335	-117.887.919	-141.465.502
5%	-46.564.686	-69.847.030	-93.129.373	-116.411.716	-139.694.059
6%	-45.974.205	-68.961.308	-91.948.411	-114.935.513	-137.922.616
7%	-45.383.724	-68.075.586	-90.767.449	-113.459.311	-136.151.173
8%	-44.793.243	-67.189.865	-89.586.486	-111.983.108	-134.379.730
9%	-44.202.762	-66.304.143	-88.405.524	-110.506.905	-132.608.287

Tabla 16: Sensibilización paneles solares: variación porcentual del precio en relación al número de viviendas.

El resultado del VAN es negativo independiente del nivel del precio de la energía eléctrica y la escala de construcción. En los próximos años esto puede cambiar como consecuencia de la aplicación de la ley “Net Metering”, la cual podría incrementar el ahorro estimado, donde la cuantía está sujeta al nivel de precio que se le otorgará a cada KW que sea inyectado a la red eléctrica. Otra variable importante es el cambio en la tecnología, ya que en los últimos años el costo de los paneles solares ha disminuido de manera drástica, lo cual podría continuar en el futuro.

TERMOS SOLARES

Variación precio	N° de viviendas				
	50	75	100	125	150
4%	38.557.598	57.836.396	77.115.195	96.393.994	115.672.793
5%	39.238.546	58.857.820	78.477.093	98.096.366	117.715.639
6%	39.919.495	59.879.243	79.838.991	99.798.739	119.758.486
7%	40.600.444	60.900.667	81.200.889	101.501.111	121.801.333
8%	41.281.393	61.922.090	82.562.787	103.203.484	123.844.180
9%	41.962.342	62.943.514	83.924.685	104.905.856	125.887.027
10%	42.643.291	63.964.937	85.286.583	106.608.229	127.929.874

Tabla 17: Sensibilización termos solares: variación porcentual del precio en relación al número de viviendas.

Todos los VAN son positivos no importando el nivel de precio del GL ni el número de viviendas comprendidas en esta sensibilización. Esto muestra flexibilidad por parte de los termos solares respecto a los parámetros calculados. En la medida que el precio se vuelve mayor, la cuantía del VAN es superior, relación que también se aplica para el número de viviendas.

ESTUDIO TÉCNICO

En este apartado se describan las tecnologías disponibles a utilizar detalladamente en el proyecto. Es importante comprender el funcionamiento de cada sistema y sus características asociadas, para determinar en el futuro si deben modificarse, adoptando mejores técnicas si fuese necesario, en el caso de acceder a su ejecución.

SISTEMA DE AGUAS GRISES

El diseño de una planta de tratamiento de aguas grises puede utilizar métodos que varían bastante en cuanto a la tecnología utilizada, la cual dependerá de varios factores, entre los cuales el tamaño es determinante. La planta a utilizar para el proyecto está diseñada especialmente para las siguientes condiciones:

Tipo	Especificación
Fosa séptica previa (Sí/No)	No
Dotación	110 lts./persona/día
Usuario	Industria
Población estimada	500 personas
Caudal a tratar	55.000 lts./día
Ubicación Proyecto	Calama*
Observaciones	Aguas tratadas a riego*
Tipo corriente	Monofásica

Con respecto a las variables en asterisco, como la ubicación del proyecto, se consideró “Calama” sólo como referencia (para estimar los costos de traslado de la planta), mientras que en las observaciones se describe “Aguas tratadas para riego”, sólo por términos de cotización, ya que aún no existe la normativa para que estas sean tratadas para inodoro.

Esta planta corresponde a un Modelo Bioagua 40.000-RS de la empresa Vigaflow, la cual funciona por un proceso de fango activo con oxigenación de lodos (aereación extendida) y recirculación de fangos, la cual funciona bajo los siguientes parámetros:

Tipo	Parámetro
Carga orgánica	<35 mg / lt.
Coliformes fecales	<1000 NMP / 100 ml.
Sólidos en suspensión totales	< 40 mg. / lt.
PH datos de salida (efluente)	Entre 6 a 8,5

La calidad agua tratada NCh de riego número 1333 y descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales que establece el decreto N° 90 del ministerio Secretaria General de la Presidencia de la República.

El proceso de depuración básico consiste en cuatro etapas a las cuales debe someterse el agua tratada: digestión anaerobia, oxigenación, decantación y desinfección.

- Digestor

Las aguas grises con elevada carga de sólidos en suspensión llegan a este compartimento a un tratamiento anaeróbico, donde se produce una digestión natural por la acción de hongos y bacterias con desprendimiento de gases. El resultado más importante de este proceso es una considerable reducción en el volumen de los sedimentos orgánicos.

- Tanque de oxigenación

Uno de los factores más importantes de la depuración biológica es la homogeneización de los fangos. En este compartimento para mantener

la masa orgánica dentro de la masa del agua en suspensión y homogeneizada, cuenta con un filtro aireador tipo cascada, donde el agua es levantada hasta la altura del filtro (1 metro) mediante una bomba eléctrica, dejando caer esta agua al mismo compartimento, aireándola y homogenizándola.

- Decantación

Esta es una etapa de clarificación donde se produce la floculación y sedimentación de los sólidos. En esta etapa, adicionalmente, se produce la recirculación del fango hacia el reactor de oxigenación con bomba eléctrica.

- Aireación de lodos

La Aireación de los lodos, se efectúa haciéndolos pasar a través de un filtro biológico produciendo una digestión aeróbica. Este proceso simultáneamente a lo anterior, reduce el tamaño de los sólidos.

Las dimensiones de la planta de tratamiento de aguas grises se resume en la siguiente tabla:

Dimensión	Total	Unidad de medida
Diámetro reactor primario	2	Metros
Largo total con estanque de riego	20	Metros
Volumen	40	Metros cuadrados
Altura segmento aire	0,2	Metros
Volumen aire	1,2	Metros cuadrados
Volumen útil	38,8	Metros cuadrados

La planta cuenta con tres reactores compactos fabricados en polietileno de alta densidad, la que utiliza materiales vírgenes y reforzados con 6 tapas

registro de 600 mm cada una, con una entrada y salida de 110 mm, la cual incluye el clorador y el declorador. A continuación se resumen los elementos de la planta:

Elemento	Detalle
Volumen reactores compactos ecualizador	38.800 lts.
Equipo oxigenación	2 electrobombas de 1 HP Italianas (Pentax) con venturi de bajo consumo eléctrico
Recirculación de Fango	Electrobomba de 1 HP Italiana (Pentax)
Filtro para olores	Carbón Activado
Desinfección	Cloración con equipo mecánico
Dosificador de cloro y declorador	Para tabletas
Estanque de cloración	Retención de 30 minutos
Volumen estanque desinfección	3000 litros
Volumen estanque declorador	1200 litros
Equipo de riego	Estanque 3000 litros y electrobomba automatizada

La planta en funcionamiento implica un consumo de energía y de otros elementos, la cual se muestra en el siguiente cuadro:

Consumo	Total	Unidad de medida
Eléctrico	200	Kilowatt
Cloro Hipoclorito de Calcio	5	Kilogramos
Bisulfito de Sodio	8	Tabletas
Bacteria	300	Gramos

PANELES SOLARES

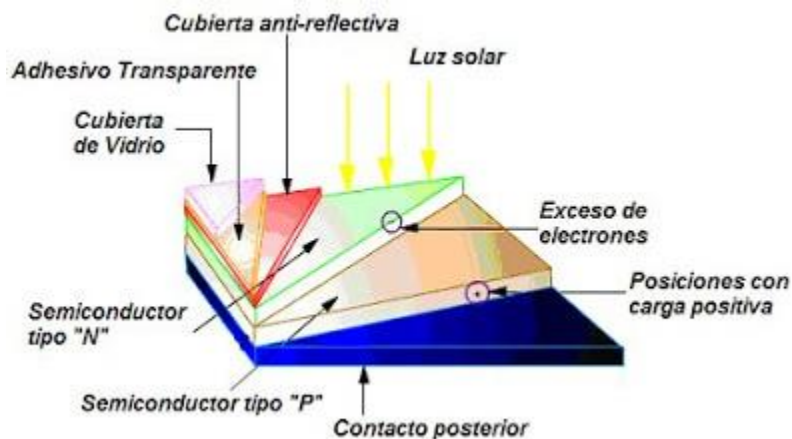
Los paneles solares fotovoltaicos son normalmente conocidos como paneles solares o celdas solares, son un dispositivo compuesto por un conjunto de celdas fotovoltaicas, montadas sobre una placa base y conectadas convenientemente para lograr el máximo aprovechamiento de la radiación solar. Sobre las celdas se ubica un material transparente a los rayos solares que las protege de la incidencia de factores externos. Este conjunto se monta sobre un marco de aluminio que da rigidez mecánica al dispositivo, terminando el montaje con un sello en ambas caras que hace al sistema estanco, especialmente a la humedad ambiente. En la parte posterior se instala una caja de conexiones, donde se conectarán los conductores que hacen de nexo entre el panel y el sistema solar.

Las celdas están presentes en distintos artefactos, desde calculadoras, vehículos, satélites, entre otros. Su capacidad de generar electricidad solamente con la luz solar las hace muy útiles en una variedad de situaciones.

Los paneles son una opción real de tener suministro en lugares donde la energía no llega, por lo que viviendas y construcciones ubicadas en zonas rurales pueden acceder, aunque con algunas limitaciones, pudiendo ser independiente al sistema eléctrico. A pesar de que existen desde hace mucho tiempo, es solo recientemente que avances tecnológicos han permitido utilizarlas de manera eficaz, y a un precio razonable, además del continuo aumento en el precio de petróleo ha creado una demanda increíble por métodos alternativos de energía, con lo cual las celdas solares han experimentado un nuevo auge.

Toda celda solar moderna consta usualmente de los siguientes componentes: solar.

- Placa de vidrio: que permite ingresar la luz, pero protege a los semiconductores en la celda de los elementos.
- Plancha de semiconductores tipo n y tipo p: El tipo n tiene una concentración de electrones mucho más alta que la del tipo p, y ambos están contaminados a propósito con átomos de otros elementos como el boro y el galio.
- Trayectoria por donde pueden circular los electrones para ir del semiconductor tipo n al tipo p: Esto es usualmente dos capas que rodean a la plancha de semiconductores, que actúan como un conductor de electrones entre las dos capas de semiconductores.
- Capa anti reflejo: Ubicada entre la placa de vidrio y el semiconductor, para minimizar la pérdida de luz por reflejo.



Componentes de una celda solar
[Fuente: Tecnología Ecológica]

Los fotones son parte de todo rayo de luz. Estos no son más que la partícula elemental de toda señal electromagnética, así como los átomos son la partícula elemental de toda la materia. Todo fotón contiene una cantidad infinitesimal de energía (4×10^{-19} joules). Es la energía contenida en toda esta masa de fotones la que aprovecha la celda solar para convertir a electricidad. Los fotones pegan en la superficie de la celda, usualmente de vidrio. Este permite pasar la luz a la capa de semiconductor n. Luego, los átomos en la capa de semiconductores tipo n se excitan, "soltando" electrones, lo que genera un exceso de electrones en la misma. La capa de semiconductor tipo p tiene deficiencia de electrones, lo cual atrae a los electrones excitados provenientes de la capa tipo n. En términos eléctricos, se genera una diferencia de potencial entre ambas capas de semiconductor, más conocido como voltaje. Debido a que la única manera de llegar del semiconductor tipo n al tipo p es a través del cable que une a ambas, los electrones escogen esta vía. Esto causa un campo eléctrico en este cable, y esta es la corriente eléctrica que resulta del proceso.

El problema radica en que no es posible generar energía durante horas de la noche, además, la potencia de esta varía según la hora del día, latitud y condiciones atmosféricas asociadas al lugar donde se instalan los paneles en conjunto con el resto del sistema, por lo que resulta fundamental el uso de baterías de ciclo profundo para almacenar la energía.

Para construir un sistema de energía se necesita una serie de elementos, los cuales van a depender de la cantidad de energía que se quiere generar y las condiciones presentes en el medio ambiente. Adicionalmente a los paneles solares, se necesitan uno o más de los siguientes artefactos:

- **Regulador de carga:** Este carga las baterías regulando no hacerlo en exceso, se puede conectar de manera directa la iluminación de 12 watts a este regulador, pero en la noche no funciona, porque no tiene carga constante. El regulador debe ser el indicado según la potencia del panel y los amperes que esta cargue.

- **Batería de ciclo profundo:** Estas son comúnmente usadas en vagonetas, botes y sobre todo en sistemas de energía renovable fuera de la red o sistemas de respaldo. Una batería de ciclo profundo no es igual a una batería automotriz. Ambas baterías parten de que son plomo-ácido y que usan precisamente la misma química de operación. La diferencia radica en la forma que ambas optimizan su diseño. Una batería de automóvil provee grandes cantidades de corriente en un período corto de tiempo (esta cantidad de corriente se usa para arrancar el motor). Una batería de ciclo profundo es diseñada para proveer una cantidad constante de corriente durante un período de tiempo largo. Se pueden descargar más profundamente de manera consecutiva y sus placas son de mayor grosor. Con un buen mantenimiento suelen durar de 4 a 5 años.

- **Inversor:** Los sistemas de energía renovable operan en corriente directa (DC), por lo tanto para aprovechar la energía se conectan cargas que funcionen a DC. Existen en el mercado electrodomésticos que funcionan a 12VDC, aunque en un hogar normalmente se utilizan los que se alimentan de 220VAC (AC corriente alterna). Hay también bombas de agua que admiten voltajes mayores en DC, pero aún la mayoría de las cargas funcionan en AC. Los inversores convierten la energía de DC a AC. La mayoría de los electrodomésticos funcionan en AC por lo que es necesario usar inversores.

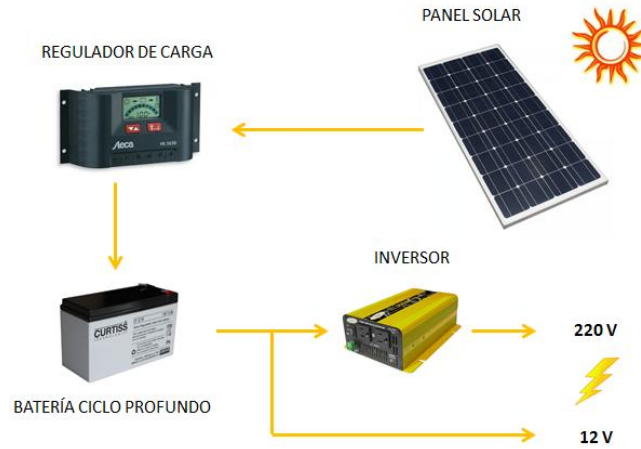


Diagrama de funcionamiento tipo de un sistema con panel solar
[Fuente: Propia]

TERMOS SOLARES

El funcionamiento del calentador solar o termo solar es sencillo y efectivo. Inicialmente describiremos sus componentes para luego explicar su funcionamiento. Este entonces, consta de dos partes fundamentales:

- **Colector:** También llamado captador solar o panel termo solar. Elemento encargado de captar la energía del sol y transformarlo en calor. Por medio de una estructura metálica se dota a los colectores de una inclinación idónea para lograr que la captación sea óptima en el conjunto del año. El colector suele estar contenido en una caja con paredes externas resistentes a la intemperie y con paredes internas dotadas de aislamiento térmico. La parte superior lleva uno o varios vidrios (cristal especial bajo en hierro) materiales transparentes capaces de dejar pasar la luz y proteger de la intemperie, utilizados para generar efecto invernadero dentro el colector.

El colector a su vez consta de las siguientes partes:

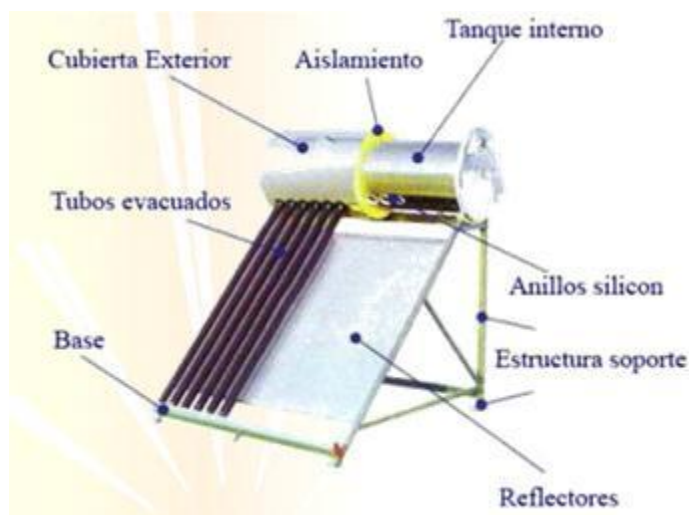
- Caja: Elemento metálico que contiene el resto de los componentes.
- Absorbedor: Elemento encargado de transformar la radiación solar en calor. Se trata de una superficie de color negro de diferentes características según el tipo de colector.
- Cubierta: Elemento transparente encargado de provocar el efecto invernadero dentro de la caja para aumentar la temperatura y el aprovechamiento del calor por el absorbedor.
- Acumulador o tanque: Depósito donde se almacena el agua caliente para su consumo. Para evitar que el agua pierda su calor durante la noche el tanque acumulador se halla termo sellado con materiales aislantes apropiados.

Estos varían en tamaño, ya que van desde los 30 hasta los 300 litros. Como promedio, se recomienda 50 litros por persona y este puede funcionar como un sistema autónomo en el hogar o paralelamente con el calefón para complementarse en el calentamiento del agua. Los calentadores solares pueden ser de dos tipos: calentadores con colector plano (CP) o calentador con tubos al vacío (TV). Estos a su vez pueden funcionar por gravedad (Es decir por el principio del Termosifón) o por un Hidroneumático. A partir de esto, pueden o no incluir los siguientes elementos:

- Tubos y Placas: En el llamado CP, se disponen dos tubos horizontales y se conectan con varios tubos verticales. Cada uno de estos tiene acoplada una placa normalmente de lámina delgada. Las láminas sirven

para captar el calor y transmitirlo por conducción a la tubería. El arreglo de tubos se coloca horizontalmente sobre el suelo, con una inclinación específica, normalmente en 45°, dependiendo de la localidad terrestre. El agua entra por uno de los extremos del tubo horizontal más bajo, sube por todos los tubos verticales y sale por el extremo contrario del tubo horizontal más alto.

- Serpentin: Manguera o tubo que se dispone en una formación de espiral. La superficie expuesta al sol recibirá la energía directamente sobre el conducto.
- Tubos de vacío: El colector utiliza tubos de vidrio al vacío. Dentro de los tubos se encuentran los conductos del colector. El vacío previene los fenómenos de conducción y convección. Además al estar fabricados 100% en cristal de boro silicato y no utilizar cobre, los costos son mucho más baratos al igual que en caso de rotura o mantenimiento, sólo hay que cambiar un tubo y no todo el panel.



Partes de un termo solar
[Fuente: I&IP Solar]

El acumulador y el colector están unidos entre sí por tuberías. El proceso de calentamiento del agua se inicia cuando los rayos solares inciden sobre la superficie del colector y elevan la temperatura del agua que circula por los conductos que tiene en su interior.

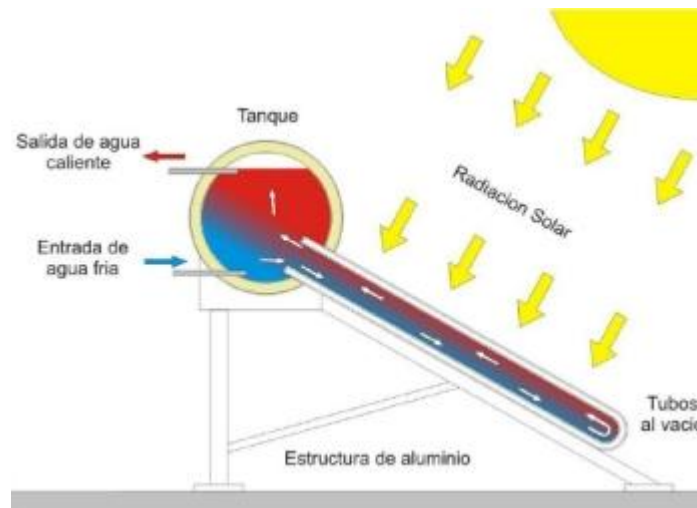


Diagrama de funcionamiento termo solar
[Fuente: I&IP Solar]

El agua al calentarse pierde densidad y tiende a ascender pasando a través de las tuberías al acumulador que está situado encima. El espacio que deja libre el agua que ha ascendido es reemplazado por agua que aún no ha sido calentada proveniente del acumulador. Esta agua se calienta a su vez por el mismo procedimiento y vuelve a ascender repitiéndose el proceso mientras los rayos solares incidan en el colector. Así se establece un circuito natural en el cual toda la energía solar captada en el colector pasa al tanque. Al final del día tenemos agua caliente, entre 45°C y 75°C, almacenada en el tanque termo sellado. Se estima que la pérdida media de temperatura durante la noche en el interior del tanque es de 3°C y 7°C, por lo tanto se puede disfrutar de agua caliente almacenada durante la madrugada o por la mañana antes de que vuelva a salir el sol.

Para su mantenimiento sólo es necesario limpiar seguido los tubos al vacío para evitar que se forme una capa de polvo que pueda provocar contaminación y por ende reducción la captación de la radiación. En los casos en los que no se va a utilizar el calentador por varios días se recomienda sacarle toda el agua de su interior y cerrar la válvula de paso para evitar que se llene de nuevo y taparlo con una lona blanca o algún otro color claro para evitar que se caliente. Para volver a usarlo se debe llenar después de que se oculte el sol, es decir en la tarde o noche, o bien en la mañana antes de que salga el sol, ya que debido al calor que puede existir en los tubos, las temperaturas en ocasiones pueden alcanzar los 100°C y al entrar en contacto con el agua fría se produce un choque térmico, el cuál puede romper los tubos o dañarlos.

ESTUDIO LEGAL

Las normas actuales permiten utilizar sin problema, aunque bajo ciertas normativas, los sistemas solares, tanto los paneles para generar energía como el termo para el agua. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el tratamiento de aguas, ya que las normas no permiten que este funcione con la finalidad que se describe en el proyecto, principalmente para su reutilización en el inodoro, por lo que el estudio legal se centra únicamente en esta parte para el análisis, la cual se analiza a continuación analizando las principales normas y decretos que deberían ser modificados.

La norma chilena (NCh) 1105 establece las condiciones generales relativas al diseño y cálculo de una red de alcantarillado de aguas residuales. Esta establece varios puntos importantes que deben cumplirse, siendo fundamental destacar los siguientes descritos en la norma:

6.4 Coeficientes y factores

6.4.1 Coeficiente de recuperación

- a) El coeficiente de recuperación refleja el porcentaje de agua consumida (potable y de fuentes propias), que se descarga al alcantarillado y depende entre otros factores, de la estructura urbana del sector, del nivel socio- económico de la población y del uso que se le dé al agua.
- b) En general, el coeficiente de recuperación está comprendido entre 0,7 y 1,0; en cualquier caso el valor aplicado debe estar debidamente justificado por el proyectista.

En el punto b el coeficiente de recuperación se define como un rango alto, mientras que en el proyecto se estima uno de bajo a medio, siendo estimado entre 0,3 y 0,4, lo que difiere bastante de la norma, debiendo modificarse para la aplicación del sistema.

La NCh 1333 describe los requisitos de calidad del agua para diferentes usos. Esta norma fija un criterio de calidad del agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el uso determinado. Estos criterios tienen por objeto proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos, de la degradación producida por contaminación con residuos de cualquier tipo u origen. El vaciamiento de residuos contaminantes a masas o cursos de agua deberá ajustarse a los requerimientos de calidad especificados para cada uso, teniendo en cuenta la capacidad de autopurificación y dilución del cuerpo receptor, de acuerdo a estudios que efectúe la Autoridad Competente en cada caso particular. Dentro de esta norma, el punto para analizar es el número 6:

6. Requisitos del agua para riego

6.1 Requisitos químicos

6.1.1 pH

El agua para riego debe tener un pH comprendido entre 5,5 y 9,0 (ver A.1).

6.1.2 Elementos químicos

En la tabla 1 se dan los valores máximos permisibles de algunos elementos químicos en agua de riego (ver A.1).

La tabla 1 muestra los elementos químicos y su nivel máximo para que esta pueda ser utilizada en riego. También se afirma que el Ministerio de Obras Públicas podrá autorizar valores mayores o menores para los límites máximos de cada uno de los elementos de la tabla 1, mediante Resolución fundada en aquellos casos calificados que así lo determinen.

6.1.3 Razón de adsorción de sodio (RAS)

La Autoridad Competente debe establecerla en cada caso específico. (Ver A.2 y A.3).

6.1.4 Conductividad específica y sólidos disueltos totales

En la tabla 2 se da una clasificación de aguas para riego de acuerdo a sus condiciones de salinidad, en base a las características de conductividad específica y concentración de sólidos disueltos totales. (Ver A.4).

La tabla 2 muestra la clasificación de aguas para riego según su salinidad. Los valores de conductividad específica de un curso o masa de agua en particular no deben ser incrementados más allá de los límites que la Autoridad Competente determine, de acuerdo con el tipo de cultivo, manejo del agua y calidad excepcional del suelo.

6.1.5 Pesticidas

6.1.5.1 Herbicidas

La Autoridad Competente se debe pronunciar en cada caso específico. (Ver A.2 y A.5).

6.1.5.2 Insecticidas

No se considera que tengan efectos perniciosos en agua para riego. (Ver A.2).

6.2 Requisitos bacteriológicos

El contenido de coliformes fecales en aguas de riego destinadas al cultivo de verduras y frutas que se desarrollen a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo, debe ser menor o igual a 1000 coliformes fecales / 100 ml. (Ver A.2).

De acuerdo al sistema utilizado, el agua que se obtendrá tendrá ciertos valores en cuanto al pH, elementos químicos y debe cumplir con todo el resto de los requisitos para el riego. Por lo tanto, debe ser considerado de antemano y en esta norma debería añadirse las exigencias para el uso del agua tratada en el inodoro, la cual es fundamental para la ejecución total del proyecto.

Los A corresponden documentos citados en la norma.

De acuerdo al decreto 236 del Reglamento General de Alcantarillados particulares, fosas sépticas, cámaras filtrantes, cámara de contacto, cámaras absorbentes y letrinas domiciliarias.

Art. 4. Una vez construido el alcantarillado público de una ciudad, aldea, pueblo o lugar poblado, y declarado en explotación, los dueños de los inmuebles ubicados dentro del radio del servicio de alcantarillado público, quedan obligados a clausurar los alcantarillados particulares o cualquier otro sistema de disposición de aguas servidas existente de carácter individual o colectivo, y a conectar los desagües de dichos inmuebles a la red cloacal pública.

Art. 10. Se entiende por aguas servidas caseras las provenientes de los excusados, urinarios, baños, lavaderos de ropa, botaguas, lavaplatos u otros artefactos sanitarios domésticos y, en general, cualquier agua que contenga sustancias excrementicias u urinarias, residuos de cocina o desperdicios humanos de cualquier naturaleza.

De acuerdo a estos artículos, no es factible utilizar sistemas de disposición de aguas servidas, la cual incluye aguas grises, ya que no se hace diferencia entre una u otra.

En resumen, hoy no existe una normativa específica para los sistemas de reciclaje de agua, lo cual genera incertidumbre para invertir e investigar sobre el tratamiento de aguas. Es fundamental que los cambios por parte de las autoridades se efectúen lo antes posible, debido a la constante e innecesaria pérdida de agua.

COMPARACIÓN DE SISTEMAS

No siempre un proyecto rentable desde el punto de vista privado lo es también para la sociedad, y viceversa. Como se destacó anteriormente, la evaluación social permite determinar costos y beneficios pertinentes del proyecto para la comunidad en términos de bienestar social, agregando las externalidades, tanto positivas como negativas, además de otros factores para la toma de decisión. De ahí la importancia de considerar los elementos no cuantificables.

A continuación se presentan las variables pertenecientes a cada sistema, resumiendo los puntos más importantes del estudio, tomando en cuentas tanto los componentes económicos como los no monetarios:

Con sistema de aguas grises	
(+)	<p>Aspectos positivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAN diferencial positivo. ▪ Genera un ahorro directo de \$14.500 pesos mensuales por vivienda. ▪ Reutiliza un 68% del agua. ▪ Aumento en la disponibilidad de agua. ▪ Menos agua vertida al alcantarillado, generando un ahorro para las empresas sanitarias. ▪ Mayor autonomía ante escasez de agua. ▪ Ecológico.
(-)	<p>Aspectos negativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Incurrir en costos operación. ▪ Presenta costos de inversión. ▪ Normativa inexistente para utilizar las aguas tratadas en el inodoro.

Tabla 18: Comparación respecto a la inclusión de sistemas de aguas grises.

Sistema energía eléctrica	Sistema paneles solares
<p>(+) Aspectos positivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se aconseja en términos económicos (bajo evaluación privada). ▪ Capacidad de abastecer cualquier electrodoméstico. ▪ No presenta costos de inversión para el usuario. 	<p>(+) Aspectos positivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Genera un ahorro directo de \$21.500 pesos mensuales. ▪ Energía gratuita e inagotable. ▪ Posibilidad de vender los excedentes de energía (a partir del año 2014). ▪ Energía limpia y renovable. ▪ Inmune a cortes de energía eléctrica. ▪ Posibilidad de independencia de la red eléctrica. ▪ Valor de salvamento (reutilización de los componentes posterior al uso correspondiente). ▪ Fácil de instalar y mantener
<p>(-) Aspectos negativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pago por suministro. ▪ Expuesto a alza de precio de la energía. ▪ Acceso restringido sujeto a la red eléctrica. ▪ Energía contaminante. ▪ Produce contaminación visual. ▪ Condicionado a cortes de energía ocasionales. 	<p>(-) Aspectos negativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAN diferencial negativo. ▪ Sujeto a inestabilidad de condiciones climáticas y de radiación. ▪ Altos costos de inversión. ▪ Vida útil delimitada. ▪ Necesidad de baterías. ▪ Necesidad de espacio físico en la vivienda.

Tabla 19: Comparación sistema de energía eléctrica respecto al sistema de paneles solares.

Sistema calefón gas licuado	Sistema calentador solar
<p>(+) Aspectos positivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Funciona de manera independiente a las condiciones climatológicas. ▪ Volumen ilimitado de agua caliente. ▪ No presenta costos de inversión para el usuario. 	<p>(+) Aspectos positivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ VAN diferencial positivo. ▪ Genera un ahorro directo de \$24.800 pesos mensuales (75% menos de uso de gas licuado en el hogar). ▪ No emite gases. ▪ Energía gratuita, inagotable y renovable. ▪ Fácil de instalar y mantener.
<p>(-) Aspectos negativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pago por suministro. ▪ Gas licuado sujeto a inherente alza de precio. ▪ Costos de compra de gas licuado. ▪ Peligro de incendios, fugas y explosiones. ▪ Emite gases contaminantes. ▪ Energía no renovable. ▪ Sujeto a disponibilidad de gas licuado. 	<p>(-) Aspectos negativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sujeto a condiciones climáticas y de radiación. ▪ Necesidad de utilizar hasta cierto volumen de litros de agua caliente en un tiempo delimitado. ▪ Vida útil delimitada.

Tabla 20: Comparación sistema de calefón respecto al sistema de termo solar.

VALOR ACTUAL DE COSTOS

Para este análisis utilizaremos el criterio de valor actual de costos (VAC), el cual muestra los flujos a solventar en ambas situaciones. En el caso de que los productos finales sean relativamente equivalentes, este puede aplicarse sin mayores problemas. En el sistema de aguas grises obtenemos agua tratada para regar y para el inodoro, la cual cumple una función equivalente si esta fuese agua potable. En el caso de la energía, se pueden utilizar los mismos elementos, como electrodomésticos, ampolletas, entre otros, obteniendo el mismo resultado. Por su parte, el calefón y el termo solar calientan el agua indistintamente. En consecuencia de lo anterior, se optará por la opción que represente un menor costo.

Respecto a las estimaciones, todos los precios considerados para este análisis tienen vigencia para junio del año 2013 y consideran una tasa de descuento del 6%, correspondiente a la utilizada en Chile para la estimación de proyectos sociales.

A continuación se presentan los costos actuales y los flujos correspondientes a los sistemas alternativos estudiados, de acuerdo a las características específicas de cada uno.

DISPONIBILIDAD DE AGUA

Para ambos flujos se considera un periodo de 20 años, basado en el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas grises sin mayores costos de operación. El pago de suministro corresponde a la cuenta anual promedio de agua potable.

Situación base	Año 0	Año 1- 20
Inversión	-	
Pago suministro		-377.112
Flujo base	-	-377.112

Tabla 21: Situación con sistema actual.

Con proyecto	Año 0	Año 1-20
Inversión	-398.430	
Pago suministro		-202.678
Costos de operación		-51.478
Flujo con proyecto	-398.430	-254.156

Tabla 22: Situación implementando sistema de aguas grises.

Diferencia	Año 0	Año 1- 20
Flujo sin proyecto		-377.112
Flujo con proyecto	-398.430	-254.156
Flujo diferencial	-398.430	122.956

Tabla 23: Diferencia entre flujos implementando el sistema de aguas grises.

VAC situación base	-4.325.445
VAC con proyecto	-3.313.579
VAC diferencial	1.011.866

La inclusión de la tecnología de aguas grises resulta conveniente principalmente por la diferencia en el pago del suministro al largo plazo. Como consecuencia de la aplicación teórica, se produce un VAC diferencial positivo. Se debe tomar en cuenta que el precio está fijo, ya que el alza considerada en los últimos años promedio entre 3% y 4%, el cual aumentaría la brecha en el resultado final. La tasa de descuento que produce una equivalencia entre ambos sistemas es de 30,72%

ENERGÍA

Para ambos flujos se considera un periodo de 20 años, derivado de la vida útil y el funcionamiento óptimo de los paneles solares. El pago de suministro corresponde a la cuenta anual promedio de energía eléctrica.

Situación base	Año 0	Años 1 - 20
Inversión	-	
Pago suministro		-299.226
Flujo base	-	-299.226

Tabla 24: Situación con sistema actual de energía eléctrica.

Con proyecto	Año 0	Año 1 - 4	Año 5	Año 6 - 9	Año 10
Inversión	-2.451.000				
Compra baterías	-714.000		-714.000		-714.000
Pago suministro		-41.187	-41.187	-41.187	-41.187
Flujo con proyecto	-3.165.000	-41.187	-755.187	-41.187	-755.187

Con proyecto	Año 11 - 14	Año 15	Año 16 - 19	Año 20
Inversión				
Compra baterías		-714.000		-714.000
Pago suministro	-41.187	-41.187	-41.187	-41.187
Flujo con proyecto	-41.187	-755.187	-41.187	-755.187

Tabla 25: Situación con sistema de energía solar (paneles solares).

Diferencia	Año 0	Año 1 - 4	Año 5	Año 6 - 9	Año 10
Flujo sin proyecto		-299.226	-299.226	-299.226	-299.226
Flujo con proyecto	-3.165.000	-41.187	-755.187	-41.187	-755.187
Flujo diferencial	-3.165.000	258.039	-455.961	258.039	-455.961

Diferencia	Año 11 - 14	Año 15	Año 16 - 19	Año 20
Flujo sin proyecto	-299.226	-299.226	-299.226	-299.226
Flujo con proyecto	-41.187	-755.187	-41.187	-755.187
Flujo diferencial	258.039	-455.961	258.039	-455.961

Tabla 26: Diferencia entre flujos implementando paneles solares.

VAC situación base	-3.432.099
VAC con proyecto	-5.090.204
VAC diferencial	-1.658.105

El VAC diferencial resultante de la implementación de los paneles solares es negativo. La inversión inicial y la reinversión (compra de baterías) son las razones que apuntan a mantener el sistema actual de energía eléctrica bajo este análisis. Los precios considerados son estáticos, sin embargo estos han ido a la baja en el corto plazo. La tasa (inexistente) que produce igualdad en el VAC diferencial es -3,68%.

AGUA CALIENTE

Para los siguientes flujos se considera un periodo de 20 años, a raíz de la vida útil estimada y el funcionamiento óptimo del termo solar. El pago de suministro corresponde a la cuenta anual promedio de gas licuado.

Situación base	Año 0	Año 1 - 20
Inversión	-	
Pago suministro		-396.764
Flujo Base	-	-396.764

Tabla 27: Situación con sistema actual de calefón.

Con proyecto	Año 0	Año 1 - 20
Inversión	-820.969	
Pago suministro		-99.191
Flujo con proyecto	-820.969	-99.191

Tabla 28: Situación con energía solar (termo solar).

Diferencia	Año 0	Año 1 - 20
Flujo sin proyecto		-396.764
Flujo con proyecto	-820.969	-99.191
Flujo diferencial	-820.969	297.573

Tabla 29: Diferencia entre flujos implementando el termo solar.

VAC situación base	-4.550.852
VAC con proyecto	-1.958.682
VAC diferencial	2.592.170

Debido al VAC diferencial positivo, se recomienda adoptar el sistema de termo solar. Un factor importante a tomar en cuenta es que los precios considerados para el análisis son fijos y no miden el aumento del valor del gas licuado, el cual se espera que evolucione al alza en los próximos años, lo que aumentaría esta diferencia. La tasa de descuento que provoca indiferencia entre ambas opciones es de 36,17%.

CONCLUSIONES

Actualmente Chile presenta un déficit de viviendas sociales y el gobierno busca mejorar la calidad de las mismas, en busca de un mayor calidad de vida da las familias con menos recursos. Considerando la inclusión de un sistema de aguas grises, paneles solares y termo solar, se brinda la posibilidad de integración hacia un futuro sustentable, transversal al nivel socioeconómico, apoyado en las bases de la actual política social para el desarrollo de viviendas.

En términos de energía, presenta problemas de abastecimiento, debido al nivel de desarrollo económico actual y al que espera enfrentar en los próximos años. Otro factor que hace el problema más crítico es la continua alza de los precios del petróleo, el cual se prevé será cada vez más escaso. En consecuencia, el desafío está en buscar alternativas diversificando la matriz energética, incrementando la participación de energías renovables que actualmente es de un 3%. En el norte del país se presentan las condiciones de radiación y temperatura idóneas para el desarrollo de energía solar (y ser un potencial proveedor de esta a la región). Se suma a lo anterior, la escasez de agua en las regiones desérticas, haciendo necesaria una solución a la brevedad en esta materia.

Si ha de implementarse estos sistemas alternativos, se debería tomar en cuenta y evaluar, por parte de las autoridades pertinentes, los beneficios no económicos que conlleva utilizar energías renovables no contaminantes y la optimización del agua. Dentro de los beneficios cuantificables, se observa que las cuentas del agua potable, energía eléctrica y gas licuado descenderían en un total aproximado de \$60.000 pesos por familia, generando un ahorro significativo, más aun si se considera que estas pertenecen a los quintiles más

bajos. Por tanto, ante un resultado negativo del análisis económico, se aconseja al gobierno estudiar la posibilidad de un subsidio que pueda destinar recursos para apoyar este tipo de proyectos.

De acuerdo a la anterior, el análisis económico resultante en el sistema de aguas grises es positivo en cuanto al VAN y al VAC, mientras que en la sensibilización hay que tener en cuenta un cierto número de viviendas para cubrir los costos operacionales, por lo que se recomienda su inversión. Este sistema tiene la capacidad de reutilizar cerca del 68% del agua, pudiendo utilizarse para riego e inodoro. Desafortunadamente la legislación chilena prohíbe el uso de esta para el inodoro, por lo que resulta urgente cambios en el marco jurídico-legal que posibiliten su aplicación en pro de utilizar el agua de forma eficiente, como la han hecho en países como México, Israel, Australia, entre otros.

Respecto a los paneles solares, el VAN, el VAC y la sensibilización en todos sus niveles resulta ser negativo, donde a priori se aconseja desalentar la inversión. Si el estado quisiera que un tercero implemente el proyecto, deberá subsidiarlo como mínimo la pérdida del VAN, lo que no significa una inversión social, sino un aporte del estado hacia el sector privado. Las principales razones de este resultado vienen dadas por la alta inversión inicial y por la compra periódica de baterías de ciclo profundo, necesarias para almacenar energía, las cuales deben reemplazarse cada 5 años. Sin embargo, hay dos factores que pueden modificar la situación en el futuro. La puesta en marcha de la ley “Net Metering” el próximo año eventualmente generará un ingreso a partir del uso de paneles solares, sin embargo es importante estimar la cuantía de acuerdo a como se defina el pago por energía devuelta al sistema, asunto que hoy es imposible de predecir. Por otro lado, en los últimos años el descenso del precio de los paneles solares como consecuencias de nuevas tecnologías fue

considerable, por lo que se espera que pueda seguir bajando en el futuro, cambiando el escenario para los paneles solares. Recuerde además, que desde el punto de vista social se pueden añadir otras ventajas importantes que podrían darle mayor peso al uso de la energía solar.

En cuanto a los termos solares, el resultado del VAN, VAC y la sensibilización fue positivo en todos los niveles. La razón principal de este suceso es el ahorro que se logra como consecuencia de la no utilización de gas licuado para el agua en el hogar, estimado en un 75%. Robusteciendo lo anterior, el precio del gas licuado es el que más ha subido comparado con los otros dos suministros, como consecuencias de las alzas del petróleo a nivel mundial. Se recomienda implementar el termo solar, y en teoría, es el único de los sistemas exhibidos en este estudio que bajo las condiciones analizadas puede ejecutarse como modificación en las viviendas sociales.

Nuevos sistemas de tratamiento de aguas y de energías renovables se desarrollan cada vez con mayor frecuencia, lo que hace que el escenario pueda cambiar radicalmente en unos pocos años. Se espera que ante los datos presentados, las decisiones se tomen respecto a todas las variables, en pro de un desarrollo sustentable y económicamente viable de acuerdo a los recursos disponibles del país, incluyendo a las familias de menores ingresos.

BIBLIOGRAFÍA

Sapag, R., (2008), Preparación y Evaluación de Proyectos, (5 Edición), McGrawHill Interamericana, Santiago.

Ministerio de Desarrollo Social, Informe de Política Social (2011), <www.mideplan.cl>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Llamado Especial de Ampliación de Vivienda para Adultos Mayores (2011), <www.minvu.cl>

Instituto Nacional de Estadísticas, Estadísticas del Medio Ambiente (2009), <www.ine.cl>

Instituto Nacional de Estadísticas, Distribución y Consumo Energético en Chile (2008), <www.ine.cl>

Gobierno de Chile, Estrategia Nacional de Energía 2012 - 2030, <www.gob.cl>

Programa Chile Sustentable, El Agua en Chile: Entre las políticas de mercado y los Derechos Humanos (2005), <www.chilesustentable.net>

Superintendencia de Servicios Sanitarios, Informe de Gestión Sanitaria (2011), <www.siss.gob.cl>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Crisis del agua, un Problema de Gobernabilidad (Segundo Informe), Consulta: 17 de Junio 2013, <www.es.unesco.org>

Dirección General de Aguas, Embalses reducen sus reservas 15,7% durante Marzo, Consulta: 10 de Junio de 2013, <www.dga.cl>

Fundación Chile, The Democratization of Energy (Junio 2013).

El Mercurio, Hogares chilenos han bajado en un 20% el consumo de agua en los últimos 10 años, Consulta: 23 de Mayo de 2013, <www.emol.com>

La Tercera, Nuevas viviendas sociales sustentables, Consulta: 14 de Abril de 2013, <www.latercera.com>

La Tercera, Haga su propio panel solar, Consulta: 14 de Abril de 2013, <www.latercera.com>

Portal CNN Chile, Paneles fotovoltaicos: el nuevo negocio de la energía solar, Consulta: 24 de Junio 2013, <www.cnnchile.com>

SustentaBit, Contexto Legal: Reutilización de Aguas Grises (Diciembre 2011), Consulta 20 de junio 2013, <www.sustentabit.cl>

Dirección de Agua del Gobierno de Costa Rica, Inodoros Eficientes, Consulta 24 de Junio de 2013, <www.drh.go.cr>

Junta de Castilla y León, Ficha A-25: Grifería Eficiente, Consulta: 24 de Junio de 2013, <www.jcyl.es>

Portal Solenergy, Consulta: 28 de Mayo 2013, <www.solenergy.cl>

Portal Solarshop, Consulta: 18 de Junio 2013, <www.solarshop.cl>

Portal Chile Atiende, Consulta: 22 de Junio 2013, <www.chileatiende.cl>

Portal Chile Renovable, Consulta: 18 de Junio 2013, <www.chirenovables.cl>

Portal SmarTecno, Consulta 10 de Junio, <www.tienda.smartecno.com>

Portal Chile renueva sus energías, Consulta 10 de Junio, <www.chilerenuevaenergias.cl>