

# CEER-S-198

CEER-S-198

ANALISIS DE VIABILIDAD Y DETERMINACION DEL  
MERCADO POTENCIAL PARA LOS CALENTADORES SOLARES  
PARA USO RESIDENCIAL EN PIIERTO RICO

POR

WILFREDO TOLEDO, M.A,

y

SAMUEL TORRES ROMAN, PH.D.

180 ing

s

CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH

<

OCTUBRE 1984

---Page Break---

ANALISIS DE VIABILIDAD Y DETERMINACION DEL  
MERCADO POTENCIAL PARA LOS CALENTADORES SOLARES  
PARA USO RESIDENCIAL EN PUERTO RICO

Pur

WILFREDO TOLEDO, M.A

Y

SAMUEL TORRES ROMAN, PH.D

---Page Break---

Este estudio lo inició el profesor Samuel Torres Román en el 1932 en la Unidad de Investigaciones del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Sociales, con el respaldo financiero del Fondo Institucional para la Investigación (FIPI) del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico. En la fase inicial de la investigación reci

bi6 1a ayuda det Sr. William Jinén

+ estudiante del Prograna

Graduado de Economía, quien fue sustituido cono auxiliar de investigaciones por el Sr. Wilfredo Toledo, también estudiante del mismo programa. Por acucrdo entre el profesor Torres y el estudiante Toledo, 1a investigación se convirtió en el proyecto de tesis do Este Gitino. Así el seflor Toledo vino a ser el investigador principal con e} ascsoramiento y tutelaje de?

profesor Torres

ta investigaci6n se benefició ficativamente de

datos provistos por una encuesta que fue parte de un estudio Conjunto del Centro de Estudios Inergéticos y Ambientales y

del Departamento de iconomfa de ia Facultad de Ciencias Soc

del Recinto de Río Piedras,

unidades de 1ª Universidad

de Puerto Rico, sobre los impactos socioeconómicos de los  
aumentos en el precio de la electricidad que fue publicado en

1983.

---Page Break---

Una vez concluida la tesis, fue revisada por el pro

fesor Ernesto Rodríguez, Instructor en el Departamento de  
Economía y por el Sr. Salvador Lugo, científico 1 del Centro

de Estudios Energéticos y Ambientales de 1ª Universidad de  
Puerto Rico. A este título le pareció que por su temática y  
contenido se justificaba difundir el estudio como parte del  
Programa de publicaciones del Centro de Estudios Energéticos

y Ambientales. Su recomendación fue aprobada por el director,  
doctor Juan A. Bonnet propiciándose así esta publicación como  
un esfuerzo conjunto más entre el Centro de Estudios Energéticos  
y Ambientales y el Departamento de Economía del Recinto de

RSo Piedras, ambas unidades institucionales de la Universidad

de Puerto Rico.

Wilfredo Toledo, x

Samuel Torres Romin, Ph.D.

---Page Break---

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS Y GRÁFICAS

CAPÍTULOS



i. INTRODUCTION 1

EL Problema .... oS

Método de Análisis de Hipótesis del Estudio

ALTO de eeeeeeeeeeeeeereneees 5

Justificación del Estudio . eee 7

II. LOS CALENTADORES SOLARES Y SU UTILIZACION

EN PUERTO RICO .. 9

Introducción 9

Los Calentadores Solares de Agua sees. 10

Aspectos técnicos .....4e-- sere 10

Aspectos económicos ...seeeceeeeeeeee 12

Utilización de los calentadores solares:

EN PUERTO RICO seeeeeeeeeeseceeeeeeters LS.

Distribución de Los calentadores Solares

EN USO ieeeeeeeseeeeee :

III. METODOLOGIA. sees + 2B

Introducción sees 20

Estimación del Mercado Potencial . 23

Análisis de costo-beneficio . 27

criterios de decisión .. au

---Page Break---

cAPItULos

IV. RRSULTADOS -.....5

Andlisis de ~cost-zflectivene:

Griterio de pecisign utilizado en el Es-  
tudio

Procedencia de los patos .

Reviai3n de Literatura .

Introducción ..eesee

Determinación de Variables y Parámetros

Relevantes para el Estudio ....

Enseres disponibles para  $\phi$ ) calentamiento de agua en Puerto Rico .

Consumo de electricidad de los sistemas de calentamiento de agua .

Consumo de electricidad de los sistemas de calentamiento de agua .

Consumo de electricidad de los sistemas de calentamiento de agua .

Comportamiento futuro del precio de la electricidad see...

Comportamiento futuro del precio de la electricidad see...

?Tamafio del calentador solar ..

?

andlisis de viabilidad de los calentado~

sola

Deseripei3n de Los

de descuento

Bajo Distintos Eacenarios .

yeenarios © iden=

tiftcaci3n de loa costes y beneficios

Costos y beneficios del calentador solar.

Sustitución de un calentador eléctrico

de uso continuo ..

iv

50

50

55

9

66

ma

2

5

25

---Page Break---

caPrTuLos

Sustitución de un calentador eléctrico  
de uso controlado .

Sustitución de un calentador de ducha,  
Análisis de ~cost-efectiveness\* de Alternativas  
para Proveer un Mismo Nivel  
de Beneficio de agua caliente .

Mercado Potencial de los Calentadores .  
Solares .

Mercado potencial bajo el supuesto de

Precios crecientes

Mercado potencial bajo el supuesto de

Precios constantes .....

Resumen...

Ve .CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .

APENDICE

Ts CONSIDERACIONES TRCNICAS SOBRE LOS CA=  
LENTADORES SOLARES DE AGUA...

BIBLIOGRAFIA

Página

9

a

a

om

ob

98

106

107

az

---Page Break---

Tabla

2b

2.2

wa

wee

43

ae

4s

46

we

48

## LISTA DE TABLAS Y GRAPICAS

Equipo Solar Inatalado en Puerto Rico .

Distribuci3n por Grupo de consumidores del

Acervo de Calentadores solares Acumlado en=  
tre 1976 y 1981 en Puerto Rico .

Acervo de Calentadores de Agua en Puerto Ri-

001 1981 ee

Distribución por Nivel de Ingreso del Acervo

de los piferent:

Puerto Rico, 1981

Calentadores de Agua en .

Consumo Mensual de Electriciaad de los pife-

Fenten Calentadores de Agua w....seeeeeeeee

Precio del kv/r ein gubsidio de 1956 a 1982

Precio del kv/hr con subsidio de 1974 « 1982

Proyección del Precio del kv/nr de 1983 al

2002

Valor Presante Neto y Tasa Interna de Rendi-

mianto de un Calentador solar pajo piferen-

tes Esoenarios del tipo de Intensidad de vao

del Enser sustituido tava.de.mterée.y Tipos

de Frecios vigentes

Resultados de) andlicis

?Cost-Effective=

nese" ..,

Pagina

16

20

52

54

55

6

6

65

76

87

---Page Break---

oréfica

3.2 Re

joién entre el Valor Presente y la Tasa

vit

7

---Page Break---

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

La crisis energética mundial obedece, principalmente a la  
Gependencia de Le expansi3n econ3mica mundial de fuentes de e-  
nergia no-renovables. Las fuentes de energfa m3s utilizadas

hasta ahora han eido el carb3n, el petrleo y el gas natural.

Hm las Ultimas decadas, La disponibilidad de cantidades  
abundantes de petr3

eo y gas natural a precios bajos provocó

que estos minerales se convirtieran en las principales:

fuentes

de energía mundial. Actualmente el mercado mundial de energía

depende del petróleo y del gas natural en alrededor de un 20

Por ciento. La sobreutilización de recursos no-renovables

especialmente del petróleo, es la médula del problema energético

mundial, ya que el precio del petróleo comienza a subir

cuando escasearon los yacimientos de Saudi,

1973 La Organización de Países Exportadores de Petróleo

(OPEP), organización que controla la mayor parte del petróleo

petróleo existente, actuando en forma de cartel, comenté a subir los precios en magnitud tal que para 1978 el precio se había cuadruplicado en relación al precio del petróleo de 1974,

es

Niteia pach y otro:

Renewable Energy prospects, (Oxford Pergamon Press, 1979)

Aroha, pg. 21.

---Page Break---

2

Desde entonces el precio del petróleo ha continuado en ascenso y la situación energética mundial se ha agravado más aún, Este aumento acelerado en el precio del petróleo ha te-

nido un efecto muy adverso en la situación energética de Puerto Rico, donde se depende principalmente del petróleo importado para producir energía

En Puerto Rico la generación de electricidad está basada en un 90 por ciento en la utilización del petróleo como combustible, lo que ha provocado que los aumentos en el precio del petróleo se traduzcan en incrementos significativos en el precio de kilovatio hora para todos los abonados de la autoridad de Energía Eléctrica, agencia encargada de administrar

la generación de electricidad en la Isla.

Por otro lado, industrias como la del cemento, la de construcción y la de transportación se han visto afectadas por el alza en el precio del petróleo y como resultado han aumentado

los precios de sus bienes y servicios:

Toda esta situación energética a nivel mundial ha motivado la investigación de fuentes

alternas de energía tanto para

sustituir como para completar el petróleo como principal fuente

de energía. En Puerto Rico se han realizado estudios para

determinar en qué forma algunas de estas nuevas formas de energía

pueden ser utilizadas en el país. Las fuentes de energía

renovables han sido el objeto principal de las investigaciones

a nivel mundial, entre estas fuentes se encuentran

las que se derivan directa e indirectamente del sol. Este

último grupo se incluyen la biomasa, la energía del viento y

la energía térmica del océano. Este estudio se concentra en

---Page Break---

3

uno de los usos que tiene la energía solar directa, por tanto

en los siguientes párrafos se estarán discutiendo los aspectos

más importantes de esta fuente de energía.

La energía solar es la fuente energética más abundante

que existe, La tierra intercepta un total de aproximadamente 170 billones de kilovatios hora (kv/hr) diariamente?, De esta cantidad, Puerto Rico recibe un promedio de 50 mil m:

Miles kv/hr por año\*, esto es alrededor de 2,000 veces la cantidad de electricidad generada en la isla diariamente

La energía solar, por ser renovable y abundante, resulta muy atractiva como fuente de energía, ya que no plantea el

Problema de agotamiento de reservas como sucede con el petróleo. No obstante, la mera disponibilidad física de esta fuente de energía no es el único elemento importante al considerar su uso. Es importante también la existencia de tecnologías apropiadas para utilizar el recurso, y más aún, que los cos-

tos de Sstas compitan favorablemente eon los costes de Las

tecnologias para generar energia ya existentos,

De las tecnoiosfas disoonibles que utilizan eneryfa so-

lar directa, le de ios calentasoves solares de agua es 1a nds

desarrollada y ha resuttado sor econSmicamente viable en va~

rios pafses,

Por ejemplo, en Israel existen alrededor de

200,000 calentadores solares para uso resideneial y en Jacén

a

Pueriberte Plaza y otros, para el consumidor sobre  
galentadores solares de agua Ton t

Eico, Centro de catidios siern 3 jan Juan,

Puerto Rico, 1979, paz. 9.

?rbld., pag.

---Page Break---

Alrededor de dos miillones?, sn Puert> +icn también se estén  
utilizando, Para 19%), sean ectimados de la ofieina de mer  
Gla, oxistfan om ip faly un tet as 18,737 calentadores colae

res de agua pars

La implementzeisa de la tecnologia de los caientadores  
Solares do rus ey relevante on © ogee de Suerte Rico ya quey

como se meneioné « el cfs contrante sites costes de eo

nerafa eldetrica, \*in omvargo, on tn rele orsbablemente se  
eoté utilizands ioe vitantader + solaras de ague por debe jo  
de su poteneial. ors se mencion\$ unteriormente el numero de

calentadores

+ spa de 14,737.

Beta cifrs cont:

a2 de mercado potencial que

hace ta ofieine is mrefa' de 759,900 unidades residenciates.

Este dato tue obteride de ce Lntinero de familias oue

tienen La fuoitited

fstca ler un gatenteder solar

de agua cn su residencin, ote of

fot que Los celentado-

Fon solares de grua recttanetate: repreranten un

pore

to de su merende no-one

ae la ofteina

de meréf

Yose utitira rats cwbarls jar ests bteer by eftuueién

roti! de esra tioustopta er a ne que se satan

nue be ents hae ray th io mi Be une

ta presen ue suewe at i le a realirae et

Presents

vemrtamens te Comesuig de wot

Study of Mero sees 19790 ake Soe

?inp. angel ty Correa, oficina da mergta ciéet

visión de nerf olan, @nirvistey ti! +

dos Unidos, He

ica, i+

---Page Break---

EL problema

Este estudio trate específicamente sobre el uso de ca-

alentadores solares de agua en Puerto Rico. El propósito fun-  
damental de este estudio es: a) determinar si en realidad  
los calentadores solares de agua se están utilizando por de-  
bajo de su potencial en el país y b) de estar utilizándose

por debajo de su capacidad, investigar con qué está ocurrien-

do esto.

a calentar agua @

pende principalmente de la situación en que se encuentra la  
unidad económica en el momento de hacer esa decisión. Le mic-

ma depende de los costos y beneficios esperados de la inver-

Ge 1a situación es-

sión en el equipo y estos flujos depend

Peoffica en que se encventre ts usidad decisional. Se pueden

Adentificar custro situaciones a iss cuales se pueden encon-

?trar los postbles conpradores, estos son: 4) el comprador

potencial que no pose calentador de agua y al querer adquirir

uno por primers vez tlene que oe:

uiy entce las al ternativas

@ieponibles en el mercade tas cuales son los e@lentadores de

agua eléctrico o solary b) ci conprador soteneial que tiene

al presente un calentador de agua eigctrico de tangué ain con

vida itil, el cua! mantiene funcionands toco el tLempoy c) 1a

unidad decisional tiene al presente un culentador eléctrico

de tanoue on con vida Util, dei que oontrola Las horas de uso

de wouerdo sus necesidades de agua cliente d) el posible

---Page Break---

6

comprador tiene al presente un calentador eléctrico de ducha, el estudio dependerá principalmente de un análisis de Viabilidad de la inversión en un calentador solar bajo los escenarios en que se puedan encontrar los posibles compradores, y el análisis de viabilidad se medirá el flujo de costos y beneficios para cada caso. Este análisis permitirá determinar en cuáles casos la alternativa de invertir en un ca-

alentador solar es económicamente:

beneficiosa y en cuáles no

lo es. De esta forma se podrán inferir posibles causas acerca de por qué los calentadores solares de agua no estén utilizando por debajo de las expectativas de las autoridades públicas.

Se pueden plantear a priori algunas posibles explicaciones para la baja utilización de los calentadores solares.

Primeramente, se puede plantear que las autoridades públicas

Las privadas han sobreestimado el mercado potencial para los calentadores solares. Esta hipótesis puede especificarse en dos direcciones. Primero, que los costos de inversión en cale-

ntador

Solares puede ser mayor que el beneficio que resultaría como consecuencia de los ahorros en electricidad para

varios de los escenarios especificados ant

mente. Por o-

tro lado, se puede señalar que varía al límite de posible:

compradores de bajos ingresos, con restricción presupuestaria hace que la inversión en un calentador solar resulte prohibitiva. En segundo lugar, se puede establecer la hipótesis de

que, aún con especificación más moderada del

reado poten-

etal, 1a utilización presente est por debajo de La potencial

---Page Break---

Posiblemente por falta de Información precisa sobre los cos-

tos y beneficios de 1a inversión.

Justificación dei estudi.

Gon este estudic se pretends explicar en forma amplie las

causas que han motivado ej limitado uso que se le está dando

en Puerto Rico a los calentadores solares, aun cuando éstos

se han presentado como una alternativa real para aliviar el

problema energético del país, como se ha señalado, 1a ener-

gía eléctrica en Puerto Rico es generada básicamente por pe-

tróleo. Bete hecho ha motivado evaluar fuentes alternas de

energía, na on lo que se ha puesto gran interés es 1a ener-

gía solar, específicamente aquella utilizada en calentadores

de agua, La necesidad de evaluar esta alternativa energética desde una perspectiva económica hace relevante el presente estudio, ya que éste podría arrojar luz sobre el posible problema de la subutilización de los calentadores solares en el país y sus causas.

Esta investigación podría servir de guía a la política pública del país en torno al uso de fuentes alternativas para la conservación de energía. Como es usual, en los últimos años

se han tomado medidas de política

side

dirigidas a aliviar el problema energético de la ciudad

Se puede mencionar en específico el subsidio sobre el consumo de energía eléctrica

que se establecis en 1974 y La exenei3n contributiva hasta

500 d3tares que se estableci3 por 1a compra de calentadores

solares.

---Page Break---

Por lo tanto es relevan' > que pueda estable~

todo

cer claramente 1a visbilivsi econ3aice de los calentadores

solares de agua bajo dtreren:

3 ofrcunstanacias de manera que

Pueda explicar su baja utilización. De esta forma se podrán

determinar las medidas que pueden ser

efectivas para incenti-

var su uso y así mejorar la eficiencia energética del país. EL

Investigador consigna me 21

Este estudio puede ser útil

en esa dirección.

En el siguiente capítulo, se describen algunos aspectos

técnicos y económicos de los calentadores:

solares y el uso que

80 le ha dado a estos sistemas en otros países. La metodología,

la procedencia de los datos y la revisión de la literatura se

Presentan en el tercer capítulo. 4

se discute el método

Utilizado en este estudio para estimar el mercado potencial

de los calentadores solares y los aspectos

más importantes de

la técnica de costo:

Beneficio, que es la técnica utilizada

on el estudio para realizar el análisis de viabilidad.

FL captulos

los resultados

1a investiga

eién. sn este carftuto

resenta oi pesultade de sndlisis

de viabilidad dv tos caientidores colercs bajo diferentes

eseenarios y La ustimaclén Jel mereado voteneial de estos ene

seres. 5h el capftuio tinal, om resume el estudio, se prever=

tin las conclusiones y

heeen ulgunw: recomendaciones,

---Page Break---

eaPsTsuG ST

NTADORES SOLARES YSU

RICE

Introduccion

La energie scler directa so nuere utilizar a trevés de

dos procesos; generseién ce et

gía e

tricu directa 0 pro-

duceidn de eator. zh ori

proceso sç Lleva @ cabo por mew

dio de Las octdas fotovelta

a8 celdas ?ransforman 1a

energía solar oivectamente sn onergia eiéctrica. aunque este  
tipo de tecnologfa esta disponible en este momento, no es eco-

némicamente viable, Pi custo uo ?4 eétrica genera-

da por estas coldas vs ue \$1.59 y nientras

que en Puerto Rico el cost

2 enerefa eifcuricx es mucho

menor que éste?

BL otre tipo 6 preces exo) que utitlue La enerefa sox

lar en forma de catory Lour. con, abe

ovjeto qe

wherte on cate!

provee la energía solar y . KR este tipo

de objeto se te Liana co

ector le energías solar. Les cotece

tores de energías solar pueden ser útiles usados para: activar

sistemas de onrri

ambiente, producir vapores y usf generar etec-

tricidad o activar sistemas de calentamiento de agua. De

Pamador Cobas, Hugh Thorne Y Se conectesén, Man de

Trabajo para el Proyecto de energía solar, (San Juan de los Rios  
tata, THT) Pae

9

---Page Break---

10

estas tecnologías la de los calentadores de agua es la de ma-  
yor desarrollo com

reial.

08 calentados

Aspectos técnicos®

?Los calentadores solares de agua utilizan dos componen-  
tes principales; el tanque de almacenamiento de agua y Los

colectores de energía solar. =1 tanque de almacenamiento, también conocido como termo-tanque, tiene la función de almacenar el agua cuando ésta ha sido calentada. como se mencioné antes La función de los colectores de energía solar es transformar la energía de sol en energía de calor.

Los calentadores solares para uso residencial utilizan

de uno a cuatro colectores:

#1 número de colectores depende

de la capacidad de almacenaje que tenga el termo-tanque y del área geográfica en que se instale el equipo. La capacidad de almacenaje, a su vez, depende de la cantidad de agua caliente que requiere la unidad familiar. mientras más capacidad de

almacenaje tenga el termo-tanque más área de colectores se necesitará

Para elevar el volumen de agua a una temperatura determinada, Por otro lado, en diferentes zonas geográficas,

la disponibilidad, intensidad y distribución de La energía

solar, varía por tanto la cantidad de colectores necesaria para elevar una cantidad de agua dada, 2 una temperatura dada, también varía.

ee

Seara una discusión más detallada de los

tipos de

calentadores solares ver apéndice 1.

---Page Break---

a

Existen básicamente dos tipos de calentadores solares de agua, el que usa el sistema de termosifón o circulación natural y el de sistema con bomba de circulación forzada. Un tercer tipo surge como variante del sistema de termosifón y es el sistema combinado. El sistema de termosifón opera a base de circulación por gravedad. Para poder hacer uso de este tipo

de calentador, el tanque de almacenamiento tiene que ser localizado en un punto más elevado que los colectores. De esta

forma, el agua fría que se manti

ene en el fondo del tanque

puede bajar hacia el colector para ser calentada y luego sube

Para ser almacenada en la parte superior del tanque, Esto es

así debido a que la densidad de un fluido varía inversamente

con su temperatura y los fluidos livianos como el agua caliente

se mueven hacia arriba mientras que los pesados se mueven

hacia abajo.

El sistema de bomba de circulación, además de los compo-

ponentes comunes a todos los calentadores solares, tienen una

Pequeña bomba de circulación que funciona con energía eléctrica.

En este tipo de sistema, la posición del tanque con rela-

ción a los colectores no es importante, ya que la bomba de

circulación mueve el agua hacia el colector, aunque éste se

encuentra en una posición más elevada que el tanque de alma-

cenamiento,

El sistema combinado funciona básicamente igual que el

sistema de termosifón, pero con la diferencia de que además

de utilizar energía solar, puede utilizar energía eléctrica

en el caso que sea necesario:

ric. Para hacer posible esto tiene

---Page Break---

rr

un sistema eléctrico auxiliar que entra en operación por lo

regular después de dos días nublados consecutivos, lo que aq

asegura un suministro de agua caliente aún en períodos prolongados de días nublados:

La operación del sistema auxiliar es

controlada por un termostato. En el caso de Puerto Rico la ne-

cesidad de utilizar el sistema eléctrico auxiliar es mínima,

pues rara vez ocurren períodos prolongados sin sol.

Aspectos económico:

La característica económica principal

de los calentadores-

de agua solar es la combinación de costes de inversión inicial.

altos y costes de operación

son bajos. Los costes de operación.

Los costes del calentador solar son bajos debido a que la cantidad

de energía eléctrica.

es que x

ilfza el sictems es poca o ninguna

¥ lo2 costos de munteniciento son insigiificantes.

Fer otro tas, et costo iniciul de un catentador solar

depende dei tamaic @ei equizo, ef cual es deteminado por Le

domanda de agua caliente que tenga

da unidad familiar, lo

que determina la capacidad de sinacenaje requerida. ta varia~

ble que mds afecta el costo de un calentador solar es et érea

de colectores que éste requicra que como ya se dijo, depende

ge la capacidad de almacanaje dol tanque y de 1a zona geográ

flea donde se instale el equipo.

Bs importante seleccionar adecuadirente La capacidad

Set material discutide an rata parte estd contenido en:

Jyh4 Nodgems The economics of solar gery, (Californiay Sean-

ford nesearch. Tastttate,

---Page Break---

B

necesaria del calentador solar, de acuerdo a las necesidades

del grupo familiar, ya que la cantidad máxima de energía de calor que genera un sistema de una capacidad determinada es

fija para una zona climática:

caída, Si se adquiere un ca-

alentador solar con una capacidad mayor que la requerida, no solo se invierte una cantidad de dinero mayor que la necesaria, sino que nunca se podrá obtener el beneficio

máximo que puede rendir el sistema, Por otra parte, un calen=

tador solar con una capacidad menor que la requerida:

la, no pro-

veer la cantidad de agua caliente suficiente para satisfacer

la demanda de una unidad familiar, Por lo tanto, una selección

inadecuada de la capacidad del calentador solar puede ocasionar

que la inversión en el equipo no

sea beneficiosa.

La viabilidad económica de estos

sistemas solares térmicos

depende de la región en que

se instale el equipo, reenergizándose:

solar tiene la característica de que tiene que ser utilizada

en el mismo lugar donde se genera

que las diferentes

Fuentes tecnológicas que hacen uso de estos

tienen diferencias

escenarios económicos en diferentes regiones.

Por lo tanto, la viabilidad económica de los generadores

solares, depende en gran medida del costo de la energía eléctrica

y de la cantidad de días nublados consecutivos, en cada

región geográfica. Mientras más alto sea el costo de la electricidad,

más alto será el ahorro en el costo de la energía eléctrica.

trica » mayor La probablided de que la invereién en un calen=  
tador solar sea beneficoose. por otro tado, mientras nds

Afas nublado= consecutives ccurran en el afio, mayor seré ia

---Page Break---

uh

utilizactén ae snore ø wuxiliar del cise

tema y monores los oeaefetis det etstemas

otra varlebts aconémnt

se importaneaia para la viabili-

Gad de ios culontadrcres aviare: is ol fcetor de 1a intensiaad

del uso, que devend

os da oan

¥ frecuencia que se nece-

site ef agua cutians ?thane el misno

costo 49 ayers:

mak ce ae ai affo como si ee

utiliza todos tos esar s otras mds sea utilic

zado este mayor sors +1 consms ae onereta eléctrica evitado

YY por cores ic, por La eantivad del

gasto anorrass, ar. hose que u cusida que aumenta eb use del

ewipe, mis veneticiooss results is Snversidn en betes

pation de

no G0 Agua caliente también es una vax

rinble cue afegts i

de Los calentadores

solare:

av Live ran parte del volu-

men ae en vl cunoue en tas tardes 0

durante ia seche, cuanto ty intensizee ce La radiecién solar

e9 baja, toned lapenae- av! eke

sistem cuxitiar elget

Para preveerae ey os

fente en 2a miiiana, diow

minuyendo asf >

efielos dak wer asters

iM Porte Ricy evzslew eerdtictone. \*avorables para da we  
tliteucidn ae low ca giarre, ya que le intensidac

de la radiación #:!ar

cupi todo el afio, Ade

mis, el costo de Ln ererafa eléctries os alto, ha venido au  
mentando en los Gitinc: atten y ne we prevee que disminuya.

ito ondrfa expiic

©) auge en la utilización de estos ogui-

Preien Ls ista.un iow ditimoes ales, For etre Lado, hace necr=

---Page Break---

Is

sario buscar ?ey: verrogant\* de norqué su uso no

estas

es atin mayor a tone com toe sapectativas busadas en esa con=

Giciones favoras' os

on purso Rice

mr Pueriy velotsoene Tabricantes y dietri-

buldores de cxtentaderes solaies 40 aguel?. estos son los

que supten ta mays unidades sotares en ta deta,

Los ealerts0 guido 9 ser utilizados

en el pais, tants pore a

bono para use comer=

chal en les ditinie wos. ue 3

cucvtra la cantidae de

calentatones so.

1976 a 1981,

en los afos de

los cabentadores solares

han tenido un ritnc

fe wthtieactén. pel ato 1976 al

1978 se instalaron en total 3.573 calentadores

Solares para uso residencial, un promedio de 1 y 1 GL calentado-

Por año, Si L979 ve tnetetarsn un vatat de 55

Meine eters

wlvate sone) woes a cantidad

de calentadores so isros, extitert a cusiguier ade

P1978. km cunnte sus unidedes ona cio comercial,

mental © indust: an ey " sosetmiento de uti-

Meación a treves de ter Gitines

Howta el 1901 tania en ta foie un total ae 16,75,

tadores solares d= agua para uso veviderctut. Beta ©.

Wofieina ae moras, rebricartes y distetbuiteres de ca-  
lentadores Solares wm buevie Bisa (ioja susleabe

---Page Break---

16

penta

Bquips colar instalede en puerto ico?

Equipos residenci-iec"\* 3673 2

Area de colector (uie") use wis LOU od  
comercial, gudernanen«  
tal e induetrial

\* Puente: oftcina

No #ç tneiuyon  
plo conousider.

adas por el pro-

---Page Break---

?

99 pequeña en comparación con el mercado potencial que ha es-

timado la oficina de energía de 750 mil unidades solares para  
uso residencial!!,

De ser correcta esta estimación de mercado potencial, se  
Podría concluir que se está haciendo uso limitado de los ca-

lentadores solares, a pesar del alegato de que el reemplazo

de Los calentadores eléctricos por calentadores solares puede  
ayudar a aliviar la situación energética nacional que enfrenta el

país.

Los calentadores eléctricos son uno de Los aparatos del

hogar que más energía eléctrica consumen. Nestor ortiz!?, co-

mo parte de un análisis de viabilidad de los calentadores so-  
Vares, midis el consumo de electricidad de un calentador eléc-  
trico manteniéndote funcionando todo el tiempo, para diferen-  
tes unidades familiares y encontré que este fluctuaba entre

150 y 300 kWh/mes. = contraste, un refrigerador conven-  
cional de 2 picos consume:

8 consume aprox

8 consume aprox  
jamente 85 kWh/ar

mensuales, una taya

jora de ropa utilizada

{4 ocho veces por sema=

a consume 262 kv/hr al mes,

yuna seeadora de ropa wtilizada

12 horas semanates consune 280 «w/hr mvisustmente!3, por t:

to al sustituir un calentador etdctrien vor uno solar, dismi-

??

{Btrevista con el ine. ange! m. sorrea, pivisidn de

Bnerets Solar, Oficina de Energia, sai juan, febrero lode,

RiNestor ortiz, ?Soler water seating Aplicacions sow much

Gan You Seve", Revista del colegio de Ingenieros, aruitectos  
yyagrinonsores Fe Risrts -RYeo, Pan dams se tears Apa eee!  
yntpecores Fe Tuer te Rico

13

Page entrole su conguno, (San Juan, Tr arearraNy prey)

?Autoridad de enerefa

fctrice, Cusnte sus kilovatio

---Page Break---

18

nuird su forma en forma sustancial la cantidad de enerefa e-

éetrica consumids por una unidad fani tis

+ Esta posibilidad,

unido a la evidencia de que los

calentadores solares visible-

mente se están utilizando por debajo de su demanda potencial,

explican un marcado interés de parte del gobierno para promover

Ver en los Estados Unidos, en 1980 se estableció una exención

de impuestos sobre los gastos de compra e instalación

de calentadores solares. Aquí se incluyen los calentadores

de agua que son el equipo solar más utilizado en el país, en

el caso de un equipo solar comprado:

uso residencial, se

proporciona una deducción al i

ese tributo del 30 por ciento

del costo del equi

+ hasta un límite

de 500 dólares,

Por otro lado se ha motivado al contribuyente para que cons-

truya su propio estentador solar, que se ha hecho a través

Ge la publicaci3n de panfletns sue indigaban como construir

el eruino. Gon ese fin, fue publicats un nanfLeto por et

mit3 de Trabajatorer para ayude 11 comunider (contco) y ot

Centro vara Estudios en:

toon y ambien:

et Dewrtomento de anuntas <4 consumidne'>, Betas publica  
clones pueden ayudar princi;utmante a fuuilliae de bajoe ine  
Eresos que no pueden pagar «LI eecio di ics calentadares som  
lares provictos por emeresan conereite aedieadas a su nro-  
dueción 0 distrinuctén, ya cue vl srecin vir venta ee otto.  
ee

Moonité 46 crstasadores para ayuts = consunidor y Gene

tro de Sstutios mergéticos y Anbichteles, Laborando y Conscr-  
vande con Is tnergfa Solar. (san Juan, {no Rp Reap ee  
ts,

Derartanento de gcuntos at coneumidor, gomo Constr  
un catentedar Solar. (Son Juony fn. nd. Ene dg

---Page Break---

19

Distribución de Los calentadores solares: on uso

Distribución de los calentadores solares on uso

Según un estudio realizado por la oficina de merase

sobre la distribución de los calentadores:

solares

La mayoría de los calentadores solares en Puerto Rico están

distribuidos entre familias de bajos ingresos.

Para realizar esta distribución se establecieron tres

grupos de consumidores, a base de los niveles de ingresos y

el consumo de energía eléctrica. El grupo consumidor 2 se

compone de personas de

Anrresos y bajo consumo de etéo~

tricidad (consumen menos del 10

vv clento del total de ener

ele utiiaeds en Asuece aio vars onienionsens donsaties de  
peua). EL grupo comumider TI so compone prineipatmente ae

usuarios de bajos incresos y consurn moterade de electeicidad  
(eonrunen ceren del 35 por elenta det tort ae enerefa utili

zada pera el calentamiento donéstica de agu. en La

grupo consumidor IIT compuesto orinel caine te por fani

ingresos medios y altms, y consima ce envrat

moderado (sone

sunen mis del \$3 por ciento tel total ou neret

utilizads nu

Ta calentamiento donético dv apua on el

La tabla 262 contiene tu descriec ol total ce catene  
tadores solares oxiotentes en da ?eis cura tuity segiin £40  
hecho ror Ln oficina de Bnerrfn, 2 imsortmite roeatear nu!

tos grupos le consumidoren Ty 11 se oi

aie mayormente de

?\_?=?----?

Motteins a onerefs de tucrte Rlen, srorey Gon: ryation,  
Fp Deere nevcure: Golar Water eatin Te Suan

---Page Break---

Distribución, por Grupos de  
Consumidores, del servicio de  
Generadores solares acumulado entre  
el 1976 y al 1981 en Puerto Rico

de

\_\_\_\_\_

Grupo consumidor con el 100 por ciento

46 toneladas

en Puerto Rico

0.90

por 20

Fuente: oficina de Energía

---Page Break---

ar

Personas de bajos ingresos y consumen conjuntamente alrededor

Get 45 por ciento del total de energía eléctrica utilizada en

et pets para calentar <gua para uso doméstico. sin embargo,

posefon tinicamente et 10 nor ci

nto del total de los ealente

Gores colares existentes en el afs en 1951, semin et estina~

do aludién, xientras que el 90 zor ciento de los calentadory

solares pertenecfan al grups consunidor I1Z, que estaba com

Puesto por familias de ingresos alter y medios, La cantidae

de calentadores solares, de acuerdo < este informacién, es

muy baja para los grupos I y II, aunque estos rerresentan un

sector importante en el convuno de enersfa

a cnlentar xen,

en Puerto Rico.

Un estimado reulizado cor et Instituto de tecnologia 5

ciat!? encontré sue las familins uc hvbfan eonprado eaten

adores colares en la isla tenfun un inaré

anual de 415,000

3 m&e, lo que corrobora et

tinado anterior, an este estudio

Se entrevisté 9 100 prontetarix: de on

tdores sxtares on

Puerto Rico. El grupo entrevistade inclufs versona ue uti

Lizan el eatentador solar,

pronési ter doméation © no

donésticos

De los propietario. que tienen unidades 90 Lare:

residencia

9) 52 tienen inpreno. te

545,000 al año o más o F

tienen ingresos igual o mayor de \$25,000 al año pero menor  
395,000, 19 tienen ingresos anuales desde 0 hasta a  
\$15,000 y menor de 225,000, y ninguna tiene ingreso menor as  
ee

Vinietas de renovación social, survey to petcinine

stenoin| varie: for oo ar water (eater Te meet te,

---Page Break---

22

415,000 a1 ato.

Por lo que se puede inferir de estos estudios, la calefacción solar parece estar en una etapa todavía en la que es considerada como un especie de lujo, por algunos sectores económicos. Aunque esto

Puede deber al desconocimiento de los verdaderos costos y beneficios que esta tecnología puede representar.

Como se ha visto en esta sección la cantidad de calentadores existentes en la isla ha tenido un ritmo creciente de utilización en los últimos años, sin embargo el número existen-

teen 1a isla para el 1980, era muy pequeño comparado con el mercado potencial estimado por la Oficina de Energía.

La baja utilización de estos sistemas, puede deberse a un alto costo, ya que parece que éstos son utilizados mayormente por familias de altos ingresos. Pero es posible que el desconocimiento de los verdaderos beneficios de la inversión en estos equipos, o incluso la no viabilidad económica del calentador solar para algunos sectores de la población de la isla puedan explicar en alguna medida la baja utilización que han tenido estos equipos hasta el momento.

---Page Break---

CAPITULO III

METODOLOGIA

Introducción

En este capítulo se discute la metodología utilizada en el estudio y se reseñan los estudios que se han realizado para establecer la viabilidad económica de los calentadores so-

lares para uso resi

cial en Puerto Rico.

Las primeras tres secciones del capítulo están dedicadas a la discusión de los aspectos metodológicos del estudio, en estas secciones se discuten, el método utilizado para estimar el mercado potencial de los calentadores solares, el modelo de costo-beneficio, que es la técnica utilizada para realizar el análisis de viabilidad de la inversión en calentadores solares y la procedencia de los datos utilizados en la investigación. En la última sección se discuten críticamente los estudios económicos sobre los calentadores solares que se han realizado anteriormente en Puerto Rico hasta el momento de

realizar esta investigación.

### Estimación del mercado potencial

En el proceso de investigación se ha encontrado que anteriormente se han hecho dos aproximaciones del mercado

Potencial de los calentadores solares:

en Puerto Rico. uns

23

---Page Break---

26

realizada por le cfisina de snergfa de ruerto Ricol® y otra  
por David gE. 3ait!?,

La Oficina de snergfa esting un mercado potencial de  
750,000 unidades solares residenciales para toda Ja isla.

Este

stimado fue hes

a base del niinero de viviendas exis

tentes en la sia que cuentan con la factlidad fisica adecua-  
@a pare la instalscién de us calentador solar. EL métoto us  
tlizado para catcular et mercado petencial fue el ciguiente:

Primero se determinó el número de viviendas que exis-

ten en la isla, como está indicado por la Junta de Planificación.

A esta cifra se le restó el número de viviendas que por una

razón u otra, simplemente no se les pueden instalar calenta-

dores solares como por ejemplo, las residencias de madera y

las que tienen un techo no plano y las residencias antiguas.

El número resultante fue aceptado como el potencial del mercado!

Los calentadores solares.

Bs

método wttfende por La oficina de mergfa, per ic

Simplista, tiene olrunas deciciencias. mn primer lugar, en

ente «

Amado no ve toma en concideracisn que, aunque exist

una facilidad fictes adecuada pura ta instalaci3n del catene

or, puede exiatir una reetricci3n prosupuestaria o de otra

Amdole que Imposibiite a ta unidad fanitnr para La compra

ee

13

Mrtrevista con Ing. angel Me corres, Divieién de kner=  
Gla solar, Ofteina to Bueiiias gan guns teveeve foBo"

"oavia 2. gait. Return on investiont for Kesidential

Sclar water Heating, (Atlanta, Southern Tolar Basra oats,  
Senuary 19ST,

---Page Break---

25

Gel equipo, sdunds, ui nacer el estimato se preaune que La

inversidn on el calentador soter a

evondmicanente viable

Para todas las unidades familiares

que tengan facilidad de

instalación de sistemas

de energía solar en edificios

de viviendas

de base del acervo de energía

eléctrica convencional existente en la Isla.

Estimar el mercado potencial

neial fue de 365 mil uni-  
dades, que ars ta

tividad ue catentadores eléstrices conven-

Clonales, sextin 81, exictentes en ta lota en dietembrs ae

929.

Aunque ests estimate >

sue sea mic revelador da ta

magnitua real dei ccreado potencial de los calentadores solae

Fes Tesidenciaies se considera que puede ser mejorado en alzue

na direcoión utilicants otros eriterios que pueden establecer

mejor su potencial. En esta investigación se utilizó una no-  
@fleación del método usado por Ball, considerando otra: vae

Fables adicionales a la po.

sin de ai calentador eiteries  
convencional,

e pueden ay

2} mereade potens  
etal.

EL criterio uti

a9 en UL preuente estudio para incluir

una unidad familiar en el mercado 5

modelo de los contenidos-

Fee solares, es que Seta tenga el servicio: > Je agustiente

en su función de utilidad, que enfrenten una reasignación de recursos

supuestaria que les permita manifestar &

ta demandando algún

"APO de los enseres que producen el servicio y además, que

ta inversión con 1 productor aotar sea económicamente viable

en ta situaeieén particular e que ve encuentra ta fam!

---Page Break---

26

En ia actualivad, adem: co los ealentatoren solares, existen

fos tines alternos sue proveon ei servicio de agua caliente,

el calentador eléctrice convensionai ce tanque y el calentae

dor øe ducha®?

ninar jas families que

han menifestado genanda por cove ccliests, es relevante esti

mar tanto ei miners Ge les calortadover \*létricos eonvencios

nales existentas

Sientadores de cucha, como

primer paso pars

fear vi mercado potencdal de tos calontas

dores solares,

pect tt

se ab ?étodo uticizado para estimar ef wer-

ado potencial <2 Los satentas:

solares fue et siguiente;

primers se ceturn familias

vicio de agy

euliente, ya sex de un calentader olfe-

?trioo convencional, 9 de ducha, pe esta santidad se excluys

Jas unidates fanitian

para ics euaicr ee Jeterminé que ia

Anversién en un catenti

olar no ?s cconémicamente viatte

¥ 8e treluyon azsellay familias sce

we el momento no cuen

tan con et servicio ne agua caliente, us caracte;

Seeloeconsmicas, pourtan optar -ir agua omtiente y Le invers

si6n en un carsate bar Feouiva sor ia mejor atternativa

Para proveerse ©

Pare detom

P tanto Las unidue

des familiares que se «

oO kor que ge afladen se l iews

@ Cabo un eutucio ue viabilidad de tos cntentadores sotar

baJo diferentes situaciones que pueden afectar esa viabilidad

7030 deve sefisar que aune

gle, producir agua cattents para balarse. La inetalicise de

2 de uno de vstor wquipos eh lugares apropiatos de ia ca

puede micertos austitutos acapt vies pure lna eslentuderes

Soleres 9 los catent»dores eléctricas, convenciona ies.

---Page Break---

27

en los que puede encontrarse 1a unidad familiar.

Para llevar a cabo el estudio de viabilidad bajo esos

distintos escenarios, se han clasificado las unidades fami-

liares en dos grupos. El primer grupo consta de Las familias

que tienen algún tipo de calentador eléctrico,

este grupo ha

sido dividido en Los siguientes casos: a) se tiene un calen-

tador eléctrico que aún tiene vida útil y es utilizado todo

el tiempo b) se tiene un calentador eléctrico que aún tiene vida útil y es utilizado sólo cuando se necesita  $\phi$ ) se posee un calentador de ducha aún con vida útil.

PL segundo grupo consta de Las familias que no tienen calentador de agua alguno y que se enfrentan a las tres alternativas de calentadores para proveerse el servicio de agua caliente.

Para realizar el análisis de viabilidad de los calen-

tores solares se utilizó La técnica de costo-beneficio.

análisis de costo-beneficio

Todo proyecto de inversión generará a través del tiempo una serie de impactos positivos y negativos que pueden ser

Clasificados como beneficios o costos, el análisis de costo-beneficio lo que pretende es identificar, cuantificar y comparar

los costos y los beneficios:

we genera el proyecto, para

de esta forma ayudar a la unidad dec!sional a evatuar 1a con-

venicncie del proyecto, sta tfeniea povtula como objective

maximi

Asn fel beneficio meto (BN) de La inversi3n que se

eat3 considerando, La funci3n objetivo dei andlisiz puede sor

---Page Break---

28

formulada como;

$$BN = 3 - \phi \text{ ay}$$

donde: B, es el nenefleio total cue genera el nroyects,

¥ % es el costo totel en que se tiene que ineurrir para

Llevar a cabo el proyecto.

un proyecto sea aceptable

pre que los beneficios sean

mayores que los costes, es decir cuando el beneficio neto es

positivo. cuando se estén con

alternativas varias:

estas al

ternativas es:

son colocados en orden

de preferencia, de

acuerdo a su magnitud

o Neto. EL proyecto que

tiene el mayor

valor presente neto como su mejor alternativa

de inversión,

A base de esto, se puede notar que la técnica de Costo~

Beneficio está fundamentada en la racionalidad

lad econdnica, m

ele:

© en que se consideran mis 4e wn proyecto se procede ce  
ta misma forma en que proceden los Individuon racionales cuar-

do se confrontan con varias alternativat y

seogen aquetla ai-

ternativa que Los cotoce en el cetado ue nds prefieren at.

RO con sus objectives. an ol anilicis de covto beneficio, tos

beneficios pueden ser considerados como reutilidad por los cur-  
tes el individuo demuestra una preferencia, valorados a base  
de su disposición a pagar por ellos, y los costos como resul-  
tados por los cuales el individuo manifiesta una preferen-

Regativa, valorados a base de la compensación requerida para  
dejarle

persona igual que antes. Por lo tanto, La maximización

del beneficio neto es un procedimiento que permite

los individuos afectados por el proyecto evaluados de cota

---Page Break---

en el estado que más prefieren<sup>®</sup>!

Un factor importante @ considerar on el andlisis de cos-  
tonbeneficio es el factor tiempo. gis mayorfa de los pro-  
vectos de inversi3n, tos beneficios y los costos no ocurren  
todos en un mism sunto en el tiemry, sino sue son flujos «  
trav3s de Ln vida eondmica de! proyecto. Usualmente hay que  
Ancurrir en gran parte de Los costog on ol perfodo inicial y

los deneficios se reciben m3s adetante durante La vide dtil

del proyecto. Por io tanto, la varlabls tiempo debe ser ine-  
clufda en La funeiddn objective det andisato.

Fara tratar el problema dei tiempo hay que tomar en cone

sideraci3n que los individuos ts

on preforencias intertempo-

lares entro consumo en diferentes perfoics de tiempo. De a-

uerdo a estas preferencias, le dan más vator al consumo pre~

Sente cue at consumo futuro, por to que {25 impactes tu

det proyecto no son conmensurables con tos

hast» que ambos sean act

Las preferencias intertempatares son

idas por motion

e una tasa marginal de preferencia intertemporal ( $Tir$ ). si

un consumidor sea indiferente entre un dólar en un año y Leto

Alar el próximo año, entonces el TIDE es de  $r$  y por lo tanto

que Señalar que Las preferencias intertemporales son indepen-

dientes del lugar donde se realicen las transacciones. Por

Lo tanto, la TPL no debe ser confundida con la tasa de inte-

rs de mercado que es un fenómeno de un tipo particular de

ee

ZAdit Ke Danmnta & de we Po

Theory and practicns (Tondon; th!

Page 27-70,

rey Vost-penefit analicis

acai Wan Press Le 4}

---Page Break---

30

organizaci3n econdmica, aunque esta Witima bajo clertas con-

@ietones puede ser usada como proxi de 1a primera??,

La f3rmula (1) debe ser modificada para incluir Las pre-

ferencias intertempotares de loc consunidores. Una manera

natural de hacerlo ee utiicando 1a MMPI, para colocar todos

Jes Ampactos del proyecto a un valor ecuivalente en un punto

en et tiempo, preferiblenente et perfodo inicial. Esto es,

Sç puede descontar todos los flujos futures con la THPI, para

calcular el valor presente del beneficio neto (VP3N).

Ancorporando una MPT igvst a ?re La fórmula (1) puede

Feemplazada por la siguiente:

Be- @)

el valor presente del beneficio neto

Bye el beneficio en el período t

Gy = el costo en el período t

Pr = es La tasa de descuento

eS el Wiltime período 4e La vida útil del

Proyecto

Esta fórmula hace que todos los impactos sean consistentes

Fables al descontar los impuestos futuros por una tasa de dese

Suento, que los hace equivalentes 2 los impactos que ocurren

en el presente, La fórmula (2) ©: la que ve utiliza en el

análisis de costo-beneficio, para determinar la viabilidad

ee

22 Robert Sugden of Alan Willtans, p. 2

FpsgpiesLcostepenehic análisis, (Oxford oteene eee,

TSI) para Heth Sata

---Page Break---

ab

econdnica de un proyecto.

EL análisis de costo-veneficio se ha utilizado principal-

te and

mente para evaluar proyectos de inversión pública. 2

lisis puede ser efectuado desde una perspectiva social y una

privada. Desde una perspectiva social La función objetivo

relevante es el valor presente del beneficio social neto

(VFBSN), mientras que desde un

punto de vista privado Lo es

el valor presente del beneficio privado neto (VPBPN).

Desde una perspectiva privada, en la que el beneficio se

utiliza para establecer la viabilidad financiera de la inver-

Fin, sólo se consideran aquellos impuestos privados que afectan

tan directamente 4 L

dud decisional. isto es, ios inp:

tos internos del proyecto. ioe covtes sue tender!

que ine.

reir y Los bene:

cics que recinirfa s

veatica la inversi3n

Desde esta perspectiva privada Los costes y Loa baneficios con

valorados a los precios de mercado, ya que, dado el  $\Psi$  como  
la función a maximizar, esta es la unidad de valor relevante,

Desde un punto de vista social se han

tenido todos los

impactos que de una forma u otra

afectan los recursos=

los de la sociedad en pleno, o lo

+ esta perspectiva

de los recursos tiene su

func Sin objective. on este

andlisis co conaideran tonto Yor efector interes como tos 6

Pector externos det oroyecto. Low wf

os uxternos, 0 exter:

palistis pueden ver de cardeler pnsitive » negative, cst es,

son impactos det j

pyeeto que pueden sumvairer © dis:

nivel ve utites

id det resto de lu suciedi ademds de Los oos-

tos y ven. Seine internos que pereibe La unidad decision,

---Page Break---

22

Un ejemplo de externalidad negativa son los efectos ambientales que genere un proyecto, que aunque no afectan a la unidad decisional en su rol de inversionista, si afectan a la sociedad en conjunto,

Para medir los impactos del proyecto, el análisis social

exige una unidad de medida que refleje adecuadamente la valoración social de cada uno de los impactos. Los precios de mercado son aceptables

para este propósito siempre y cuando

que no exista alguna distorsión en el mercado que impida que

éstos reflejen la valoración social. No ocurrir alguna de

estas distorsiones, se construyen unas medidas que reflejen

correctamente La valoración social de 1

Impactos del proy:

estas medidas se conocen como precios sombra,

los precios sombra también se utilizan para valorar aquellos impactos

del proyecto que no tienen precios de mercado.

La tasa de descuento utilizada en ambas perspectivas de

andicis también puede ser diferente. sn el análisis privado

la tasa de descuento puede ser aproxi

con La tas

fe inte-

rés del mercado. 1a tasa de interés de mercado ex determinins

da por los deseos de ahorrar y tomer pre:

tudo de toe indiva~

duos, manifestados a través de La demand. y oferta de fondos.

La demanda y oferta de fonics refleja La divposición de aden

Jantar consumo futuro para aumentar el consumo presente y La  
Ae Posponer el consumo presente para el futuro. for to tute,  
ta tas de interés one establece el equilibrio de este inter  
cambio intertemporal entre los individuos:, puede reflejar |

CMPI orivoda.

---Page Break---

33

Fero, además te reflejar Lo tm?

de los individuos, ta

tasa de inte

42 mercado,

mesrpora ef elemento de riesgo

inherente a proceso de ahorrar y tomar prestado. Por esa

razón, no existe una tasa Única de intereses en el mercado sino

que existen diferentes tasas, lo

@ introduce un elemento

de ambigüedad en la utilización de interés de

mercado como la PI.

de modo que, al utilizar la tasa de

interés como rendimiento de la TNA, 3% Desea que al consumi-

dor estd tomando ducisio

mas al chorrar y tomar

do. Pere el proceso de macimizeci

tewna fune!

Lidad jue contiens bienes on diterentes ourfodos de tiempo,

thene la diticultad de nu

> Se conoce con certeva ls res

tricción presupuestaria yus se confronts, ya que onto equiva

le @ saber ta euntidad de recurs

© tentra qurante toda

9

la vide. Por to tanto, el resultads du esta maximizacté6n no

Recesariamente sera un Antims. ju tasa de interés de mercado

ea una de lne vartabias 3 de ta volition ceanénica

biica, oF to nue es objeto te sunk por parte det yor

Piaema, secisa que cuss ome ot. no civmpee ea tual a ba  
me.

2 tas son atgunas de tus casas pe we on el anti

sis de costosbeneficio dente any wotiva welt. eo

Blige La tasa de mercado como Li tina ce desouento. aunque

on La literatura de cortoebenc fi» fe un contevterain on

forno sla tus de interés que ru debe titizar como taza de

fesusmto en el anitisie eos

Ly una de toe Linas qua ne Meo

fermion es La tesa 1e tom bones del po! terme. gata tas ot

---Page Break---

uM

nde de estar Libre de riesgo, se supone que refleje un juicio

fe valor en cuanto a la MFT social, debido que ésto debe

3çF una de las consideraciones utilizadas por los encargaco

de establecer polftica ec: némica, al fijar La tasa de interés

4@ Los bonos gubernamentales.

im el andiisis privado se utiliza Le tase de mercado que

refloje la TUPÍ de La unidad de

sional, Ysualmente se aprox-

ima ésts con La tasa de mercado a 1a cual La unidad decision

nal ahorra y toma srestado, Fsta tasa de mercado también re~

fleja el costo de oportunidad de realizar el proyecto bajo a-

ndlisia, que tiene La uidad decisional. ste es el criterio

usado en este es

106

Griterios de decisi3n

Sm la t3cnica de costo-dencfici> au han utilicads dire

Fentes criterios para comparar el flujo de beneficios y coz

tos y determinar La viabilidad econ3mica de tos proyectos.

Entre estos eriterios los m3s utilizados son el VPBN y La tae

sa intema de rendimi

nto (TTR).

con el criterio det

Ny 59 utiliza la siguiente regla

Acepta el proyecto si el NPV es mayor que cero

Rechaza el proyecto si éste es menor que cero. Si NPV mayor de cero

ro indica que

el valor presente de los

beneficios generados

Por el proyecto durante su vida económica es mayor que el va-

lor presente de los costos en que se incurre para obtener e

los beneficios.

Si el criterio de la tasa interna de rendimiento (TIR) re-

---Page Break---

quiere que la tasa de rendimiento implícita en el flujo de costos y beneficios del proyecto sea calculada y entonces comparada con la tasa de descuento que se considere apropiada.

La TIR del proyecto es aquella tasa de descuento que hace que el valor presente del beneficio neto sea igual a cero. Esta puede ser calculada resolviendo el siguiente polinomio para

1 Beneficio

art

reos)

La regla de decisión en este criterio es, aceptar el proyecto si la TIR del proyecto es mayor que la tasa de descuento

relevante, de lo contrario, se rechaza el proyecto.

La utilización de la técnica incluye algunas variaciones tales

como:

(a) Bata es sensitiva a La vida econ6mica del proyecto.

Cuando se comparen proyectos con diferentes duraciones, La TIR revela como preferido a tos proyectos de nds corta duracin.

(>) Rafees mittiples. cuando se computa La TR es posible obtener m6s de una tasa que soluciona el polinomio. kato ocasiona ambigdedad en cuanto a la selecci6n de la TIR que se va @ utilizar entre todas Las existentes. eto ocurre solamente cuando el t6rmino  $a_0$ , cambia te signo m6s de una vez do un

perfodo a otro, a trav6s de la vida {itil del proyecto, si este

ee

P°44it Ks Dasyupta on Dey Pearce, O9. chte, nda.

---Page Break---

36

?t6rmino, como es usual, es nogativo en et perfodo inicial del Proyecto y luego es positive para los perfodos siguientes hasta el final de 1a vida econ6mica del proyecto, entonces sdto existing una tasa positiva que solucione 1a f6rmula (3).

(e) Cambio en la tasa de descuento, La TPI puede cambiar a través del tiempo de duración del proyecto bajo análisis, Si esto sucede, existiendo arbitrariedad en cuanto a escoger la IPI, con que se comparará la TIR.

Sin embargo, el criterio de la TIR cuando se obtiene una

tasa única y

evalúa un solo proyecto, nos lleva al mismo

resultado que el YPBN. Esto puede verse en la gráfica T, que establece la relación que hay entre el vPaN y la TIR. Si la tasa de descuento fuera mayor que la TIR,  $r$ , por ejemplo, el Proyecto se rechazaría por ambos criterios, ya que el YPBN es negativo y  $r_p$  mayor que la TIR. Por otro lado, si la tasa de descuento fuera menor que la TIR: el proyecto se aceptaría también por el criterio del vPBN, ya que a esa tasa éste sería Positivo,

andLio feotiveness

Andlinis de coat-effectivencss?

Una variante de 1a técnica de costo-beneficio es el análisis de Cost-effectivencsss, Este análisis trata de determinar cómo un nivel dado de beneficios puede ser logrado al

costo mínimo posible. Este método se utiliza cuando se está

comparando entre proyectos mutuamente excluyentes que producen un mismo nivel de beneficio bien definido\*, en este caso

es

24Robert Sugden and Alan Willems, op, cit., pes. 190-198,

---Page Break---

VPN

## GRAFICA 1

RELACION ENTRE EL VALOR PRESENTE \\  
Y LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO

---Page Break---

38

en vez de tener que medir el flujo de beneficios y costos como

en el caso del análisis de costo-beneficio, solo se tiene que  
cuantificar el flujo de costo para diferentes proyectos alter-  
nativos, y se selecciona el proyecto cuyo valor presente de

los costos sea menor.

Criterio de decisión utilizado estudio

Criterio de decisión utilizado en el estudio

En este estudio se utilizó el VPBN, como el criterio de

decisión, en los casos, antes especificados, donde se percibe

tanto un flujo de costos como de beneficios durante la vida

tit del calentador solar de agua. Estos son los casos donde la unidad decisional posee un calentador eléctrico convencional o calentador de ducha que desea sustituir con un calentador solar. En estos casos también se computará la TIR, ya que el hacer esto permite establecer la tasa de descuento efectiva que hace viable la sustitución cuando se utilizan en el análisis diversas tasas de descuento.

En el caso en que el posible comprador no tiene al presente calentador de agua y considera adquirir uno por primera vez, se utilizará el análisis de "cost-efectiveness" para evaluar esta decisión de inversión. Este análisis es relevante en este caso debido a que se tienen proyectos mutuamente excluyentes como alternativas para obtener un mismo nivel de beneficio de agua caliente: calentador solar, calentador eléctrico convencional y calentador de ducha. En este caso, el beneficio es el valor de la utilidad que derive el posible comprador del Servicio de agua caliente, magnitud desconocida, ya que el

---Page Break---

9

consumidor no había manifestado previamente su disposición a

Pagar por este servicio. Sin embargo, ya que esa magnitud no varía para las diferentes alternativas, su cuantificación pue-

de obviarse y decidir a base del costo, que af puede estable-

cerse con precisión para cada alternativa,

Procedencia de los datos

Procedencia de los datos

Para obtener el número de familias en 1a isla que tienen  
calentador eléctrico convencional o calentador de ducha, se

utilizó un estudio realizado conjuntamente

por el centro para

Estudios térmicos y ambientales y el departamento de Econo-

mía del Recinto de Piedras, ambas de la Universi-

dad de Puerto Rico?, en este estudio se obtuvo información

sobre el acervo de estos enseres en las viviendas de Puerto

Rico desde principios de 1981.

Para hacer ese estudio se utilizó como fuente de datos un

Suplemento añadido a la encuesta mensual del Departamento del

Trabajo, Utilizada para recopilar estadísticas en cuanto al

status\* de empleo de la fuerza trabajadora del país. EL

Phemento que se atadis a 1a encuesta del departamento del trabajo, consistis en un cuestionario sobre el uso y consumo de electricidad, acervo de enseres eléctricos, prácticas de conservación de energía y otras.

La muestra que utiliza la encuesta del departamento de

emake Rodriguez y otros, Distributional and socio-economic Impacts of Electricity on the Puerto Rico Population. (San Juan en Boletines de Estadística, marzo 1983),

---Page Break---

Trabajo contiene ocho submuestras, cada una de las cuales es

por sí misma una muestra representativa de las viviendas y

la población de Puerto Rico. El cuestionario sobre el uso de energía fue administrado a 610 a dos de estas submuestras. Es-

tas submuestras incluyeron un

total de 1,961 familias, pero

como cada una de estas es individual y representativa del universo, no existe problema alguno al utilizar 60 de es-

tas?

La muestra del Departamento del Trabajo es aplicable para estimar el acervo de calentadores eléctricos y de gas en Puerto Rico, ya que en ambos casos el universo es el total de viviendas en Puerto Rico. Por lo tanto, utilizando los resultados de esta muestra se puede extrapolar para estimar el

número de estos

seres existentes en Puerto Rico.

Del referido estudio se obtuvo información sobre las cae

Factores socioeconómicos de los poseedores de enseres que

Produce servicios de agua caliente, incluyendo los calentato-

res solares. Esta información es útil también para especifi-

car la extensión del mercado potencial.

Para obtener los datos que se necesitaban sobre los ca-

lentadores solares de agua, los calentadores de ducto

y Los

calentadores eléctricos convencionales, se realizó una encues-

ta entre los productores y distribuidores de estos equipos.

Se entrevistó a seis de los 28 distribuidores de los calenta-

dores solares.

importante señalar que la información obte-

ee

rola, vol. 5. plas. 1b.

---Page Break---

a

nida ae est:

Forma, ne variada mucho #2 un psoductor o die:

tribuidor de los caientadorss solares 2 otro. mr cuanto a

jos calentadores eléctricos convencionsies de tanque se en«

previsté a tres do los aisistbuidores de estos equipos y en

cuanto a los enseres © calentadores de ducha, se entrevistó

a dos de sus distribuidores

Los datos en cuanto al gasto de electricidad que incurre

un calentador eléctrico se obtienen de las publicaciones de la

Autoridad de

energía eléctrica, el consumo de electricidad

de los calentadores de ducha, se obtiene.

La especificación

que acompaña a estos enseres.

Revisión de

En los últimos años se han realizado varios estudios eco-

nómicos de los calentadores

terres para uso residencial en

Puerto Rico. En todos estos estudios, el beneficio de la inversión es definido como el ahorro en 14 años de electricidad logrado como consecuencia de sustituir un calentador eléctrico convencional por un calentador solar. Entre las variables que se

han tomado en consideración: y 1: metodología que se ha utilizado

40 para analizar los datos, han variado de un estudio a otro.

El método de calcular el periodo de

retorno de

sidn, fue utitieado on dos de é:tos estudios de calentadores

solares, uno realivate por Plaza, soterstrom y peterson?? y

feriberto Plaza, Knub E. Pedi

ra\_el\_condumidor

---Page Break---

42

otro por Nestor Ortiz?. ese método sonsiste en caicular eb

perfodo de tiemps neoscarin

que tos heneficios generados

POF el proyecto iruatén te Smveridn indicia?. pe eeu

ste método, cuando se esté. evatuando oiforentes

alternativos, et proy.

costes en un perfo-

do de tiempo menchr es consis

2 mejor aalternativa

de inversi3n?9,

nda sólo se analiza un proyecto de inver=

stdn, mientras más corto sea el nerfods ie reenbrs de La invers

sign

#1 proyecto en cueetich y si 21 recon

bro de is invercizr no se logra an ningin womenta durante La

vida Util det proyoota.as inversidn, entonees Este no es econé=  
micanente viable.

Sn el estudio de Plaza, Soderstrom » Pedergen sw conside-

76 @1 caso de una faniia de cinco mienoros que consume 240

Kv/nr mensuates para calentar agua. £1 precio del culentador

solar que se utilizd fue de \$909.00 y se toms cx consigeración

en el andlisis uns tasa de inerenento

aL on el eneto det

ki lovatio/iora,

gLandlisis s2 reatizd para tr cnatios diferentes que

fueron construftos Ge a

uerto a ta foray de financiar

sién en el catentator sotar, se conidecscon tas siguientes

forms de financianiento: 4) parc

40 del catentador

ZEventor ortiz, solar vater Heariny plications sow mucn

AariYOU,28ve" Revita dot Goiegic te ingundeenss qoute eee  
Agrimensores 48 Fuerte 6s, sin Yuan B Spee TAP eto  
Breton G. sacsons 4 viltan A, Senatfery conte yenefic  
Analyst A Handeook, (Hew Yorks avademic Press ?TSP EE bs,

A antbook

---Page Break---

43

solar b) pré:

ano de 4900.

sun plaso de 24 meses e) ine

eluir lx unites sole on La atyon

BH este angi

una residencia nueva.

© 80 encontres qus e1 corfcdo de anortizaci3n

Para cada uno de los eacen

wntostores es de 4.5, 5.7 y

3.4 a 08 respects

et gaste

uw onkentador ei3trico

fae) dia, fara ecto oe

Anstalaron cuatro es ivi itbredes a 140°,

en custre uni

dee fant

tricidad de Ssto-,

al ngero

Ge Mbenbros y wl uso aus tiscian det agua caliente, ge enc

tr que el consume de elfotriciad pa catent

prua de estes

faniias fluctuaban ontre 50 y 309 xv/ar meneuales.

EL andlisis se eat

erando ta reduesign en ob

Baste on eléetricisal de aiterostee casey ce familias que ahow

rrarfan de 159 a 400 yar a

at vustituir, ©1 catentador

solar. Al analivar ot ge

vonelderé ot

ubsidio

sobre consumo ie atfctri

21 resultade as

estudio cufat

bro de ta inversifn seed de ih

Se puede observa? que «

owerde » Estos dos estudios

inversión en un calentador

que es

El costo de la inversión inicial, se logra en un período de

tiempo corto, relativo a la vida útil!

tema que es viable

te a los,

Estos estudios tienen los siguientes datos. in

---Page Break---

oy

mer lugar el nStads 4. se utitizd no es el més

apropiade, ya que cnmicer: ous eb ftuJo de gastos whorrados

thone el mismo vaic

asto més dietante

en el tiempo tiene un oa

gavte née immediats

debido a »

forencia que tis easuaidor por st consue

Ro presente ssore 1 conswao fuvar

ch métedo cei perfony te ricepre de ta tnversién te ae

Ja misma ponderacsin (ieversién int

gue ai benefinie bse 64

crieiaad), sl no utitic

gar uns tesa ae 0

velor sreaents todos

Los impectos aut

raiders ls magni«

tad dei bene ss

tora. « wis det pertode de

recobro de la inversicn. ere tevicieneta de estes estudios

8 que s6lo ge wnciizt ci casy M4 utitiquetén más efiotence

det calenta

Néctricn convencsona:, ag decir, on el que

éste se mantions to

?ado, Esto haee que

la inversisn

Was atoact:

quisds sobrecsti, ee a

eh wtiqicuse pare analigar la wieelt!

dee econdater s4 wicw voter cz © rendimiento got

Anversiém (xOE}. uate fee atiiace oo gett J! en un entuc

Bio que hike sobre: aes de ton exiersadorey solares en ta  
región sur do los ketedos Unidos, tonde ve ineluyé a Pue.

0,

3 DW., Pearce, cosz-fener

yaks (Londons

Millin Press itn, 1o7T pag. Ta. ?

?avid &. pott, Retucr

falar ater veut lng," RETEST

mace

---Page Break---

45

Rico.

BaLt derine

De © iovarstén de un estens

tador ster te je at

Lottridadac dei miner afe,

OSs es et costo Mel oie ce

monos los eréairos

contributives que se Le store. a! ?ue invierte en un

Lentador solar.

Eh este andiote a6 conus

+ bosc Get shorre en  
electriciéd tgrade

F elétrico con

lente

Vencinal por wie wiiars ot cose que wikga es el de une

fami tin que consume

por afa y utie

Mas un catentador elétrico ceineats 6 Presume

nue et ef

Mtedor solace utbilce 5

por cierto det total

de enerats utitserd> ter sot, ot onsen

\$e civetricidad oue

fe utilizd fue um ron ato aed irre

i ev/ne en cada

49 0 jurisdice! én,

comumiente 10 y nensust de ty

bry

BL RDI commie pas. te de 2355.

BL metodo tet ail one

o2 rendiniente de ta

inversi3n en un caisrticas

imienta du

Versione: alterns

L

deventajas que tiene este sistema con que el Aput

que el método de estudio entre: re, también eonceders tu

Preferencia de inversión

del valor del dinero en el tiempo

MM considera el sistema de fondos de inversión

---Page Break---

46

inversión,

También?? como parte de un estudio en el que se investigó el efecto de los sistemas solares de calentamiento y enfriamiento sobre el servicio eléctrico en Puerto Rico, cuando se tiene en cuenta el beneficio obtenido como consecuencia de utilizar un calentador solar de agua en lugar de uno eléctrico.

Para esto seleccionaron dos empresas, cada una compuesta

Por tres usuarios de la autoridad de energía eléctrica. EL

grupo I utilizaba el calentador eléctrico convencional, para proveer el servicio de agua caliente y el grupo 11 utilizaba un sistema solar. Los dos grupos tuvieron una correspondencia de uno a uno en cuanto a situación económica, tamaño de la familia, modo de vida y consumo de energía eléctrica.

Para estos dos grupos se midió el consumo de electricidad utilizados para calentar agua. Durante un período de 26 días. Se promedió cada consumidor del grupo 1 consumió 182.42 kWh y cada consumidor del grupo 11 66.21 kWh,

una diferencia de 116.6% kWh,

Se puede notar, según la información anterior, que existe

significativo en el consumo de electricidad con la instalación de un sistema solar en reemplazo de uno eléctrico. Una limitación de este estudio es que al igual que los estudios ya citados, sólo se consideró «1 ca

iSO en que se man-

Hene ol catentador eléctrico funeionando todo et tiempos

Se

2 gatael tlavina gre, impact of soi

on Rlectric utilities (san

---Page Break---

a7

Bl estudio ai ne valorar tos datos sobre el ahorro de anergfa  
ni el costo de le inversi3n no tiene resultados en cuanto a  
ta viabilidad econdmies de los calentadores solares, aunque  
estos zesultados parecen indicar que en este caso especffico,

dado ©1 ahorro de energ

+ la inversign podria ser viable,

For Wltine artes?) realizé un estudio sobre la viabilidad económica de Los calentadores solares, utilizando el valor presente del beneficio neto, como criterio de decisión, En este estudio se diseñó una guía para determinar La viabilidad económica de los calentadores sol

ees. Para esto se tabularon Los pesos intermedios de los análisis, bajo diferentes escenarios que tomaban en cuenta diferentes variables que pueden afectar a la viabilidad de la inversión.

Los escenarios difieren en cuanto al consumo de electricidad, dependiendo de los usos que el consumidor le da al agua caliente; lavar ropa, lavar platos, y bañarse; La calibración del calentador eléctrico, 130°p 5 140°F; el tamaño de la unidad familiar, y el modo de financiar la inversión. Luego que se tuvo esta información tabulada se establecieron 15 escenarios que, dependiendo de la situación en que se encuentre inicialmente La unidad decisional, La refieren # diferentes tablas

?\* computar el valor presente neto plicable a su caso

¥ asf determinar s

el uso del calentador solar es económica-

mente viable.

ee

33,

Agberto Arias Hernández, ?Gufa para determiner La vi

211884 48 Los catontadores solares paka was teetioeidin®

Pag oo Mubtioaga para el sraio de masstifar Unies east ae

Puerto ico, nfo Pledras, 1943,

---Page Break---

arias realice su análisis sólo para el caso en que el con-

sumidor hace uso controlado del calentador eléctrico.

Como en Su estudio Arisic no pretende establecer una guía para determinar la viabilidad económica del calentador solar, se analizan situaciones muy detalladas para casos

específicos que

resulta difícil generalizar para llegar a conclusiones generales sobre la viabilidad de los calentadores solares. No obstante, se señala en el estudio que todo parece indicar que mientras más numeroso es el grupo familiar mayor es la probabilidad de que el calentador solar sea económicamente viable.

el método del presente estudio vs similar al que utilizé

arias en su investigación, sin embargo Arias et al. (2010) analiza uno  
de los casos que se consideran en esta investigación, que analiza

otras situaciones en las que puede

currir la decisión de

invertir en un calentador solar.

---Page Break---

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Introducción

Este estudio se realiza un análisis de la viabilidad  
de la inversión en los calentadores solares para uso residen-  
cial en Puerto Rico y se estima el mercado potencial de estos  
aparejos, Para hacer el análisis de viabilidad se utiliza un

modelo de costo beneficio, ni

tras que el mercado potencial

se estima a base del número de familias que pueden sufragar

esta inversión y que, además, de acuerdo al análisis de viabi-

lidad La inversión le resulta viable.

Este capítulo presenta el resultado de estos análisis.

La primera sección se discuten algunas de las variables

y

parámetros que son importantes para el análisis de viabilidad

de determinación del mercado potencial. En primer término se

estudia el acervo de tuberías para captar agua existentes

en Puerto Rico y se discute la necesidad de electricidad requeri-

da para su operación. Luego se discute la proyección del pre-

cio de la electricidad para el período de duración del proy-

ecto, que de 20 años, el precio del kWh es una de las variables

principales para determinar la magnitud del ahorro o

beneficio principal de La inversión en el

calentador solar, dentro de esta sección también se discute

el tamaño adecuado del calentador solar en Puerto Rico, con

49

---Page Break---

50

forme al tamaño de la familia y el uso

ese le de al agua

caliente. De este parámetro depende el tamaño de la inversión.

Por último se discuten las tasas de descuento utilizadas en el

análisis para convertir a valor presente los flujos futuros e

beneficios y costos.

La segunda sección se dedica al análisis.

de viabilidad

El calentador solar bajo diferentes escenarios en los que se  
podría ubicar el comprador potencial. Principalmente en La Plata  
Sección se hace a determinación del mercado potencial de los

calentadores solares.

Determinación de variables y parámetros antes para el  
Determinación de variables y parámetros relevantes para el

estudio

Sistemas disponibles para el calentamiento de agua en Puerto Rico.

co.

Las familias puertorriqueñas utilizan al presente tres tipos  
de sistemas para obtener el servicio de agua caliente, el  
calentador eléctrico de tanque, el calentador solar y otros casos

tentador de ducha. pe estos equips low primeros 40> proveen

agua caliente para todos lor usos, mientras que el calentador

de ducha usuatmente se utiliza -xelusivamente para proveor a-  
gua caliente para baflarse. sin embargo, »i catentadores de  
este tipo son colocados en otros lugares: estratégicos on adic  
etén a ta ducha, también pueden provecr agua caliente para to-  
fos tox usos.

los calentadores eléctricos de tanque y Los catentadore:

Ge ducha se hen utilizado tradicionatmente en el pafs, micnty

---Page Break---

SL

que los catentadores solares se han utilized en aos recion=

tes seztin se mencioné en el capftulo dos.

La tabla 4. presenta

acervo 2° estos enseres que

existfa on Fuert> ies en ot t93L.

tos datos fueron obte-

nidor se una cnouesta realizada por el Departamento de Fcono=

mf de ls Universidad de Puerto aico y el centro de Zetudios

Snereéticos y aubientates de ecta micma institución, como pare

te ce un estudio obre tos i

mpactos socioeconómicos y distri

?tvos de los wumentos en el costo do la electricidad sobre

la población de merto aieo)\*,

ve acuerds @ evta encuesta, el 3) cor ciento de Lae fani=

Mas es La lola poseen catentadores eléctricos de tanque. 4

dase de este por ciento y el total de familias en Puerto Rico,

se calcula el número de viv

endas que tienen este ensor en et

pais. aatas aon 286,340 del total de 867,697 viviendas qua

hapf~ en Puerto Rico en 193t.

To encuesta

trblicis también que el 2? por eiento de las

vivienda:

hubfu en Puerto Yico poseen calentadores de due  
che (ver Tabla iL). osto significa que en et rafs ericten ate

rude lor de 190,93 fund Mas con estou enseres. an

a cantidad

ws Mu tante et: vad vor Lo que se decidié ineluir come uno de  
lou ?sounurios jurw of uniilisis de viabilidad del catentador  
solar La alternativa on la que ta unidad fanitiar va a sustie

tuir un calentador du stuen

(0 calentadors

@e ducha han sido planteados como una

buen? Lternativa al calentador eléetrice de tanque para redu=

Se

\*eraesto rodrfguer y o\*Fo:

---Page Break---

52

rable Met

Acero de Calentedorss de scua en Puerto Ricoy AMO 1931

=

eed

Tipo de calentador

jas \*\*cantidad total

yee poseen el e2 lent: de calentadores

dor disponibles

a

galontador etéetr:

co de tanque 3B 286,340

Calentador de duche 22 (90,893

Calentador sotor 2 17435

eee

Fuente: Ernesto Rodrimuez y otros, Distributions! and socio  
querte eo Population, (San Juan; centro para satue  
Ror tharetions yrablentatess marge, 1983) vols os  
panne 87, 92 y 95.

\* sean datos de La encuesta

?\*\* dwtos obtenidos apticanto Los por cientos de La encuesta  
al mimero toral de viviendas en el pofs (867,  
presenta el universe de La muestra.

97), que rew

---Page Break---

53

cir el gasto de electricidad de calentar agua. Evan Powell?

afimms que este tipo de enser puede disminuir en gran magnitud la cantidad de kv/hr que se utilizan para ese propSsito. la ventaja que tiene este tipo de calentador es que calienta el agua en La cantidad y en el momento en sta se utiliza, de forma que no se desperdicie energia por el enfriamiento del agua caliente almacenada, como en el caso del-catentador eléctrico de tanque. mi este mismo art{culo se plantea que calentadores de ducha pueden ser ubicados en varios lugares estratégicos de La casa para obtener as{ agua caliente para todos los usos requeridos por La familia.

Segin la encuesta aludida y como puede ser observado en la Tabla 42 sélo el dos por ciento de las viviendas en la Isla Posen celentador solar como sussistemas de calentamiento de agua, Esta proporción representa un total de 17,35i calentadores solares instalados en Puerto Rico. esta cifra, obteni- Gaproyectanda los resultados de la encuesta, se aprovina bastante al estimado de 16,737 sistemas solares residenciales Alspontbles en el pafs en el 1981, realizado por 1a oficina ae merefai®,

mm la Tabla 4,2 se resume la distribución de los tres sistemas de calentamiento de agua vor nivel de ia familia. Estos datos fueron obtenidos también de La encuesta « la cual se hizo

Sevan Bpeglls tankless vwater Heaters New ay to Lower

your energy 3ill", popular Selence, Vol. 217 (February, (952)

pages 29-47,

ver tabla 2.1.

---Page Break---

toquond

snbues op

e103 dopeuareo oo7a30918 ZO-3U8]

SuoNP ap Lopequares

Soaosue Boy 9p 12404 jap cgUmO Zed

soquedas 3G

eth e1aeL

SEU 9 o00toz

666°61 ~ 000°S1

666\*n1 = o00\*01

666°6 - 0090'S

666'H = 0

(920199 Wo) Tere

avy yues

(61 WY S007 vayeng us Endy ap caoeequs) oe

501 op onavo¥ Yop OS5uMUT op TeAzK sod uptongTzysTa

---Page Break---

55

referencia anteriormente. De acuerdo « estos estinados, el  
30 por ciento pertenece a familias con un ingreso de 10,600

@5tareso mis.

sto indica que los calentadores eléctricos  
convencionales estén distribuidos uniformemente entre familias  
de todos los niveles de ingreso. Por otro lado, tal parece  
que los calentadores de ducha son considerados en Puerto Ric

©9 como un bien inferior, y su utilización esté

tox

Tiempo Limitado a familias de bajos ingresos, Alrededor de

5% por ciento de los calentadores de ducha existentes en

Isla pert

en a familias de ingresos anual menor de 5.900

@Slares y 28 por ciento a funiliae de ingreso anual entre cin=

©o mil y 9,999 aélares (ver vabla 4.2). sof que et 82 por

ciento de estor onseres estin en manos de faniliae cuyo ine

ereso anual es iguel o meno de 9,999 ddtares.

% contrarte, los calentadores solares estén distribui-

os mayormante ontre fani Lis

de ingreso moderados y altos

Eetor ensercs estén distribuftos por nivel de inpreso en ta

Siguiente form 4 tL por ef

0 del total pertenecen a feni-

Lies cuy> inereso es ipual o menor 4,999 aélares anuales,

30 por cient» fami tiay cuyo inrreso anual es de 10,000 ad-

fares > mis. Son est. evidencia se puete concluir que La ma-

yeria de los catentudores de agua solar pertenecen 4 fami lian

de incresos medios y altos.

Gonsuno de electricidad de los sistemas de calentamiento de

agua

Una variable inportante para el andlisie de viabitiiaad

---Page Break---

56

sconfmica de los calentadores solares es el ahorro en enerefa

eléétrica que conlleva su uso, bajo los diferentes escenarios

de as fuentes alternas para proveer agua caliente que susti-

tuye. Estas son; 2a utilocación continua de un calentador

eléctrico de tanque mantenide encendido las 24 horas) el uso

Roderado del calentador eléctrico convencional mantenido en=

encendido slo el tiempo necesario y la utilización del calen=

tador de ducha, con el fin de determinar ese ahorro en oner=  
{a se examina el consumo de electricidad bajo cada una de e  
tas alternativas,

l los casos en que esté envuelto el calentador eléctrico  
de tanque se considera uno de 30 galones calibrado a 120°F,

Se tomó este tamaño debido a que es el adecuado para una fam  
1a de cuatro miembros, tamaño promedio de 1a familia puertor  
Friqueña. Según los datos del censo de la población de 1989.

EL tamaño adecuado de un calentador eléctrico de tanque se cal  
cula a base de un consumo de cinco galones de agua caliente

Por persona,

EN el caso del calentador de ducha se escogió uno que u  
tiliza una carga de 3.5 kilovatios. Este tipo de calentador  
de ducha es el que más se usa en la Tercera, de acuerdo a los dis  
tribuidores de este país, EL consumo mensual de estos ense=  
Fea bajo las condiciones especificadas se presenta en la tabla  
43.

Los datos sobre el consumo del calentador eléctrico de  
tanque fueron obtenidos de la Autoridad de Energía Eléctrica,

mientras que los datos del consumo de energía del calentador

---Page Break---

3

Tabla 4.3

Consumo Mensual de Electricidad  
de los Diferentes calentadores de agua

ao

a

Tipo de calentador Consumo de electricidad en kWh/año  
Consumo de electricidad

Calentador eléctrico de tanque?

Uso continuo 225

Uso Limitado 6

Calentador de ducha\*\* 70

Calentador solar 0

eee

Fuentes" gutoridas de mergia aléctrica, guente  $\phi$   
tios nora y controle su eonsund (EaF tT

2 Kilovas

\*\* Especificación del fabricante det onser.

---Page Break---

58

de ducha se estimaron utilizando 1a especificación que acom-  
pala a estos eneeres.

Seaiin 1a Tabla 4.3, cuando o1 calentador eléétrico es n=  
tilizado todo et ti

m9 @l consumo mensual de energfa elec~

trica del onser es de 225 kv/nr, gete estimado de La autori-

dad de merqfa coincide con tos estimatos in:

jendientes ne-

chos por Néstor ortiz?? y tiavina?®, en Los trabajos discuti-  
dos anteriormente, Por Lo tanto, se toma esa cifra como una  
aproximacin adecuada del gasto de electricidad para calentar  
agua, bujo el escenario en que el enser oc utilizado continua  
mente.

£1 consuro de electricidad estimado para el caso en que  
ha unidad familiar hace uso Limttado del calentador eléctrico

es de 73 kv/nr al mes, cono lo muestra la Tabla 4.3. Este os

timado, sean los datos de ta autoridad de merqfa Elfetrica,

corresponde al consumo de

energía eléctrica que incurre un ca-

alentador eléctrico convencional de 20 galones calibrado a

120°F si se mantiene encendido hasta que el agua caliente

alcanza temperatura. Esta cifra también se aproxima al gasto de

energía eléctrica de este equipo si se encendiera por una hora dos

veces al día,

#1 consume mensual de energía eléctrica del calentador

de ducha es de 70 kWh al mes, esta cifra se obtuvo utili-

zando el dato de 3,5 kWh como la carga requerida por el equipo;

ver

0, t

Nestor ortiz, 9p. cit.,

Carraet Stavina, op. cit.

---Page Break---

58

Preservando que cada miembro de la familia mantiene 61 ca-

calentador encendido por 10 minutos un día.

FL calentador

¿cómo se hace?

10 de energía eléctrica

08 Por ejemplo, ¿cómo se considera su consumo de electricidad como

cero, para fines del análisis

¿cuál es el precio de la electricidad

EL costo de la energía eléctrica es otra variable que

fecta signi ficativamense 1a viabilidad económica del caienta-

dor solar precto dal xv/hr e\* et que wonders el ahorrs en

el consuna a2 clectricidad vars estabiecer el valor del bene=

ficio ae \a inversidn en un calentador solar, esto es, wl aho-

Tro en 2. enete ase

trinidad como consecuencia de su

un sistema stétrico ce calentamiento de agua por uno solar.

Seme @1 proyacte tiene un perfedo de duracién de 20 attos

(vida Weil doi celentador polar) ha sido necesario hacer una

Proyacei

yes pracio de La electricidad para usoe residenci

He nerfinie de

98 eating un motel de regresión en el cual se express et pre-

cho aek Kir como Simotén tet Liemso. De esta forma ne puds

detersinar ts tons

4 que ha tentdo eo precte en el pas

¥ con ésta ae pude deterninar el precio futuro det preeic dei

kv/he. Sin emoarge, debido a que cl svbsidio sobre el conenms

40 onerein etétrica ous existe en ta lsta hace que algunas

Sekt owlentador solar con sistena auxiliar de energia ex

rtow adic hace uso de La electricidad cuando ocutrnmn varios

fas nublados conaectivos.

---Page Break---

50

fami Lies

erewvan un precio det kv/hr gas bajo, se realizarcn

408 proyec.

ones: una yare ts prucic del xv/hr con subsidie y

otra para «! rece win subeidio

concepto de precic que ©

utiliae er el ant

Me wi de pres

cio promedio por perfoto

fe theape. Pal

4 reabicar La proyescidn del precic dei kv/hm

Sin cubvc.o a utliivarsn detos desde 1956 hasta 1987, obte-

niaos

ad ae Mergia, Ta Tabla by prevents votes

Pn © inetuyé una variast

or te PEP en ot LOTS aobee eL costs ded

Ei me

se aejur afueté er el caso det precio cin sube

sidte fue «1 s.quirente:

sisen?

boboky

(59006) (090333

fet bv/hr on subside an er sorfeda

BL minero entee pas

responde a la devineta es

de los panetres,

---Page Break---

19

1999)

1989)

1981

193

Puente:

autor

abla 4.

2.796

te.7sy

1.140

energ. Giéerr

aid a

---Page Break---

62

Para este modelo todos los parámetros son significativos

@ un nivel de confiabilidad de un 90 por ciento.

Ta proyectén det precio de? Wv/nr con subsidio se hizo

utilizando omon deede 1974 (ao on ue ae estublects et sub-

Sidio) masta 1982, Estos datos aparecen on la Tabla bee

Ta tener suficientes bservaciones par

poder ectimar los pas

rametoos

euséii,

© wtilirs ei precio oromedio del

kv/ar por cuatrimestre en vez de user datos anuales. mn este

case ef que mejor a.

StS, utilizande ef mBtedo de iow nf

cuadrades ordain

8, (MCD) fue el siguientes

#8992)

donde: 14, ©» FL precio del kv/ie con au

tio, ten ar

PO expresate en cuateinestres,

e PALEntesis currensonde © La desviaetin wae

Vandar ds ioo pardmetics, bn oute mode todos los naréneteos

gon signivicativis aun 95 sorciente, domo el estadistico pur-

binevats0: JO, ne se puede aceptar ta hipétenis de que ta  
autocorrviación Ge primer mrado sea igual a cara. Para rego=  
Ver esue problana presente de autococontueién y asegurar ta v=

flolenci. ie to. parimetrón, se útiles el método de ostincotsr

de lot mfyinos cued

fados generalizados {1:0G). EL modelo o:

mado con este sé.odo fue et siguientes

---Page Break---

mabla t.<

Frecio del kv/hr con subsidio desde 1974 hasta 1982

cen p

Afio Ouatrimestre Precio del kv/nr

4,329

4.69

1977

1978

1979 t

1"

ur

1980 f

tt 1

ur

mt

1982 1

Puente: sutoridad de merefa Eléétrica

---Page Break---

PF .0421186? 901230238 + .oon1D97ç2

(40023) (0005) ç-0005)

R= 9352

= 115.440 Dae LB

BR este caso ?odos ton par&metros sen significativos a un 95

Porelents te conffanza y de scverds a la prusba purbin-iiataon

Ro existe autocorrelaviin de primer grado.

La Tabla 4.6 muestra la proyección del precio del kWh,

con y sin subsidio, obtenidos con los modelos discutidos. En

el caso del Perú

se kwfaron

la proyección por

cuatrimestres se pronósti-

ca convertirla en precios anuales?

Para evaluar el análisis de viabilidad era necesario

Muar estas rrovecctonas de srecio det av/ur para 20 afiev, sin

on:

one ests consciente de que una proyeeeién zara un perfo-

do de tiempo tis protengado have que Ls

resultados plertan prea

eisién. Luc contteiones bi.

generaron tor datos

wtilteados parr ostis s del modelo, pueden come

dian redtealmente or "0 atta D ewak 5

hace te proyeesisn, na

ef6n aiguns que pao: prevees uns

confiablen pare

Un perfodo de Ssunps ton bares © yeteccioné @t sodote

de ragecsisn,

Saattuar a provecelén act precie sr

ep construir ds escenarios te precios avicionules « ta predice

ei6n dada, por of med-ic. gato se harfa sunundo y restando ot

andar dc ta regresign a Le crediccidn anda vor ot

elo, de forms ty crear un escenarto optimivta y otra pesinin=

ta det con)

reaniente del precio. "nto, sin embargo, no «

edo lonrar debido a ouw Lov modetos ajustaron de foma ts

---Page Break---

tabla 4.6

Proyección del Precio del Kv/nr de 1983 al 2002

ao

1983

198%

i985

1986

1987

1988

i989

1990

toon

L992

1993

tou

Logs

L996

too?

toga

1999

2000

2001

2002

(ong)

Precio del kv/nr

sin subsidio

bor

13.462

15.067

16.822

13.74

20.830

25, 5b

28,184

31.620

34.060

32.31

40.779

ure

38.296

52.57

56.063

6.620

65.537

7718

con

subsidio

24599

65

SS

Precio del kv/ne

---Page Break---

fue el error estarcur fue tnsignifieante,

El hecho de que tos moceles ajustaran olen, sin embargo,  
no significa ricesarianente que Las oredicciones se vayan a

realizar,

L pecrdiac, oue es ol factor que nds

afeots © costo Jel kv/ir en Reerto Rico, es muy inestable y

Puede cambiar vigntificativamente en et futuro. además el dex

Sarrotn 4e muvas tecnolopfas para r energfa eléorricu

puede afectar «! cost de la electricidad en forma consiseras

Die. remands w-te et consi dura dectsid construir otro  
ese: nis conservedox psva eb 0 det precio  
del kv/nr te Pome ae fortatocer el anélicis. Este se cons-  
BrUys Geruensus 9 SL prez det ky/nr de 1983 eons tante « trae  
véé tet perfoir de duractén vel nreyects.

Fotos dos esvenarses 4

rhacign, uno alto y otro bajo,

Byudé & sererainar cudn sensilies son Les resultados det ange

sis x cambios en ia t

oria del precio de kv/nr.

Tamaño del calentador

har

Un aspecto importante para el análisis de viabilidad to

los calentadores solares es la determinación del tamaño o capacidad de tu sistema, como se menciona en el siguiente documento. La Oficina de Energía de la Universidad de California sugiere un método para determinar el tamaño del sistema familiar y en el que se le vaya a dar al agua caliente.

Este método supone que cada pie cuadrado de colector de luz solar recibe

un promedio, energía de calor suficiente =

energía para elevar la temperatura de aproximadamente 1.5 galones:

---Page Break---

67

de agua de esta temperatura ambiente (89°F) en Puerto Rico

hasta cerca de 130°F. supone, además, que cada persona gasta

alrededor de 10 galones de agua para bañarse, que se consumen

20 galones de agua por cada

del lavaplatos y que se usan

49 galones de agua cada día

la ropa lavada a máquina,

la capacidad de almacenamiento de agua caliente

debe ser reestimada sumando los valores de las cantidades

de agus mecuertas por te un:

\$ familiar para les diferentes

5 eruerids ae selector (nies cu ?thas

Pe Aividlends ta caproidud cosesds oe! tunnuc de atmacen.tiene

to (on gatonuss entre L 98 colsciones de energia solar

SWE erty Uiereor Les em ©) wureacs son de Lø y 20 cuadraaue,

For to tance ø. deca s coteetores que se necesita tiene que

Ser aprovaiaia @ adtiples te 18 6 20.

wefteroneia te: mévoou

comeride yor La Oficina de

Energfa ex juc considers aus ies 15 galones

agua que cada

Persons utittia pars htarae es aguas 1307F, como ta provista

Por el auientes

Soler, o> lugar de considerar agua a 169%p

We eo 14 temseraturs que norrainonts éete se usa. Yor te

tante ai carina in capsetdat get tanque de almacenante a

bare de is patones 6

nestimants ésta,

Ta tempersiura deseada te  $100^{\circ}\text{P}$  si lograrfa mezelando a=

gua a 60% (temperature ambiente del agua cn puerto Rico) con

ela

ua @ 1307s provivta por el cut

tador solar. Fara estimar

ta capacidad correcta tet catontador aelar hay que deteminar

la cantidad de agua « 130°? que hay que mezclar con agua a

---Page Break---

00°F para obtener 15 galones de agua por persona a 100°, ta

siguiente fórmula sirve ese propósito

ture set epus croviere por el calentador solar

otente de agua (40%)

de agua

Volumen de agua a 130%

Utilizando el método de Yag revolviendo la ecuación (1) para

ip 8 odtiene suey

H(t te

¥ sustituyendo tos valores canseiaor te

aves

vj 130199)

vez ot \_ 3

20-50

6 rem, que viz Ls

Dado que una persona necesita LS galones de agua para bafarse

se there nes

v

yt vyeis

Pero. ya que por (3)  $V_4 = 1.5$ , tenemos que

---Page Break---

reiairee, entano!

que se necesitan nueve ralo~

mes dv agu- a  $170^\circ\text{P}$  para obtener 15 gstones de agua «  $160^\circ\text{s}$

(terperstaca acradabte vara baflarae). Por lo tanto, at caleu-

Ler eb vo tum

n ?eeucso det ?unque te almacenaje del ealenta-  
dor soler, se debon entimar veis galones de agua por persona  
Pare bafiarse un vez dy quince gatones.

J cate uedo ners La fami L

Be cuatro

miembros ce feads urviba, es uno de 60 :ato-

conaniente y dos solectoren de 20 pies.

De estos sesenta galones, 2% serán utilizados para dañarse y

quedarán i)

nibles 36 goteros pa

rora u otro uso, bebido

@ que un porcentaje bajo de ts fanilfac en Muerto Rico poscen

Lovanlates, no se consideran est

uso sin el éempute de La capae

Tosa te Aeyouerts

tL oundtie

40 coutortenticio rejaiere La utitignei n de  
una tase de doucuento para convertir et rtujo de beneficios y  
eestor del proyecto @ ou valor presente, para te esta forma

Compurnclos y recomendar o no recomendar tu inversi n. La tae

Se de descuentos apropiada es aqwella que aproxima la tasa mar=

Se

Moe scuert> a Ly onouesta realtzada por ot Departanente  
Sesgomonfa y 2! gentra de getudloa Pnerg ticos de La Univers  
afdad de Puerto roo, slo el 1.6 de ing familiag en el pnts  
Posten Lavaplatos.

---Page Break---

70

ginal de preferencia intertemporal de 1a unidad familiar para

ta cual ve ceté realizando el anflisis.

im esta investigación ge utilicaran dos tasas de int

Para descontar ef veneficic neto dal proyecto.

9 por ciento y 15.5 por elento.

La tasa de mueve por ciento aproxima La tuce de inturts

de Los cortificados de shorro en el segundo semestre de 196)

Per Lo que se tomó 1a tasa de descuento relevante para Las fa

milias que adquirirían el calentador solar sufragando el mone

to de inversión con sus propios recursos financieros. En es

te caso La tasa de descuento relevante es el costo de oportue  
nidad de

8 fondos, 9 sea, ia ta

@ la que la unidad fumi-

War ahorra, suponiendo que ésta aproxima su tasa marginal de

Preferencia intertemporal, esta tasa es el costo de oportue-

ción puede ser la tasa de descuento relevante para las fund

Las que aunque financiarían la inversión con dinero prestado,

pueden hacerlo o una tasa de interés fija, como las que

en las cooperativas

de ahorro,

La tasa de 15.5 por cliente es la tasa de interés de

préstamos

del artículo 1, en el momento actual, que es

un tipo de financiamiento que proviene de los cubieros

de los calentadores solares. razón se cond

1565 por elento como ta tas de deicunnte relevante par

fuelle de Financ:

familias que tengan que utilizar

tstas dos tasas do descuento , une alte © otra bie

don dlinear situaciones bajo tus cualex te iar "

ealentador solar tendrfa que ser viabive

---Page Break---

a

ares bajo dis-

ndliets de viabiligad se los calentadores

MGiots de viabilicad se los catenta

marios

in planteani enive previos

el proyecto que aqut se

salina es le inversida en un calentador solar para uso resi-

Genciat. et perfodo de tienno del proyecto es de 20 wie,

qo@ corresponde & la vida Gtil del calentador solar. Se ana-

la viabilidad de la inversión pura para una familia de cuatro

lomo: que es tan alto promedio de la familia en Puerto Rico.

Bt

Analisis se hizo bajo distintos escenarios que describen

Situaciones en las cuales podría ubicarse al inversionista

Potencial, estas situaciones explican de manera en que se fae

milfs proveniente obtenfa el agua caliente.

Deseripetda de Lo

encenurios © identificuci3n de tos costs

¥ denerics on

os escenurios consideradcs on tx investipnet3n on io que

Puede encontrarse Lu unidu? famitiar Meron Loe ¢

ubentens

a. La unidas Pavitt na un calontador eifetricn

Convencional ef cust murtiors fynclonande tode et tien

poe

Ds La unidad famitier no: calertator eifetrice cone

vencional y lo utitiza wSto et

2 que to nee tes

©. la unidad familiar poses un cstenvador ate tucks et ctlat  
vtilies at hotarse,

4. La unidad decisional ne pusce catent ies de ait stone

Los primeror tree escenurio:

---Page Break---

72

magnitud del gasto de energía para calentar agua en que incu-

Pre la sidad fanitcr ai presente, como se vio anteriormens

te, ste varia de un escenaris a otro, aajo el divine esces

nerio Ly unigad Tani liar no est incurriendo en gustede elec

tricidad  $\phi$ louno pars celentar ague en el mo

to jresence.

Para los primeros dos ceses et caler

ador solar sustitue

ve Le utllizaci3n de un caletador et3

étrico ce 20 galones ca

Librade « 1705

Da vida West de este equipo es de Lo aos,

B81 consuno de eLfouricidad vigente

quipo 52 mantiene encondids lode oc. thanso es

mes, miontra:

ue pare ei caso en que se hace uso Limitade det

celentaioi es de 1) Kv/nre

?M ek tereer evcunario, en el vial La familia posee un

calentador de ducha,

considera un equipo que funciona con

una carga de 3.5 kilovatios y tiene una vida útil de 10 años:

BM este caso se estimó que la unidad familiar,

gasta al mes para el calentamiento de agua

Para estos tres casos se debe tener un flujo de costos

como un flujo de beneficios, por lo que se utilizó la técnica

del costo-beneficio para reorganizar el análisis de viabilidad a

la inversión.

El costo de los proyectos para el ahorro de

to de la inversión en el sitio

no justificado, que es de

este dato se obtuvo comitido an

a que venden en el mercado :

Goes a los eventos

aio.

---Page Break---

23

mantenimiento y funcionamiento de este equipo son insignifi-

antes por lo que se supone igual a los fines del año

Laie,

Por otro tade, et m

filo se define como el gasto ot

tado. Este consiste en el chorro cn eleatricidad lograd s vor

Sustituir un calentator etéctrico convencianal o un calentador

Ge ducha, por uno sotor, és el costo de reposición det equipo

evitado, y que la vida útil del calentador solar es de 2.

flor, mientras que la de los otros equipos es de 10 años.

para medir en términos monetarios el valor:

¿valor proveniente de

ahorro en electricidad?, el valor \$ y el costo

de energía eléctrica

trabajo

Se debe considerar cada uno de los casos, con precios de kWh/m<sup>2</sup>

bajo 102 dos escenarios de inflación antes descritos y utilizando tanto el precio del kv/nr con subsidio como el precio

sin subsidio:

hay que señalar que existe otro beneficio,

Para las familias que no reciben en 1a actualidad el subsidio

Sobre el consumo de energía eléctrica, pero que la utilización

del sistema solar le permitiría reducir el consumo de energía ~

en magnitud tal que podría accederse al subsidio, para

este caso un be

efielo adieional serfa La reduct& en ot ree

elo del kv/nr que se percibirfa. cr out. investigacié

wonsideré este benefice pax no tenes Los

oo pars euantiti=

carlo.

EL beneficio por et costo de revempluzo del equipo evitue

#0 se mid\$6 aplickndoie aL ensto de 185 du ambor enseres una

tasa de orectiiente vromedia igual a ta del fndice de presic:

eros en Ing Gltimos 18 avlos, Esta tac oe

---Page Break---

7

obtuvo utilizando la definición de la media geométrica y fue  
5:26 por ciento, Para efectos de análisis se presumió que la  
Reposición del equipo se haría en el último año del proyecto

de inversión en el calentador solar.

costo promedio del calentador eléctrico convencional  
de 20 galones en 1983 fue de 160,00 dólares que dentro de 10  
años se estimó aumentar a 253.73 dólares, de acuerdo a la  
fu  
calentador de ducha el costo promedio en 1983 fue de 38.00 dólares

ta de crecimiento de la in

in indicada. En el caso de

bares, lo que aumentaría a 60.26 dólares para el décimo del proyecto.

En el mismo escenario en el cual la unidad familiar no  
posee

calentador de agua alguno, se analizaron solamente el costo  
de las tres

alternativas que se tienen para proveer el servicio  
de agua caliente. Estas son; el calentador eléctrico del  
tanque (el cual pueda ser mantenido funcionando todo el tiempo  
necesario) el calentador de ducha y el  
calentador solar.

Para este análisis

se utiliza la técnica

© ?Costextt eee

tiven:

o" que

ge Seleccionar entre Las tres alternativas

?nue proveen el miano nivel an neneficios del servicio de agi  
caliente, aquetta que lo Logre con el menor costo. At suzoner  
lun mismo nivel de beneficio para las tres lternativas 90 hace

inneoss:

fa su cuantificaci3n. Los costes bajo este escenario

eonsisten en La inversi3n inictal, el costo de reposteisn y

gasto de funcionamiento.

A continuación se ofrecen los resultados del análisis de

---Page Break---

5

viabilidad del calentador solar bajo los diferentes escenarios

considerados. & resumen se especificaron tres escenarios be-

Je los cuales La inversión en el calentador solar sustituye

una fuente alterna de agua caliente. gotas tres alternativas

Son, @ su vez, evaluadas tomando en cuenta dos escenarios: 4e

inflación y dos definiciones de precio del kv/nr, 10 que ele

va a doce el total de escenarios considerados. Estos doce esx

Scenarios fueron analizados usando la técnica de costo-benefi-

cio, a la luz de dos tasas de descuento alternativas,

Una última situación considerada es el caso en 3

© La uni

Gad familiar no poser calentador de agua, pero desea proveerse

Gel eervieko de agua caliente. cara evatuer esta decieidn et

instrumento de análisis utilizado es La técnica de "costo de recepción"

que elige entre las cuatro alternativas para proveer

El servicio de agua caliente La que sea de menor costo, caso

a una de estas alternativas: también fue analizada con otras

tasas de descuento.

Costos y beneficios del calentador solar

& esta sección se presentan los resultados del análisis

de viabilidad en los que la técnica de costo de recepción

el beneficio era personal

El presente análisis. La tabla 4.7 presenta los resultados

bajo los diferentes escenarios antes especificados.

La sustitución de un calentador eléctrico de uso continuo

El calentador solar es económicamente viable

Dis cuando sustituye un contador aléctrico Se tangué que Fane

---Page Break---

76

Sqn wos OpSaaT

gre orptsans uzs ofooas

Feyonp ep sopegueyae

ve To OPPTSGEE WES CfORaT

te 6 Tagns urs ojoeaz

en {euozouen,

2 s0pezuatso

vit Te ti ET ~ OFEF Sane WOS OFSSI

eevee 9th séz1 0"ee oreTsans Foods

Fonuy3uo9 e

oyoues

rues e9;a30919 acpequaye.

opreus9cs

Se2UadTA Soroaad ap sodys A sgaeqr op sesee

PPEMEYISNS GOST Top OSA Op vEPysUsZUT 9 otTE 1ap cojzeuedss sequeresTC

LOS XOPEsuaTeD UN 9p OxUDTUEPUEL op LUXeAUT BOW A OTe aquassad ao!

rh Praea,

---Page Break---

7

cfona todo el tiempo, tanto cuponiende precios fvturos cons«  
fentes como crecientes y descontando los flujos tanto a une  
?tesa alte como 2 una baja, sienpre que el precio de la elece  
?wicidad aplicable sea et precio sin subsidio. 21 valor pre«  
Sente neto positivo, especificado en la tabla, es indicative  
de 1a viabiliad econémica bajo estos oscenarios. El valor  
Presente neto fluctua entre 6,103 a6lares bajo Las condicio-  
nes más favorabies a la invereién y 476 délares bajo las cone  
Aictones más cdversas, siempre quo el vrecio de 1a electriei=

Gad sin subsidio sea el aplicable.

to signifíes que el vax

lor presente de los beneficios generados por et calentador so-  
ter supere al valor presente de Les costos on que hay que ine

currir para obtener. Lo mismo, la viabilidad de la inversión  
bajo estas circunstancias es corroborado por una tasa interna  
de rendimiento (TIR) de la inversión más alta que las tasas de  
descuento utilizadas,

Por otro lado, cuando se analiza la constitución del catone

tador elé:

co de tangu de uso continuo por un collar, bajo  
el escenario en que son aplicables los precios de electricidad

con subsidio, la inversión es viable en todas las situaciones:

excepto en la que se suponen precios de electricidad con:

ane

Y es y se descuentan los flujos con una tasa de descuento de  
15.5 por ciento. En este caso el valor presente neto es igual  
a 87317 G\$ Sinres, lo que significa que el valor presente de los

conto del proyecto as mayor que al de los beneficios. como  
?feta eltuactén es La vinkea en qua el VPBN es negative en ot ea-

Genario on que se hece uso continuo del calentador #létrico

---Page Break---

78

Convencional, se quiso determinar cudn sensitivo es el resule  
tado bajo este escenario a cambios en tos supuestos usados on  
el andlisis. Con ese fin se construyó un escenario interme  
ho del crecimiento on el precin con subsidio det kv/ur, hac  
stendo crecer éste a una tesa de 5.66 por cient auo ha vido  
tl crecimiento compuesto promedio del precio con subsidio det  
kv/er de 1974 a 1982. stu tasu de crecimiento fue computada

con La fórmula de media geonétrica,

L WRB bajo ente nuevo

Supuesto del comportamiento del precio del kv/nr

© de 13.35

@Slares. 2st indica que el proyecto también es viable  $\phi$

pre que el precio subsidio crea:

imal o mayor que

te aquí supuesta,

En resumen cuando el catentador co

ar sustituye un catene

tador eléctrico de tangué que se utiliza todo el tiempo, La

Anversión en económicamente viable para todas las oluceio:

estudiadas, excepto cuando el precio con subsidio de  $x/y/nr$

8¢ supone constante = través de los años y al fin: excoveibn

desaparece cuando se supone una tasa interna:

del crecimiento

se en el precio de  $k/nr$  con subsidio de  $v$  o  $t$  menna sé:

por ciento.

Tas situaciones hasta aquí consideradas, particularmente

tas que suponen la sustitución de un oc:

ertador ebeer

Veneional de uso continuo y La vigencia de preci

io ha ido el escenario bajo el eual se han reatizade i> auc  
yorfa de lox anttici conocides sabre ts viabilidad de bor eas

Lentstores solar:

Dichos wstudios han recomendato et cites

tador sa

F como una buona alternativa dy inversi3n, 34

---Page Break---

"9

bargo semin ta encuesta realizada vor ct popartemento 40 con

nomfa y el Centro de Eetudios snerg&ticos øe La Universidad

Ge Puerto Rico, sé10 el 16 por ciento de Las faniLias que 70

seen calentador elfetrico

tanque er Puerto Xico Le mantic

nen funcionando todo el tiemz0. zr lo tanto, éeta no resule

\*a ser ta situseién en ta cual pudiera ubiczrse le mayorfa de

tos compradores potenciates de

ertadores solares en ta lsta.

custitusiin de un calentador elfetrico dew.

nitro indo

3a inversión en el calentador solar para gustar un año

calentador eléctrico de uso limitado, es económicamente

no viable cuando se aplica el precio sin subsidio y hay una

expectativa de precios crecientes, tanto a la tasa de de:

\*0 moderada de nueve por ciento como la alta de 15.5 por ciento

el valor presente del beneficio neto «

positivo en ambos

casos, como puede verse en la tabla 4.7. Por lo tanto, a0 co:

concluye que es conveniente invertir en el calentador solar si

prevalecen las condiciones especificadas en el texto

situaciones,

Sin embargo, bajo este escenario, como se valoran

beneficios con el precio del kv/hr sin subsidio, pero sean un:

expectativa de precios constantes, La inversión

en el clatena

señalar no es viable bajo ninguna de las dos tasas

de descuento

De Uruguay según se manifiesta en la tabla por el 423m nepat

Por la tasa interna de rendimiento en este caso es de 12%

Por efecto, lo cual representa un rendimiento más bajo que las

tasas de descuento consideradas y corrobora que la inversión

no es aceptable bajo estos supuestos,

---Page Break---

60

Al utilizar el precto dei kv/nr con subsidio para evaluar

los Deneficios de usar el calentador colar en sustitucidn deb

erlentador eléctrico de uso Limitado, ta inversiga es viuole

linieanente bajo el escenario de costos de elucsricidad sreciens

tes y cuando es aplicable 1. tasa

dosou

to mederada de un

nueve por ciento. En este caso el YPBX es de B43 AdLares (ver

Tabla 4.7). sin nbs

ey el valor presente del benefizin neto

e8 de -91 cuando se utiliza ta tasa de tescuento de Ls.

elento par descontar el flujo de beneficios que cecuita de ese

mismo escenaric de proyeccidn Aci precio de la elestrich ini.

3e concluye, sor lo tanto, que cuancs aptican los oreetos eon

beidios y nay oxp

tatives de precioe crecientes, ia viabi+

Uidad de invertir en un calentador soiur en sustituei3n de uno  
el3ctrics convencionat do uco Limitad> depende de La toon de  
Geseuento aplicable. La tar: interna de rendimiento te 14.45

marca el Uimito superior a

® (i tasa te descuento para cue et

Proyecto sea acentable, cuando ce evalda La inversi3n bajo ef

No escenaric, pore utilizando 9} preeic cor subi

aio y bajo

ei supieste de precios constuntes, Sata no es viable con a

puna de lag dos tasas de descuento utilizwtas, sex

valor provente

benefieio neto negstive en amb

Quando se analiza ta inversisn con ta tone de curvo ror o?ento

OL VPEN es de Lgl? ddtares y que can t

de 15.5 por eiene

19 en do -1,042, como puede verse en in tablas

s evidente que «i

fande <2 hace uso Limitado @et cali toe

for eléetrien t tancue, cu custitueién nor et calentaer woe

tor ne ee benetictose bajo cireunstanc!

as ten diver

---Page Break---

a

euande se mantiene este equipo encendido todo el tiempo, No

obstante, este esconario 25 muy importante, ya que alrededor

de 84 por efento de Lar familias que poseen calentador elé-

?rico convencionat hacen uso Limitado de éste,

Conviene recalcar que en este caso el escenario de inflación es más favorable para la inversión (precios crecientes), La inversión en el calentador solar no es viable cuando se utiliza el precio del kWh con subsidio y se descuentan los flujos

a una tasa de descuento de 15.5 por ciento. Esta situación es

importante debido a que el 53 por ciento de las familias que

hacen uso limitado del calentador eléctrico

o de tanque reciben

subsidio y para ellos la inversión en calentador solar es lo suficientemente alta como para tener que ser financiado a través del financiamiento ofrecido por los fabricantes y distribuidores

de los sistemas, en cuyo caso la tasa de descuento

relevante es de (5.5 por ciento).

Sustitución de un calentador de ducha

La sustitución del calentador de ducha como fuente de consumo

de agua caliente fue el motivo

bajo el cual se

analiza la inversión en el calentador solar, cuando es anticipada

este caso el precio del kWh, subsidiado, el valor presente

neto es positivo únicamente cuando se valoran los beneficios

con la provisión de aguas calientes y se usa también

a

El descuento moderado \*e nueve por ciento, El YFBN en esta

fuseign eo igual a 840 déLarus Le que significs qui d3Jo

fondictones os benoricios del proyeeto iuperan et costo je

---Page Break---

inverse

sontrari. ensnde s+ dessuenta eb fis

Bunettess nate con

tivo.

tesa 4e 15.5 2o% ckento ef VP

ee Meret ve bay ei eupeste de inftac

Sy pura lav dos tavar de tescuant:

un stetema solar que

Suche es viable eSto bajo et

Lentes y uti itannde

a tase ae  $\phi$

> vento, En este cose oi VERD es faus

erie, de sto8 aéiares y por unde ta t

evie, cuando ee a

uenten Los flulus a fat

82 48 1.5 ver csente. De igual forma, tampoco es viable 1

inversi3n vaso es

© escenario euande se analiza con at

ty de porciae contentks tante cor 1a

2 de descuentos

) sos con ta tase de Geocuenta de 16.5 pes conte

SoS Se Ms cate an esta secetan, Le fnversi3n en ch vue

° s fable Gnicante biso ins -

Poma tase de desouente de nu tans

fe causa anton ef precio sin suberaic como 3 7

ips

eee pro,

bes viaties ni

bajo iow supuentos

Fabien a9 peeisoa sin subsidie y creoientes, ewando se 1

le tase Te 15,5 por eiente, Este aullacro oø

ampor tine «os

ef arétiai= aevtdo &

la nayoria ge

famitias que

eu co lucha, segin planteamientos previ

Vas fe aso:

AETESOS QUE Con imever probebi Lend

---Page Break---

Fioensiae ia .venu.on con et financlariante 4e 16.5 wor cron.

to province nor tow fabricantes y Altribuldores Geo: riste

mas 991 De hecho, coma ge uenctond antes. o

siento #6 tas fontitas que poseen calentador de dueas, there

ingress avictes ae 9,000 dólares > menos,

fb coneluir get andt

5 @ costo-henericio

eetmarsos 21 que puede ubtoarse La inversi3n en us

vtador soinr. que ta misma no es

felosa con tarta fre.

sueneis «.

pado on es tulios previes,

itados gresentatar

ae toga duis

Samante bajo tas condiciones née f:

Ge que se musticava un colentador atéetrice eonvercional! ne

tenide escentids 24 horas al

¥ que «

8 aplicable ei me.

fembién es vinble cuando hay una ey peotacd-

va de pr. tantes con ta

Yon de ouande apticw ta

vasa se de

nds faverable go 15

ecta exeeret in

areee si low srocios

vote.

altzados anteriormente © cus

fueron sere oy

conste

ArEM wandicden

cone fe

tas cunies ta invereién en ef calentader sotar

tiene al

Fropobitidad de ser viable. sin exbarpo, éste

fT cure mis repvesentative de La aftuacisn en que puede nubian

Se ta mayarts de las Tani lias puertorriquelias, que son comp

Gores Peteosutes det calontsdor volar, eono fue arru

arriba ©

tos resultados de la encuesta recit:

---Page Break---

ee

Por @i Centro de Estudios Energéticos y el Departamento de  
Económicos de la Universidad de Puerto Rico.

Otra conclusión es que la inversión en el calentador so-

lar es también viable cuando sustituye un calentador eléctrico:

9 condicional de uso moderado cuando son

ificables tos pre=

culos sin subeidio y existe una expectativa de precios resiens

tee. Tani

nes viable bajo esas mismas circunstancias, pero

eonsiderando precios con subsidio, aunque en este caso a una

A Ge deccuento inferior a 14,55 por elento, poro no a la de

15.5 por elonto. 2

itimo naltuzgo es importante, y

que

alrededor 2

484 por ciento de las familias que poseen calentadores eléctricos de tanque hacen uso moderado de éste y el 53 por ciento reciben subsidio y probablemente tengan acceso a un calentador solar solamente con el financiamiento del 15.5 por ciento provisto por los subsidios. Finalmente, cuando el calentador solar sustituye un calentador de ducha la inversión es viable solamente bajo expectativas

de precios crecientes y cuando aplica la tasa de descuento

moderado subsidio

de nueve por ciento tanto para precios si

como para rrecior con subsidio. sin embargo, semin datos de

este cetuaio,

32 por ciento de los poreedores de los calenta-

dores ce duchi son familias de ingres

inferiores a los que de

10,000 aétares, pura quienes probablemente sea aplicable séto

Va tasn de descuento alta de 15.5 por ciento.

Andis de ?coat-Effectiveness\* de alternativas

asin Ei fectiveness" de altemutivas p:

un gion nivel te benefielo do agua caliente

---Page Break---

on

Eieordycuesey se utilize pars sete

Alseonnicos ywe generen un wisae 2

eyuds gus te

oS boor costo, Bete as a. a

As scwona windad ferris

cia Riguno > .

Wie SI ay sore tiene pow haber agutady dete ou vide Ctl

tenativas Stays hee on al que producen cl surviel,

de val iamie, Seuat aon vb ualentador eléstrice de oa

BL enter otor ue . swlentador optar y setecr ines:

dad ye wa ucend

swiilay devive ast serviele da agus

Te. ets ate metarge, ms es necevario nedirlo ai supenemes

in soma ba. nodes

fuus y que ya ee tows 3

ristén de ves

acabrente. st costo de lag aiterenten of

feenaivas coscdota eu el monte de dncnevi\$a indetal. ex qcot

de Panetoaset

ab wonto de vevesictdn det esurye

Solos ty fuustowseteres aon

ne duraeisa

EF LORS owo Le vide EEL Gel sivtena solar (20 Whew)

"Fe Moy comme de reposioi in envuelte.

sido nucesurte descontar ef Staje 4

ne witerumtivas para nee

v posible »

Serva Lay tavas de descueate dey y 16.5

chenis juvidy

vas en ed andtiase anterior,

---Page Break---

Tos resvlcodos de este analisis ge presentan en ia >

4.8, EL calentader solar es Lu alternativa de costo menor ado

Jo bajo et escenario de precios crecientes y utilizando una tuerca

sa de descuento

ve de 9 por ciento para descontar el flujo de efectivo

foe. El costo del calentador solar es de L412 dólares, mientras

tras que el valor presente de los costos para tan otras actividades

Hativas, cuando es relevante La tasa

de descuento de nueve por

ciento, excepto

100 dólares tanto para el precio del kWh,?

hr con subsieie como ein subsidic. Reto signifies que a tas

Fen ties ue ci no <Senen sistemas de calentamiento  $\phi$ e asus y

para lay cuaios ia tava de Gesenente ceto-

te es 9 por ciento,

clea

entatar yular

native más conveniente enands

sea vilisaa »,

98 creciendo al m

dei pesado.

Sin exbergo, bajo ente mismo escenario de inviati

oreciente, pero aplicands la tasa de descuento de 15.

to, ta vltarnar

a de nenor conto es el eatuntador de duet

gota es te altern

endo 34 wv.

: bajas, tante

loraci3n

Race con ef precio det ku/hr con subsite come sin  
subsidio, Et

or deseontade de ior cas

det catentaier ae

ducha es de pst «

Se valora con preoro dei kv/hr cos wuts

Sidio y 1,386 Stares cuando se uti

1 precio det kv/ur at

Subsidie, cono puede verse en ta tabia 4.5,

Sin enbarjo, La diferencia on esstor entre «i célemtuioir

Ge ducha y ef catentador soter bajo este escenario te orton

crecientes » una tesa de descuento de 15.5 por clenio en «

¥ por otre Luo, ef calentador solar provee ceun culfonte ora

---Page Break---

87

861 op Leasu te peprozayooqe

Goad 12 e4ueZsu09 opuaTUaZUBH aw

Ugysesres ap ofevou un ?uoo pep:

B81 8p oFoaud jap UoTazaKo2d

aint #8105 sopesue1¥o

zee os oyprsqns wos ofsaad

es 956 oTpTeans uys oyooug

a a Bond 2p tope3us) ¥9

ors ozn'z oFpTsens uco ofoasd

oe 089°2 OTPTSans ups oyoaad

ope yuy] osm snbues

\_ ew nee BD 09EHI99TD\_TOPERUOTED

isert oce't 690" 0699 oyptsane uoo ofsead

gnore osetz rng sugte oTpysans Uys ofoaaz

onurguos osn antues

ap cotaioqta xopeyuaye)

Bist a 3 wS°S) a 6 4

a

suugsuce soled ap o

S285 48841912049 seroeid op orzvuesey

+ 380U947300359~25004 2p STSTTPUY 19p sopEyinsod

---Page Break---

88

los adicionales al baño. Por lo tanto, en este caso puede ser que el calentador solar resulte más atractivo que el calentador de ducha para algunas familias, aunque su costo sea más elevado. Esto dependerá de la utilidad marginal que deri-

ve la familia de contar con agua caliente para esos otros v

los adicionales. Si esta utilidad marginal es menor que la diferencia de costos entre los dos enseres, a la familia le convendría el calentador solar,

En el escenario de costos constantes el calentador de ducha es la alternativa que minimiza los costos, tanto cuando se aplican los precios sin subsidio como cuando son relevantes

los precios con subsidio, y con la tasa de descuento de

Por efecto con la de 15.5 por ciento. En este escenario  
El costo del calentador de ducha es mucho menor  
que el costo del calentador solar. El valor presente de los  
costos del calentador de ducha cuando se utiliza el precio del  
kWh/hr sin subsidio es de 952 dólares con la tasa de descuento  
de nueve por ciento y 673 dólares con la tasa de 15.5. Cuando  
se aplica el precio del kWh/hr con subsidio los costos son de 516  
dólares con la tasa de descuento de nueve por ciento y 372 dólares  
con la tasa de 15.5 por ciento. Estas cantidades son me-  
nores que el costo del calentador solar que es de 1,412 dólares.  
Es interesante observar que, bajo este escenario de pre-  
fijos constantes, aún el calentador eléctrico utilizado con non  
generación es una mejor alternativa que el calentador solar. Lo:  
costo de esta alternativa cuando es válido el precio del kWh/  
hr sin subsidio, es de 1,412 dólares con la tasa de descuent>

---Page Break---

89

de nueve por ciento y 820 dólares con la tasa de 15.5 por cien-  
to. Cuando se aplica el precio del kWh/hr con subsidio los costos  
son de 659 y 510 dólares con las tasas de descuento de nueve

15.5 por ciento respectivamente,

ifras con monores

et costo del eslentador solar, el cual es 1,412 aSlarer.

concluye, por Lo tanta, que el calentador solar os te

alternative que mininiza costos sdio b=jo ef escenario de sree

Chor crecimtes y utilizando 1a tase de deccuente de 9 per cier

fo, Esta tesa de interés es relevante sélo para familias que

Puedan finoxciar ia inversián eon sus propios recurse:

+ Por

otro

40, así como bajo este escenario de inflación, no es la mejor

alternativa cuando aplica la tasa de descuento de 16.5 por

cento, resultando favorecido el calentador de ducha por su

menor costo. El calentador de agua caliente

es la mejor alternativa para proveer el agua caliente ta-

mente en el hogar. Por lo tanto, el calentador de agua

caliente es la mejor alternativa para familias que tendrán que

financiar su inversión en el calentador con el financiamiento

disponible en el mercado.

Este estudio está financiado por

calentadores solares

El propósito de determinar el potencial de los calentadores solares ha sido el de investigar si en realidad estos dispositivos son utilizados por debajo de su potencial de mercado como

ha sido argumentado por la oficina de Energía de Puerto Rico

Esta información, como se mencionó antes, estimó un mercado potencial

---Page Break---

90

total de 750 unidades solares para uso residencial en el

Puerto Rico. No obstante, para el acervo de calentadores instalados

en La

ta ere de alredecor de i7 mit unidades. Lo que

represents una proporei3n pequefia del mercado potenciat

estimaco por la oficina de mergis.

El mercado potencial se Los eslentaderes colares ce defi-  
neen el presente estudio como el ninere total de faniliac que

al pres:

te tienen servicio de agua caliente a trav3s de un

calentador ef

veiee de tenque © un ealentador ge duche, y cae

FA quienes tx inversi3n en ei calentador ies results econ

Ganente viables y no Las familias que al presente no tienen

Servicio 2 agua caliente, pero que de decidir,

a tenerlo, es

calentador solar sería la forma más económica de obtenerlo.

Como se vio anteriormente en la tabla 4.1 es el 33 por ciento

de las viviendas en Puerto Rico que tienen calentador

de gas, lo que corresponde aproximadamente a 296 mil viviendas

de las cuales el 86 por ciento > alrededor de 243 mil viviendas

parte. un 2? sor

en uso controlade de este case. Fer ot

elento de tac familias ex

pafs, © cerca de 191 mit viviandue

tenen catentador de duce, Soto dos por clento thenen eajenia

dorer sotarcs y ei 43 nor elento

?eno cuentan con

servicio de agua caliente, gastos distintos por elementos equivalentes

llegando a un total de 17 millones y 390

milones respectivamente,

Para especificar el mercado potencial de acuerdo a la definición anterior, es necesario hacer uso de los resultados

del análisis de viabilidad bajo los diferentes escenarios con

los datos, los resultados del análisis sin embargo, para «

---Page Break---

de los casos estudiados son positivos bajo un escenario de

crecimiento y negativos para el otro. Por lo tanto, se ha decidido

¿0 calcular la estimación de m

¿cabe potencial bajo el escenario-

© de precios  $\phi$

Se puede y otro uso de escenario de precios

condiciones. por esta razón

Se puede especificar un límite que

Permite y otro inferior para el mercado potencial.

Mercado potencial basado en el siguiente

Bajo la hipótesis 4

Solar es uccedmicamente vieuie es que

Ye un ealentasi: ei?etricn de tangus que se mantiene crevsaiae

foto eb tatapes o4:0 40a dau exeunarios ce precios tel iv/ar

¥ las dos te Gescuento, estas familias, cony se vio ane

tes, conetiz

we s6 por cfente det total do 286 mil que ao

aproxtnatenen=

as familias, por sec ia inverss

n dentro det wer:

do potenes:

para el ease en jue

remitts viable nurs

todas Las situaciones wnatizacas cxeepo

?ando aplica  $\phi$ : pree

che del kv/nr con subsidio y es retevante una thse 4e dereuone

to de 15.5 por clento.

bate exceprién eo muy i

portance aebido s

menciond vntes, ci 63 sor eiento dei total Je

tb

ue hacen use Lisitede det culentadur eléetricn de tannu

---Page Break---

eden suosici: sobre er consumo de et

BY por cunts &

ingreso amat  $\phi + m$

Para estas forsiias te

sulichertenemis nich aan vara tenes

relevante ef

tomr et 45 9

eién de cr fami

24 Wek de exronente

tdn dentro dei zereate potencies.

ran en el mors str

de las 240 mir cue

ee de tangué, 9 shay 13° mit yams ties.

Bn el ens

et unidaa Pand

tedor de duchy oor

ee 2 ?

Trecuente. . -

sis anterior, vi 8t ode ke 4S que poriu

Lentador de duck: s'cnen un ingress amet runer de 10 nit

res. Para estos fapthuis

2erdo ai to del

anterior, Ja tice Ses uewerte que vol

de 1s.5 por

to. ror te

eb 19 por sientto restunte by cc.

titucisn der «

or de Macha gorfa viable y esta

---Page Break---

93

del mercado provincial de calentadores solares, Estos con un

total de 36,290 familias adicionales.

El mismo caso que se considera fue de las familias que

No poseen calentador de agua

alguno. Para este caso, y bajo

este escenario de costos crecientes, la inversión en el calentador solar es la mejor alternativa para proveer el servicio de agua caliente únicamente con la tasa de descuento de nueve

Por cierto, como se vio anteriormente, tanto bajo precios

Subsidio como precios con subsidio.

An embargo,

a tasa

de interés no es aplicable para la gran mayoría de las familias

Más en el país que no tienen entendedor de agua aliena, ya

no es)

son familias de ingresos bajos, con

tenida de la encuesta realizada por el departamento de Zeono~

mia el el contro de Estudios mergétions de ia Univers?

de

Puerto Rico, sv mudo computar que eéle ul 5.77 por csenco det

total de fanits

nel pats tienen increso anual igvat o as-

yor @ 10 mil @Star

¥ no poseen ador de agus eteuno.

Bete serfa vi total de farilias para lu: cuwies la tusa le dus

cuento aplicable sería de nueve por

cento y por hora de £

marfan

parte del mercado potencial. Estas familias son un 4  
por ciento de 32,730,

MH resumen, bajo este escenario de inflación, el mercado  
potencial de los productores solares estaría constituido por:

46 mil familias que mantienen el consumidor eléctrico en tan-

que funcionando todo <1 tiempos 132 all familiar que haces urc

Unitado de ox

ensery 26,290 de Las tamiltas que poss con

Lentndor de duchs y

32.730 de tas famtlizs que no puree ai

---Page Break---

ob

Presente calentador de agua alguno, Esto hace un total de

247,020 compradores potenciales.

Mereado potencial bajo el supuesto de precios conatantes

BL calentador solar results ser económicamente viablee bee  
40 este escenario solarmente para el caso en que se poses un  
calentador eléctrico de tanque el cua! se mantiene funcionan  
do todo el tiempo, así que el estimado del mercado potencial  
serfa de 46 mil familias.

A base del análisis previo se puede concluir que los ca

alentadores solares para uso residencial en Puerto Rico tienen  
un mercado potencial que fluctúa entre 46 mil y 247,020 unida-  
des dependiendo de la expectativa en cuanto a precios futuros.  
Este estimado es mucho menor que el mercado potencial de  
750,000 unidades estimado por la oficina de Energía de Puerto  
Rico,

Resumen

En este capítulo se discutieron algunas variables impor-

antes para el análisis de viabilidad y La estimación del mer

eado potencial de los calentadores solares y cv presentaron los

resultados del andlisis,

Se planted que los calentadores eléctricos de tanque exi

tentes en La ista estén distribuidos entre familias de todor

toe niveles de ingreso, mientras que los calentadores dv ducha

Son utilizados por muchas fanilias de bajos ingresos, y que 1

eseasa cantidad de calentadores solares existentes on et

---Page Break---

95

Pertenecen, casi en su totalidal, a familias de ingresoos altos

¥ moderados, im esta seccién también se especificé el consumo

de electricidad de estas alternativas que proveen el servicio

0 agua caliente. £1 calentador eléétrico de tangué manten!

do encendido todo el tiempo, alternativa que habría sido el objeto de estudio en los análisis previos, consume alrededor del triple de energía eléctrica que este mismo sistema con uso

controlado, que el calentador de ducha. sin embargo solo el

ico

16 por ciento de las familias que poseen calentador eléctrico

de tanque en La isla mantienen éste encendido todo el tiempo.

Se especificaron dos escenarios alternos para describir el comportamiento del costo de la electricidad durante la duración del proyecto bajo análisis. El primero se construyó utilizando un modelo de regresión a base del comportamiento histórico del precio para hacer la proyección del precio del kv/nr y el otro se hizo manteniendo el precio del kv/nr de 1987 constante a través de la vida económica del proyecto, asimismo. Se utilizaron dos tasas de descuento en el análisis de viabilidad, una de nueve por ciento y otra de 15.5 por ciento. 1a

primera es La tasa de interés de los certificados de ahorro,

la cual se supone aproxima La tasa usando fondos propios y te

otra es La tasa de interés que aplica a las familias que financian la inversión a través del financiamiento provisto por Los fabricantes y por los distribuidores del equipo.

Se discutió también la determinación del tamaño óptimo de los calentadores solares. Se determinó que el método sugerido por la Oficina de Energía subestima la capacidad deseada de

---Page Break---

96

estos sistemas, por lo que se presentó una forma para darle mayor precisión a este cómputo.

Las últimas dos secciones del capítulo fueron dedicadas al análisis de viabilidad y la determinación del mercado potencial de los calentadores solares para uso residencial.

El análisis de viabilidad se efectuó para diferentes situaciones en las que puede encontrarse la unidad familiar al tomar la decisión de invertir en el calentador solar. Estos

sons la unided familiar sustituye un calentador de tanque que  
mentiene encendido todo el tiempo; la unidad familiar sustitue  
ye un calentador elétrico convencional del que hace uso cone  
trolado 1a unidad decisional remplaza un ealentador de duchay  
Ys 1a unidad familiar no posee calentador de agua, pero intee  
resa proveerse del servicio de agua caliente. Los primeros  
tres casos se analizaron con el modelo de costo-beneficio y et

Ultimo con 1a técnica de ?cost-effectiver ros andl

9@ realizaron bajo los diferentes eacenarios mencionados antes

en cuanto a tasac de descuento, precios det kv/nr con subsidio  
y sin subsidio y expectativas de inflacidn.

Los resultados el andlisis de viabilidad demostrarcn que  
la viabiLidad económica del calentador solar depende de ta oie

tuación especffica en que se encuentre La unidad fai lier.

calentador solar es económicamente viable bajo todos los escenarios construidos, sólo para el caso en que sustituye un calentador eléctrico de tanque de uso continuo. Esta es la situación bajo la cual se han hecho todos los análisis previos

que han concluido que la inversión en el calentador solar es

---Page Break---

7

viable. No obstante, éste no es el caso más representativo de la situación en que puede ubicarse a las familias puertorriqueñas.

Por otra parte, cuando el calentador solar sustituye un calentador eléctrico de tanque de uso limitado o un calentador eléctrico de ducha, el análisis resulta viable bajo algunos escenarios y no viable bajo otros, sin embargo, para estas situaciones, la inversión en el calentador solar no es viable bajo los escenarios más relevantes para un gran minero

de familias en el país,

El análisis de costo-efectividad\* demostró que el calentador solar es la alternativa que minimiza los costos, especialmente cuando se considera la inversión bajo el escenario de costos de electricidad crecientes y se utiliza una tasa de descuento de nueve por ciento. Bajo los otros escenarios el calentador de agua resultó ser la alternativa de costos menores y por lo

generalmente la mejor alternativa de inversión.

Se realizaron dos aproximaciones del mercado y otros

bajo las expectativas de costo de electricidad crecientes

es y otra

bajo la expectativa de &

5 constantes, toando en cuenta los  
escenarios en que el calentador solar era viable. En el primer  
caso se estimó un mercado potencial de 247,020, mientras que  
bajo el segundo el estimado fue de 46 mil. Estas cifras son  
mucho menor que el estimado de 750 mil unidades hecho por te

Oficina de Energía de Puerto Rico.

---Page Break---

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta Investigación surge debido a la preocupación exis-  
tente en Puerto Rico, de que los calentadores solares de uso  
residencial se estén utilizando por debajo de su potencial,  
cuando representan una alternativa real para aliviar el  
Problema energético de Puerto Rico. El propósito de este es

definir el sitio, y determinar si en realidad los calentadores

solares de agua para uso residencial se estén utilizando por  
Gebajo de ou potencial (cono ha side planteads por La oficina  
Ge Bereia de Puerto alco) y de estar ocurriendo esto, invese  
tigar las causes.

Se plantearon diferentes hipstesis sobre el problema.

Sn primer lugar se planted que 1a alegata subupilizaci3n de  
tos calentadores sola:

podrfa deberse a que Las autoridaces

publicas y privadas han sobreestimado ?1 mercado potencial  $\phi$ s

tos calentadores solares, For otro lado, se sefiaré que tal  
vex ain con una especificaci3n m3s moderata del mercado poten:  
slaty le utittzact3n actual estarfa por debejo de su potencial  
por falta de informact3n de parte del consumidor sobre ios  
Yerdaderos costos y beneficios del catentador solar.

Fara analtzar el probleaa se identificaron cuatro situa:

clones en Las que puede encontrarse la unidad decicional ai

Romento de conslderar el calentador solar cons alternativa.

---Page Break---

Estas fueron: 4) el comprador potencia! posee un calentador eléctrico convencional el cual mantiene funcionando todo el tiempo B) ?1 posible comprador posee un calentador eléctrica Convencional, pero hace un uso Limitado de éste, ©) la unidad afectada posee un calentador de duchas ¥ p) el comprador no tiene un calentador de agua caliente.

En el estudio se efectuó un análisis de viabilidad, que luego fue utilizado para determinar el mercado potencial de los calentadores solares, 1 mercado potencial fue definido como el número total de familias que, al no enfrentar una restricción presupuestaria que no impida adquirir el equipo, 12 Aversión en el calentador solar 1e resulta económicamente viable para la situación aplicable @ su caso al momento de hacer la decisión.

Para estimar el mercado potencial de los calentadores solares se detornó el número de unidades familiares con calentador eléctrico de tanque y de esta cantidad @ excluir a aquellas familias para las cuales no resulta económicamente viable

Ve Anversión en 6! calentador solar. además se incluye en el  
mercado potencia! el total de familias que ni presente

po=

un calentador de agua caliente, pero que de decidirse a tenerlo,  
1 calentador solar resulta ser la mejor alternativa de inver-  
sión.

La metodología utilizada para efectuar el análisis de vias

primarias fue la técnica de costo-beneficio y la técnica de "Coste

effectiveness", La pri

"& técnica se utilizó para Los cos

en Los que el

calentador solar sustituye una fuente alternativa

---Page Break---

100

de agua caliente, donde es relevante tanto el flujo de costos como un flujo de beneficios. La técnica de Hveness se utilizó para el caso en el que no se posea un calentador de agua y se consideran varias alternativas para obtener el mismo nivel de beneficios de servicio de agua caliente en una situación donde sea relevante el flujo de costos.

En el análisis de costo-beneficios se definió como beneficio

el ahorro en el gasto de electricidad y en el reemplazo

del equipo, que resulta de usar el calentador solar en lugar de los otros dos sistemas. El costo del proyecto es el monto de inversión en el calentador solar. Se usó como criterio de aceptación el valor presente del beneficio neto (VPEX) con el algoritmo de que el proyecto es viable siempre que el VPhN

fuera positivo, ya que indicaría que el valor presente del beneficio es mayor que el valor presente del costo.

BL criterio de decisión bajo el análisis de costos efectivos  
then

99 que la mejor alternativa es aquella para la cual

el valor presente del costo sea el más bajo.

Para traer @ valor presente los flujos de beneficio y costos  
80 utilizaron dos tasas de descuento, una de 15.5 por ciento  
relevante para Las Farillas que utilizarían el financiamiento  
provisión por los proveedores de los calentadores solares y  
otra de nueve por ciento que es relevante para 1

amirias:

Que comprarían el equipo solar con fondos propios.

BL endlvis de viabilidad considers ef caso de una familia

de cuatro mtenbros, por

"¥ éste ol tamañio promedio de una fa-

milia en Puerto Rico, gate andlieis se efectud baso do: wxpec-

---Page Break---

yor

tativas alternan de crecintento del precio del kv/ar, una jue

Proyects el precio ae Le eiétricidad con un modelo d2 regre=

sién Lineal vasado en

compertamiento histórico del precio

¥ otra que wanciene constante el precic 4e) ky/nr de 1983 a

través de te vida vitit aei celentador vo:

BL andliets de visvitided arress tos aig

mites reeultae

dos. Para et caso enc

1 calentador so plaza un ea-

dentador eléotricc de tenque zue ia familia nantione funcionane

G0 todo 1 tenpo, ci ealentador solar results viable bajo tox

dos Los excenerics vonstrufdoss

© en que se sustituye

se un calentador eléctrico:

se puede usar Limited, al calen-

taor solar es técnicamente viable cuando no hay una expectativa

de precios crecientes y se vé el precio sin subsidio. tamen-

to es viable cuando se aplicable el precio de

venta con subsidio

de y contrario:

+ no es viable cuando hay una expectativa de

precios crecientes, pero es aplicable el precio con subsidio

Lp

¥ Ue tava de descuento de 15.5 por cLen:o, tampoce we

bajo ta expects>tre se pre

senatantes bajo tedas

hones especiticads: on cuanto ak povcio ¥ in tas de  
aplicable.

Bi el cas Sunidac fami lier sostituys un cater

fador de ducha, ia inversi3n en al cosmtador solur re:

ts ser

viabile Uncanente bajo ei esconaric de previos crecientes cone-  
trufdo con vt modelo ae regroi3n y utitizende 4a tava de sone

Guento modarada ae nueve por ciento. Bajo los otros sscenarios

Ro e2 viable.

En el caso en que la familia no posea ningún tipo de can

lontador de scun ai presente, ot ealentader solar veautiy sor

---Page Break---

oz

is alternative oreferida vor ser la 42 neno> costo, séto bas

@L escenario dei conto det Lw/hr ores

ente y wtiliganae una

tasa de escuento te nueve por cients. gin emburge, bajo es

te mismo escenario de inriae!

6n, pers utilizande una tase de

Aescuerta de 15.5 oor ciweto, ei, ogicntador +2 ducha es Le mex

jor

ternetive de inversi3n, 50

Jor Je ducha, tambi3n

Fasutte sor le aiternetive qua mininiva costes, bajo las doe  
tasas de Aescsits, cuazco se analican tus alternativas bajo  
expectatives is cossoe tol cv/nr exis tantes.

or soar ~esuled

eos en koe que et nate

Po WeiLiasos pass extinas su mercude potcncal.

Se computé un sotinass ce mercady peansial bajo vada una de

las expectativan ce p-cios at

kv/ir. pe esta forme ae sudo

peciticar wy i. oF y uno inferior para al mercado

poteneial de S sclares.

Bajo eL escenario de oxpectativas da precios de eiectrieie

dad constantes, 61 estudiado fue de 57 familias, wlenicas  
que bajo 2 ex narto ce costo crevientos fue a9 27,000 fae  
millas,

A dase de 05 Peaustaduy dai agtudío su yuede concuir

Viste orivate wi ealestagor solar no ae  
stompre econdicamente viabix pare todas tus famitiae de ia  
Isla, come go na preiendide establecer en cxtudies previox.

En da mayorfs de ios andiisis ge viaeilidad del oaietador

jar quo ae reslizaron antes, Sete ve unetizd bajo las condicios

nes mds Taverebiy en tas que iu Anvareién en el euutzs solar

Feolta beneficioss, Este es eX vaso en que reemplaza un ou

---Page Break---

103

Jentador eléctrico servancional que se mantiene Sunctonanda todo eL temp. sin embargc, como sç odservé antes, ese caso no es el mds representative do ta situaci3n en que se encuen-

?fran la mayorfs te Las familias puertomriquetas.

38 importante sealer, no obetarte, que on esta investi

sacidn sdt0 se hito un undliota py

ado an ta inversi3n, por

Bo que no ge consideraren tos iapactos externas del oroyecto.

fuede ser cue vonstderendo estoe ixpastos an un and}:

de

fos calentsdczes solares deace 1s perspectiva nia anplia de

toda la societa:, of resulta:

det andissio ven dietines.

Gon Fensents ah mursede potencies de Log aaiantadore: so

Jerea, s@ ha encontrado que bate ey suche senor Gu? #1 aue hae

Ma wide astinato por La cfieina de Biersfa de puerto Rive.

Beto corabora is prinera hipétesis establecidi. La explica-

o16n pare evio 2s que ei calentader solar no

econdmtcamente

vigble alo todas Lae efrounstanosan para todas Lae fam. sias

on Ye Tela, coc estaba implfot ve on © entimade hecho por ia

Offeina de Eergta, wo obstan

wh con sete acpeciticación

nA moderads ce: necoads coteneiel, ?u ceicidad de casantatos  
Fee soharea existentes on 1s isla on i9FL, resulty ger pequelia  
en Felación 1 mecends potanctat que ba {40 wuztmage on et  
Presente eetucio.

Sete hecho c@ puede deber 4 que iaica informaci3n en cuane  
\$0 8 les bonericios resultantes de ie uti lisueidn de: caliente-

Gor solar. Ctra explicaci3n puede ser que el atewado eoato i.

Plotel y 1a alto tasa de Einanciamiento hacen a le ieverwign

Amceaible para muchos, tambi3n puede ser explicado por of

---Page Break---

10%

hecho de que en si pas se est3n ven

Fes que exceden at tanaflo requerido »:

endo unos sistemas sola

cada unidad femi tier,

Bato hace que st coste del catentado~ solar sea más elevade

Y por ende ge ate

Regativamente ia visbilitud econdmica det

sistema, EL ansiinis de viuoliidas ae! otatene solar en

e

eatudlo se relies uifkizandc un tannic Cel calentader <otar

Que Vas toro con ia aese~idad de ag.

unidad fanttiar y

celiont? que tiene una

24 que recomtendan ics auplidores ae ese

tos sisteass,

rte oxagerar. 3 tama adecuado det

eauipo. BL temaho wés ucts aqui consideraio mej

titividad de! cat

rs ia compe.

otros sistemas al-

ternos que provics agua caliente.

A partir de los resultados obten:

on este cetuaio ce

Puede recomendar 1a realizscién av un andiisis do custocbene=

Flelo sootal ce os calentatore: rolares, sara derersinar «i

desde

Perspective de andiieis ios catentadores voiain

Sulton viabies bale ocray cine

etencics. Este podrfa ayudar

on a formulaci3n de medidas dir

aida a utilizar el uso de

Set00 eadire se ammonta con su ponencia con La sociedad.

Sin embargo, se puede seftair gis et srescate wstude su base

Para Fecomendar sis: 9} 0 srova inforsic3n 4 os conwusi doe

Fee sobre ie forms om yus wade computa -\ towailo agecasae del  
stotena solary bj 99 divuigue cusses sous cou beneficios de cae

Jentador solar vaJo tas diferentes wtwsciunen en que se pueda

encontrar Las untades famtiaras,  $\phi$ )  $\phi$  evtubiczean wiguias me~

didias que perm! ta

3 familias de ingresos bajos y moderados

Para las cuales se invierten en el calentador solar y caliente

---Page Break---

05

Se adquirió en a. 99:

Tema, de donde se va a la 1a parte

Maelén actúa! vs los ectomas «o zamedo potanctet,

to puede Fogmas- , ase

ra a que ø

yan au presto vers OBS Se 22 on \*L peandes pee

Pa de esis forme ©

harerte dy

accessivis 2 ?amiss

---Page Break---

APENDICE

---Page Break---

APENDICE I

## CONSIDERACIONES TÉCNICA SOBRE LoS

### CALENTADORES SOLARES DE AGUA!

El calentador solar de agua utiliza dos componentes básicos: el colector de energía solar y el tanque de almacenamiento.

\*o Ge equa, Adenés use otros materiales como: tuberías, válvulas

las y aislantes térmicos, como se puede ver en la figura 2.

La función del colector es capturar la energía solar y trans-

formarla en energía de calor, que pueda utilizarse, si se requiere

El almacenamiento sirve para almacenar el agua que ya ha sido

calentada

Los calentadores solares de agua usan colectores planos.

Estos consisten de una plancha metálica plana, a la cual captura

la luz solar y de varios tubos adheridos firmemente a dicha

plancha. La plancha metálica con los tubos adheridos, está

ubicada dentro de lo que se conoce como la caja del colector.

Sobre esta caja se coloca una tapa de vidrio o plástico que

sirve de ventosa para la entrada

de la luz solar, para evitar

la pérdida de calor, los aisladores térmicos son colocados en los  
espacios y por debajo de la plancha metálica,

El funcionamiento de

los colectores es el siguiente,

la mayor parte de la energía solar que cae sobre la tapa del co-

lector

es absorbida por el material aislante en este apéndice no se ha considerado

la

Heriberto Piñeros y K.G. Soderstrom, Gaceta de la Energía ©:

energía solar.

lor

---Page Break---

108

Figura 1

SAUoN oe Ac carro 1s coucront

---Page Break---

10g

lector o9 trasmitida a la plancha metdlicn, La plancha absor-

be esta enengia lo que provoca un aumento en tenperatura que

fractura a los tubos que estén adheridos a la plancha.

Esto hace que el agua que pasa a través:

de los tubos también

sea calentada. La tapa, además de permitir la entrada de los

rayos del sol, ayuda a retener el calor hasta su punto máximo.

Debe señalarse, sin embargo, que no toda la energía que recibe

la plancha es absorbida, sino que parte de ésta es reflejada,

Los colectores planos pueden producir temperaturas hasta de

158°C en un día soleado y 100% durante un día nublado.

El otro componente principal del calentador solar de agua

es el tanque de almacenamiento. Este se conoce también como

termo-tanque y está construido de acero inoxidable y cubierto

con una espesa capa de poliuretano un aislante térmico tan potente

que una pulgada de cemento. Está cubierta de poliuretano con

un aislamiento en una especie de termán que hace que el agua

conserva el calor.

Existen dos tipos de calentadores solares de agua #1 sea

con sistema de circulación natural y #2 con sistema

con bomba de circulación forzada

Un tercer tipo surge como

una Variante al sistema de termosifón y se conoce como el sistema

Fema combinado. Estos sistemas utilizan los mismos componentes

que ya fueron mencionados,

El sistema de termosifón puede utilizar uno o más colm

Free dependiendo de la capacidad del tanque de almacenamiento,

El principio de operación de este sistema es a base de con

tección por gravedad. Es importante recordar que la densidad de

---Page Break---

ti

un fluido varía inversamente con su temperatura y que los flui-

dos más livianos se elevan hacia arriba mientras que los más

Pesados se mueven hacia abajo. Para poder hacer uso de esto

Principio de termostato

volares de agua, 1a bare del %i

qua de almuceiaje debe ser locaitzada nin atta que el punto  
?née clevado de ton cotectores. además ia tuberfa que ve al  
eolector debe tener inclinacidn descendente (ver figura l).

?cuando

agua que es calentada por ios colecteres ase  
al tanque, cons th.

una temperaturats mayor que el agua que

está en el tanque, así como el agua está en el fondo del

que (que es el agua con temperaturas más bajas) a6 despinca  
hacia los colectores para ser calentada, de esta forma se ese

establece un os

0 de circulación del agua entre el tanque y el  
colector.

HL sistema: con bomba de circulación, además de nos

component:

diseño de los calentadores solares, tiene una pe~

Queda bomba de circulación, La que opera con energía eléctrica

¥ un control:

En este sistema la ubicación del tanque

de agua no es importante, ya que la bomba de

impulsa el agua hasta

el tanque. Pero mientras más

se acerque el tanque al colector, menor cantidad de energía

eléctrica necesitará la bomba de circulación para funcionar.

El circuito de circulación del agua en este sistema es igual

al del sistema de calefacción.

La función del control, en este

sistema, es activar la

bombs ce circulaci3n durante el afa y desactivaria durante ia

Roche. De outa forma se evica que ol agua caliente que ests

piorda energ{a t3rmica al pasar por Lue eciec~

---Page Break---

ry

tores y recibir vajan toansraturas.

Otro atitemerto que est: sietena raquiere, ae wnu v3lvue

ta unt:

wesional para svitar in sivmiaci3a natural seb wus

durante iz sche.

BL sistema combcnacc tdands do otillaer anere!

soter

flene un shavers ausitter, garentich un muministzo 4 ap

adn en ios afue rusiaccs, La uttitenctén de energie volar de

este Sistame sç Furdumesta wa ei peancisi> a9 ternse fi

yet

sistema suxitian eigetrins entra on coaracién 9

9 reawtar

deamiss a2 tos diss misiades concen

Pare ones

see Mesdus some i. capeetaed del caione

tador de aan

vale saheiar gue at

ur ge Se obtiene te ia

autoridad de jcueduetos y sicant

LLaice 1hAa) as 20 aproxie

madamente 80°, cade pie

cusdredy 32 coser

e reco je an an

(fa promedto tumgia catieionte wars uevur La tesprcturs de

aPFoximaduments 1.5 ca.ones ut sma 4e 1a covivte port cans

hasta cero a ve .33"p,

---Page Break---

BIBLICCRAPTA

---Page Break---

arias Heménder, ucberco, ?cuiu pura determinar Le viabi  
ge toe calentadores? solares para uso Tesidensiat:  
de,fasetria no oubicada, Universidad fe Pusste cicg, dee  
GUels Graduada de Adminietración de Bupresas, Rio Pisdese,  
Pusrto Aico: 1985.

Autoridad de Emergis eléctrica, cuante gus kitovatio hora  
gontrola st Sonsuno. San Juans Ritsrtane ergo Bore  
tica, (8. tt

Bach, Wilfrid, Eather Manshard, William Mattes y Jarriscn

Browns Renewable Energy Projects. New York: Pergans

Free, Saou ~

Ball, David G., Return on Investment

Supplisetita arcitas Sows

Bonnet, Juan A. Energy alternatives for the Caribbean

San Juan: Centro de Estudios Mergéticos y Matemáticos,

Universidad de

Porto Rico, (NY de).

Govan: nmador. Nacerial inforsattve sobre ca energfa asier.

San Juan, OFicTia Se Energia de ?aerte Fico, 1977,

cobses anager, sugh onocre v ø epaiéa, Pian de tress

Breet proyeste le energia + San Juan, Oftetne de

Comité de treba sadoren pars ayude al consunidor y centre ae

Eatudios Bnergéticos y Ambientales, tabeeme gol,

vando oon in snergfe solar. ?San Juans pty Some

Farrington, ?the sun mergy. wad! son: niveraidad te

wisconsin, Departaments de Getaie, (onaey

Dasgupta, Ajit X: yD. W. Poaroe, Gostegenerit analysis. ox:

ford, Oxtord University presse Toye oe!

Departamento de Aguntos al consumidor, céno onnetevir an 1

Agger plac, san suany pepartamenter mr qene ore ay ios

atdor, Pas.)

1B

Dante:

---Page Break---

bis

Hobson, 3

aarsy. Gabitvenia

Informe anwey te. ¢

Yew, 1980. ?Se

4a 4 Mee mergéiagos y ambi cutue

a

at a Sete

Oficins Ge mercie 4

Sneath

Sodeentvon

?Serer a.

Emoto. wititan ois.

aia trdbie lon

y Price

New Yoricy ae idem "US

---Page Break---

Soderstrom, xarasth ., gimusation

Solar Not waier Syeteng Se pees Geek

Universitit de Meee

Soderstrom, Kennetn  $\phi$ . ym.

for godar Got we

Sudgen, Robert

ee

ited state, berartment of Comme, sconoaivs stucy ot

Se.aiec. weaning tons pegertee. cl CaRReReR TOS ?

{SPR Hie Reporte 5-0 coueetog Naru facturing

RP SS a ee

?The Solar nergy sevearch instity

He SOhE Ses

eWaereta we

---Page Break---

---Page Break---