



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
en el marco de la Ley de Promoción de la Vivienda de Interés Social en
Montevideo-Uruguay.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN HÁBITAT SUSTENTABLE Y
EFICIENCIA ENERGÉTICA

AUTOR: Arq. Keren Gerwer

PROFESOR GUÍA: Ing. Ariel Bobadilla
PROFESOR CO-GUÍA: Ing. Roberto Arriagada

CONCEPCION, 30 de julio de 2014

Agradecimientos

Agradezco profundamente a cada una de las personas que me han acompañado en este trayecto, con quienes comparto el fruto de mi esfuerzo.

A mis padres, por su apoyo incondicional, fuerza y confianza, por transmitirme el valor del conocimiento y la educación, del trabajo constante y el esfuerzo incesante por perseguir mis convicciones.

A mi familia y amigos, por compartir conmigo este sueño.

A mis docentes, por su entrega profesional, sincera y vocacional, por su paciente dedicación y disposición.

A mis profesores guía, por su exigencia, respaldo y confianza.

A aquellos docentes, equipo administrativo y equipo de trabajo del CITEC, que me apoyaron en este proceso de cierre del programa de Magister.

A los proveedores de los sistemas constructivos estudiados y funcionarios del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, por su interés y colaboración en el trabajo.

A mis compañeros de magister, por recorrer este camino juntos.

Gracias.

Resumen

Esta tesis aborda la evaluación del desempeño energético de viviendas concebidas con diversos sistemas constructivos en Montevideo, proponiendo un modelo de análisis para el estudio del beneficio económico de soluciones de eficiencia energética en la etapa de diseño.

El contexto de la investigación se sitúa en torno a la vivienda de interés social en Uruguay, amparado en la nueva *Ley de Promoción de la Vivienda de Interés Social* (Ley 18.795). En este marco, el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente admite la construcción con sistemas constructivos no tradicionales con su correspondiente *Documento de Aptitud Técnica* aprobado.

Se emplearon tres metodologías combinadas de forma transversal y secuencial. La elección de casos permitió acotar el estudio. Se realizaron simulaciones energéticas y análisis financiero, permitiendo valorar el beneficio económico de la eficiencia energética de las soluciones estudiadas.

Se concluye que invertir en soluciones de eficiencia energética puede ser rentable, alcanzando ahorros en el VPN de las soluciones de hasta 11,4% respecto del caso base en un ACV a 20 años. En algunos casos se percibe el repago de la inversión inicial para el tiempo de análisis propuesto, a partir del año 3.

Palabras claves: eficiencia energética, simulación energética, análisis financiero, vivienda social, sistemas constructivos no tradicionales.

Abstract

This thesis deals with the assessment of energy performance of homes designed with various construction systems in Montevideo, proposing an analytical model to study the economic benefits of energy efficiency solutions in the design stage.

The research context is framed around the social housing in Uruguay, considering the importance of the new Law for the Promotion of Social Housing (Law 18,795). In this framework, the Ministry of Housing, Territorial Planning and Environment supports the construction with non-traditional construction systems with its corresponding Technical Aptitude Document approved.

Three methodologies were combined transverse and sequentially. The choice of case study allowed to limit the research. Energy simulations and financial analyzes were performed, allowing to assess the economic benefits of energy efficiency of the studied solutions.

It is concluded that the investing on energy efficiency solutions can be profitable, achieving solutions which their NPV saves up to 11.4% over the basecase in an 20-year LCA. In some cases, the repayment of the initial investment is perceived during the proposed analisis time, from the third year.

Keywords: energy efficiency, energy simulation, financial analysis, social housing, non-traditional construction systems.

Índice

Capítulo 1. Introducción.....	2
1.1 Contexto de investigación	2
1.2 Problema, preguntas y objeto de estudio	4
1.3 Hipótesis y objetivos de trabajo	4
1.4 Metodología.....	5
Capítulo 2. Marco teórico	7
2.1 Habitabilidad y confort	7
2.2 Demanda energética.....	9
2.2.1 Demanda vs consumo	9
2.2.2 Relevancia mundial y local	9
2.2.3 La energía en la vivienda	12
2.3 Calidad energética	13
2.4 El rol de la vivienda	15
2.4.1 La vivienda como refugio	15
2.4.2 La vivienda como patrimonio de identidad	16
2.4.3 La vivienda social en Uruguay	18
2.5 Parámetros Climáticos de Uruguay	21
2.6 Base normativa	25
Capítulo 3. Metodología	28
3.1 Casos de estudio	28
3.1.1 Elección de las tipologías de vivienda	29
3.1.2 Elección de los sistemas constructivos	34
3.1.3 Elección de los sistemas calefacción	42
3.2 Simulación energética.....	44
3.2.1 Elección de la herramienta.....	44
3.2.2 Parámetros climáticos.....	45
3.2.3 Zonas térmicas	46
3.2.4 Condiciones internas.....	47
3.2.5 Calendarios de uso	49
3.2.6 Materialidades	50
3.3 Análisis financiero	51
3.3.1 Tiempo de Análisis de Ciclo de Vida.....	52
3.3.2 Periodicidad del Análisis de Ciclo de Vida	52
3.3.3 Tasa de descuento.....	52
3.3.4 Tasas de escalonamientos.....	53
3.3.5 Costo de oportunidad	55
3.3.6 Costos iniciales de las viviendas	55
3.3.7 Costos de mantemiento de las viviendas.....	56
3.3.8 Costos de adquisición y vida útil de equipos de calefacción.....	56
3.3.9 Costos operativos de las viviendas para cubrir la demanda de calefacción	56

Capítulo 4. Simulación energética	57
4.1 Resumen de la simulación energética	57
4.2 Análisis de resultados de demanda energética	62
4.3 Cálculo del consumo	64
4.4 Análisis de resultados de consumo energético	66
Capítulo 5. Análisis financiero	68
5.1 Resumen del análisis financiero	68
5.2 Evaluación económica	73
5.3 Análisis de resultados del análisis financiero	76
Capítulo 6. Síntesis.....	79
6.1 Sumario de resultados obtenidos.....	79
6.2 Modelo de análisis	83
Capítulo 7. Conclusiones generales	85
Referencias bibliográficas.....	89
Anexo A – SCT	95
Anexo B – SCNT 1	100
Anexo C – SCNT 2	104
Anexo D – SCNT 3	108
Anexo E – Sistemas de calefacción.....	112
Anexo F – Condiciones internas de las simulaciones	114
Anexo G – Cotizaciones de las viviendas según sistema constructivo.....	117
Anexo H – Evaluaciones económicas	124
Índice de figuras	162
Índice de gráficos	163
Índice de tablas	164

Capítulo 1. Introducción

1.1 Contexto de investigación

El cambio climático, el agotamiento de la capa de ozono, la deforestación y la pérdida de biodiversidad son algunas de las consecuencias del impacto ambiental que sufre nuestro planeta producto de la acción del hombre, responsable de garantizar las necesidades de futuras generaciones mediante un desarrollo sostenible. Como expresa el informe Brundtland, el desarrollo sostenible es aquel “[...] que satisface las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que las generaciones futuras satisfagan las suyas” (Comisión Bruntland (1987) en www.un.org).

Es responsabilidad del hombre el cuidado de su hábitat y el uso de energía es un factor primordial (Gráfico 1.1). Las distintas transformaciones y usos de la energía (Figura 1.1) generan diversos impactos ambientales –contaminación atmosférica, erosión, etc–. Las fuentes limpias de energía provocan impactos menores a las fuentes contaminantes, cómo las derivadas del petróleo. Existe una relación entre la cantidad de energía consumida y su impacto generado, a mayor consumo energético mayor impacto ambiental. El uso de energía juega un rol de vital importancia en la generación de confort y calidad de vida en los edificios.

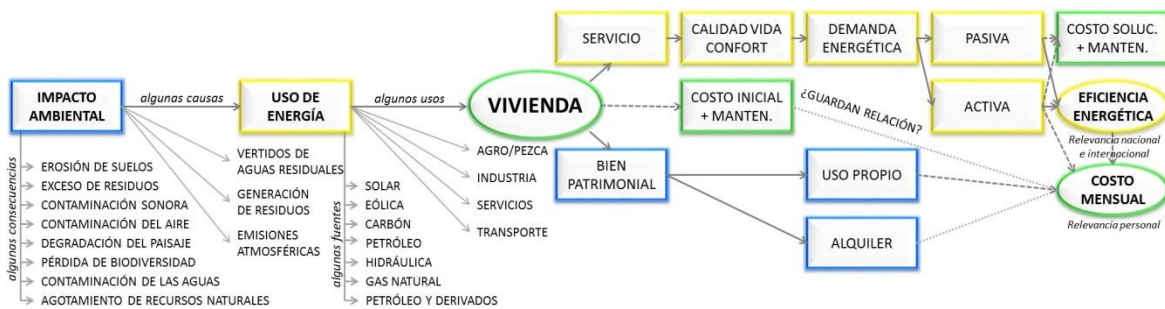


Gráfico 1.1: Marco contextual

Fuente: Elaboración propia.

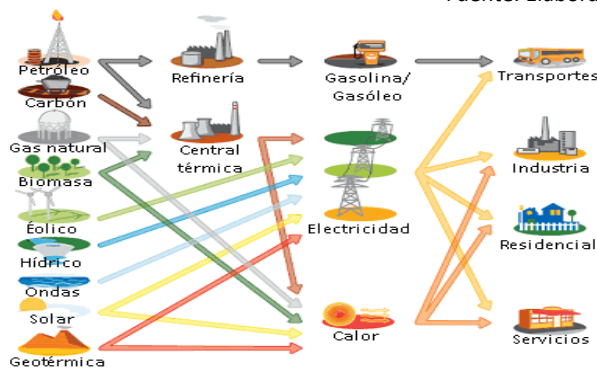


Figura 1.1: Ciclo de la energía

Fuente: gerenciayenergia.blogspot.com.



Figura 1.2: Ilustración de indicador energético

Fuente: Dena, tomado de material de clase profesor Tobías Hatt.

La vivienda, construida con el propósito de ser habitada por el hombre, desempeña múltiples funciones: refugio, espacio de desarrollo de la vida privada, familiar y social, lugar de domicilio, generación de identidad, bien patrimonial. Su adquisición requiere una importante inversión. Además de los costos iniciales, el uso de una vivienda trae aparejado otros costos –consumo de servicios, mantenimiento, impuestos–, que según el caso asumirá el propietario y/o los habitantes.

Para su funcionamiento, la vivienda demanda energía con el fin de brindar calidad de vida y confort a los usuarios. La misma puede ser suministrada primeramente de forma pasiva y luego de forma activa. Dependiendo la solución, las estrategias pasivas pueden generar un costo inicial y un costo de mantenimiento. Hay soluciones que no requieren costos adicionales (Figura 1.3). Las estrategias activas implican, a su vez, un costo mensual de energía y mantenimiento, a cargo del habitante, a quien le concernirá que éste sea el menor posible. Las estrategias activas pueden generar efectos como contaminación del medio ambiente, liberación de CO₂, dependencia de fuentes de energía no renovables, dependencia de importaciones y otros.

La demanda energética de la vivienda estará condicionada por diversos factores –ubicación, emplazamiento, diseño, envolvente, construcción, usuarios, usos, entre otros–. A su vez, el consumo estará ligado a las fuentes y equipos instalados, que generan costos mensuales. ¿Estos costos son conocidos y valorados por el usuario a la hora de adquirir una vivienda? (Figura 1.2) ¿Guarda relación el costo inicial de una vivienda con su costo de uso? ¿La normativa vigente considera estos costos?

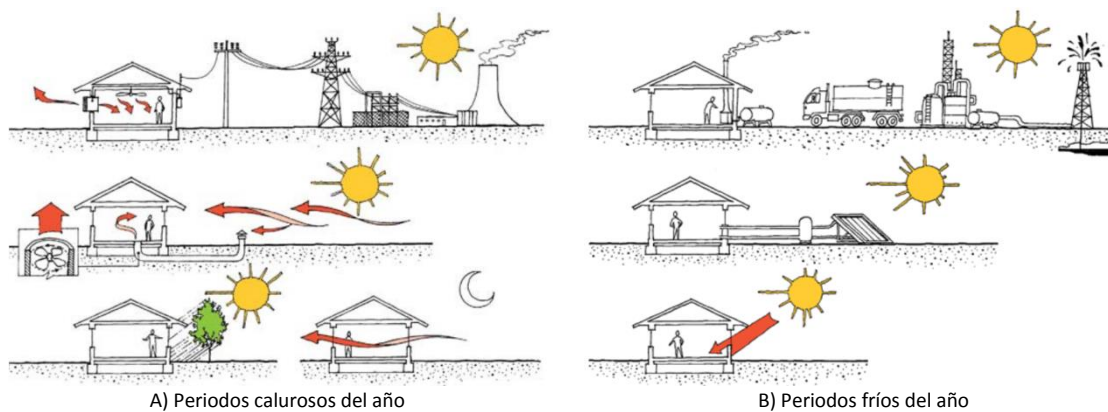


Figura 1.3: Viviendas que utilizan recursos energéticos no renovables (arriba), sistemas activos en base a recursos renovables (centro), y sistemas pasivos basados en energías renovables (abajo).

Fuente: Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social.

1.2 Problema, preguntas y objeto de estudio

El problema de investigación que aborda esta tesis radica en que al adquirir una vivienda no se da debida importancia al costo de acondicionamiento térmico en su etapa de uso, es decir, no se evalúa su demanda, ni se valora su eficiencia energética. ¿Existe un método simplificado válido para estimar el costo de acondicionamiento térmico en su etapa de uso? ¿Cuáles son los parámetros locales determinantes para la evaluación?

El objeto de estudio de esta investigación se centra en la evaluación de la demanda energética para calefacción y análisis financiero de prototipos de viviendas concebidas con distintos sistemas constructivos en Montevideo.

1.3 Hipótesis y objetivos de trabajo

Bajo el argumento de que el usuario no valora la eficiencia energética a la hora de adquirir una vivienda, este trabajo planteó como hipótesis que no existe una vinculación directa entre el costo de la vivienda y su costo de acondicionamiento térmico de calefacción en su etapa de uso.

Con un alcance exploratorio, esta tesis asumió como objetivo general evaluar el desempeño energético de viviendas concebidas con diversos sistemas constructivos en Montevideo, estableciendo un modelo de análisis para el estudio de rentabilidad de la incorporación de soluciones de eficiencia energética en la etapa proyectual.

Se planteó los siguientes objetivos específicos:

- Simular el desempeño energético de tipologías y sistemas constructivos en Montevideo.
- Evaluar los costos de construcción y costos de acondicionamiento térmico de calefacción de los sistemas elegidos en un periodo de uso determinado.
- Establecer un modelo de análisis que sirva de base para el estudio de otras tecnologías.

1.4 Metodología

Con el fin de conseguir los objetivos y alcance propuestos se entendió conveniente trabajar bajo un enfoque metodológico cualitativo, en tanto se buscó analizar conceptualmente las dinámicas y directrices del problema planteado.

Se propuso una combinación de tres metodologías de trabajo que permitieron diagramar una hoja de ruta conducente a conseguir los objetivos de la investigación (Figura 1.4). La primera, estudio de casos, se incorporó en base a lineamientos establecidos por Hernandez Sampieri, permitiendo un estudio holístico, que corta transversalmente la aplicación de las otras metodologías (ver *Capítulo 3. Metodología*).

El estudio de casos es un método abierto que acota el marco de las investigaciones, permitiendo que sean retomadas o sirvan de base para trabajos futuros. El estudio instrumental de casos tiene como propósito obtener mayor entendimiento sobre un tema (HERNANDEZ S. 2010).

En este trabajo los casos sirvieron de instrumento para conseguir los objetivos de la investigación. La elección de casos se aplicó a tres elementos: la elección de las viviendas –Vivienda de Interés Social–, la elección de los sistemas constructivos –construcción tradicional uruguaya y sistemas constructivos no tradicionales– y la elección de los sistemas de calefacción –eléctrico, leña y supergás– (ver sección 3.1 *Casos de estudio*).

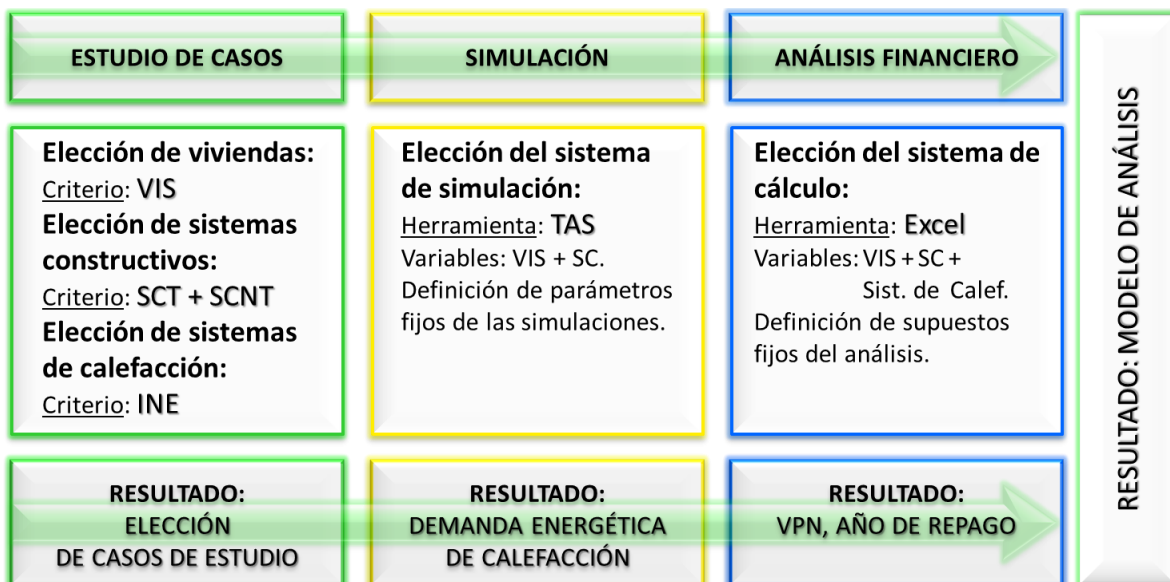


Figura 1.4: Mapa semántico de la metodología de investigación empleada

Fuente: Elaboración propia.

La nueva *Ley de Promoción de la Vivienda de Interés Social (VIS)* aprobada por el gobierno uruguayo en agosto de 2011, responde a una política habitacional que busca conciliar la oferta de vivienda a las necesidades de la población de sectores socioeconómicos medio y medios bajos. La alta demanda de viviendas para estos sectores, junto al elevado costo de mano de obra calificada provoca altos precios de venta y calidades deficientes de las construcciones. Estos factores favorecen la aceptación de nuevas tecnologías de mayor nivel de prefabricación e industrialización, prometiendo mejores resultados cualitativos a precios competitivos.

La Ley admite la inserción de sistemas constructivos no tradicionales (SCNT). Los mismos constituyen una alternativa al hormigón armado y la mampostería. Para que un SCNT sea apto para la construcción de VIS se le exige la aprobación de un *Documento de Aptitud Técnica (DAT)* otorgado por la Dirección Nacional de Vivienda del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (DINAVI-MVOTMA), donde el proveedor se compromete a satisfacer estándares de desempeño establecidos en el documento *Estándares de desempeño y requisitos para la vivienda social* (ver sección 2.6 *Base normativa*).

La simulación y el análisis financiero son metodologías vinculadas a las actividades realizadas en el proceso de investigación.

Para la obtención de la demanda energética de los prototipos de vivienda según cada sistema constructivo, se realizó simulaciones computacionales, estableciéndose parámetros, bajo directrices normativas vigentes, datos estadísticos y otras fuentes citadas. Las simulaciones fueron realizadas con el programa TAS, por sus prestaciones en términos de simulación de demanda energética y validaciones internacionales (ver sección 3.2 *Simulación energética*).

El análisis financiero se empleó como método de evaluación económica de las distintas soluciones estudiadas, con el propósito de comparar en un análisis de ciclo de vida la relación entre el costo inicial y el valor presente de los costos operativos, así como el valor presente neto de todos los costos considerados, según parámetros establecidos (ver sección 3.3 *Análisis financiero*).

En las etapas preliminares de este estudio se estimó obtener resultados aleatorios en la relación que guardan los costos iniciales y los costos operativos para calefacción de las viviendas.

Capítulo 2. Marco teórico

Esta tesis se centra en la evaluación de la demanda energética de calefacción de prototipos de vivienda de interés social en Montevideo. Se exponen a continuación conceptos de soporte referentes a criterios de habitabilidad y confort, demanda, consumo y calidad energética, el rol de la vivienda, parámetros climáticos locales y base normativa.

2.1 Habitabilidad y confort

El hábitat vincula espacio y vida en un ecosistema. Satisface necesidades espaciales –clima, medioambiente, entorno– para que una especie pueda vivir en él.

El clima exterior condiciona el entorno (Figura 2.1), estableciendo parámetros generalmente no modificables, que deben ser considerados por el diseño arquitectónico. Garantizar la habitabilidad de una vivienda implica asegurar condiciones mínimas de salubridad y bienestar espacial, siendo responsabilidad, primeramente, de quienes la conciben y luego de quienes la ocupan y mantienen.

“La habitabilidad requiere conformar espacios acondicionados para el desarrollo de las actividades humanas, protegiendo estas actividades de las agresiones del medio y de las inclemencias climáticas. La construcción cumple con estas exigencias resguardando los espacios habitables mediante las envolventes constructivas verticales y horizontales de los espacios arquitectónicos.

La primera función que debe cumplir la envolvente es la protección de la intemperie; para ello, es necesario lograr la estanqueidad ante la lluvia y el viento. Otra de sus funciones, gracias a su espesor y a las características específicas de sus componentes, es la regulación de las temperaturas extremas y el control de las pérdidas de energía” (DUNOWICZ 2006, p16).



Figura 2.1: Elementos y factores climáticos
Fuente: Elaboración propia.



Figuras 2.2: Fotos de Uruguay
Fuente: Recortes de fotos de Stonek, Fotografía Profesional.

El confort es un factor subjetivo que puede definirse como estado de bienestar físico y psíquico. El confort ambiental está definido por diversas variables que se clasifican en confort higrotérmico, visual, acústico y respiratorio.

El confort higrotérmico involucra parámetros como temperaturas superficiales, temperatura del aire, velocidad del aire, humedad relativa del aire, metabolismo –fisionomía, actividad, etc.– y vestimenta. Para asegurar niveles de confort higrotérmico debe lograrse un balance dinámico en el intercambio térmico entre el cuerpo y su medio ambiente. El confort visual depende básicamente del nivel de iluminación del espacio de trabajo y del contraste de luminancia entre el objeto observado y su soporte, así como parámetros asociados a aspectos fisionómicos del observador y el objeto observado. El confort acústico está vinculado al nivel de ruido que afecta a la actividad realizada –ej. comunicación, lectura, descanso–. Los altos niveles de ruido pueden provocar daños en la salud. El confort respiratorio refiere a la calidad del aire, ligado a la concentración de CO₂ y ventilación del local.

Estos aspectos del confort son regulables por las condiciones de habitabilidad que los recintos proporcionen. *“Conseguir las condiciones ambientales satisfactorias implica conocer los factores ambientales que influyen en el bienestar del hombre.*

El organismo humano genera [...] calor para mantener la temperatura del cuerpo, cuando esta emisión se produce sin molestias y fatiga se dice que el cuerpo está en equilibrio homeotérmico con el medioambiente, obteniéndose la sensación de bienestar. Esta energía calórica es emitida al medio en dos formas: calor sensible y calor latente. El calor sensible produce un aumento de temperatura del aire ambiente que rodea a nuestro cuerpo, y se disipa por conducción y radiación. Mientras que el calor latente es emitido por la exudación y exhalación, en ambos casos se produce vapor de agua que viene a aumentar la cantidad de humedad en el ambiente” (DIAZ 2005, p. 41).

La habitabilidad y confort del usuario depende altamente de las condiciones interiores, donde el diseño, ejecución y mantenimiento de la envolvente juegan un papel primordial. La elección de tecnologías y procesos constructivos inciden posteriormente en el nivel de confort y salubridad de los ocupantes, además de influir en la demanda y consumo de energía para estos fines.

2.2 Demanda energética

2.2.1 Demanda vs consumo

La demanda energética es la cantidad de energía necesaria que se debe aportar o extraer de un espacio para mantener las condiciones de confort higrotérmico en su interior. Para satisfacer la demanda energética pueden emplearse estrategias pasivas –ej. diseño, orientación, composición de la envolvente– y medios activos –ej. equipos de acondicionamiento–.

El consumo energético refiere al uso de energía para el funcionamiento de cualquier sistema que requiera energía para operar –automóvil, edificio, electrodoméstico, etc.–. Es la energía necesaria para satisfacer la demanda requerida, según la fuente de energía y el rendimiento del equipo. Para reducir el consumo puede disminuirse la demanda o adquirirse sistemas de mayor rendimiento. Existe mayor potencial de beneficio en la disminución de la demanda, que aumentando el rendimiento del equipo. La demanda puede tender a cero, mientras que el rendimiento de un equipo oscila en un porcentaje limitado según la tecnología empleada.

2.2.2 Relevancia mundial y local

Según el *Banco Mundial*, el consumo energético global ha aumentado un 2% anual en los últimos 20 años. Este crecimiento viene acompañando del aumento de la producción industrial, consumo doméstico y transporte, reflejándose en un incremento de las necesidades económicas y sociales de la población mundial (Gráfico 2.1) (BANCO MUNDIAL en wdi.worldbank.org).

“El petróleo y otros combustibles fósiles como el carbón y el gas natural, se consolidaron durante el siglo XX como la base de la matriz energética, tanto por los costos de producción y de transporte como por la multiplicidad de usos. A corto plazo no se prevé un cambio significativo en esta situación, a pesar de lo limitado de los yacimientos o de las consecuencias ambientales de su utilización” (CEFIR en cefir.org.uy).

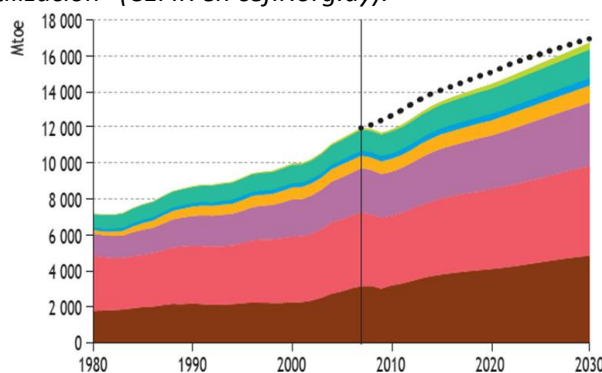


Gráfico 2.1: Evolución del consumo mundial de energía primaria en el escenario de referencia (Mtoe)

Fuente: World Energy Outlook 2009.

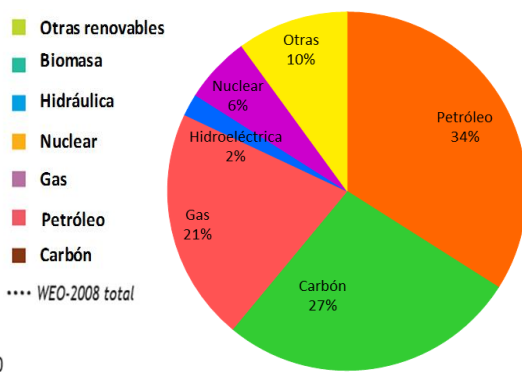


Gráfico 2.2: Matriz energética mundial año 2007

Fuente: DNE-MIEM.

Alcanzar una matriz energética más equitativa desde el punto de vista social y ambiental implica considerar mejoras que alcancen a todos los estratos de la población. *“El consumo de energía en el Mercosur se basa en una matriz altamente dependiente de los combustibles fósiles. Esto es materia de preocupación para los países de la región, debido a las limitaciones al desarrollo que imponen los altos costos de los combustibles fósiles, en particular el petróleo, por representar impactos ambientales de significación, y por la condición de dependencia que produce en países sin reservas propias o con reservas agotables a corto plazo, como es el caso de Paraguay, Uruguay y en cierta medida Argentina.*

[...]

A nivel residencial se ha incrementado el uso de la electricidad, pero la leña sigue siendo importante, sobre todo en las áreas rurales o en los sectores urbanos.

En los últimos años se vienen implementando diversos programas de incentivo al ahorro energético que van desde cambios estacionales en el huso horario hasta una mejora en la eficiencia del consumo energético. La mayor parte de estos planteos se focalizan en el consumo residencial y, especialmente, en el pasaje a una matriz mayormente eléctrica” (CEFIR en cefir.org.uy).

Cabe destacar que desde el año 2008 se ha comenzado a introducir en la matriz energética del país la producción de energía eólica. Se prevé para el 2015 la misma alcance un 6% de la matriz eléctrica del Uruguay (MIEM).

Las causas de la problemática energética mundial son de carácter multidimensional. En la política energética 2005-2030 planteada por la *Dirección Nacional de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Minería* (DNE-MIEM) del Uruguay se establece seis aspectos a considerar:

- 1- Aspecto geopolítico: acceso a fuentes de energía primaria.
- 2- Aspecto tecnológico: acceso a tecnología para transformar la energía primaria en secundaria y útil.
- 3- Aspecto económico: costo de las fuentes y tecnologías para satisfacer la creciente demanda.
- 4- Aspecto ético: alto uso de recursos naturales no renovables.
- 5- Aspecto medioambiental: emisiones humanas de CO₂ e impacto sobre el cambio climático.
- 6- Aspecto social: desigualdad en la distribución y acceso a la energía

Impulsando la integración y promoviendo hábitos de consumo saludable, la política energética sirve de herramienta de desarrollo de equidad social (DNE-MIEM 2010).

El aumento de la demanda energética a nivel mundial y local, implica un desafío individual y colectivo respecto del uso racional de la energía. Uruguay presentó un aumento del consumo energético del “[...] 60% en los últimos 20 años. En el año 2008, el total de la energía importada correspondió al 65% de la oferta total del país. El crecimiento de la demanda energética implicó importaciones de petróleo y derivados del orden del 27% del total de las importaciones [...]” (IMM 2011).

Las fuentes de energía primaria disponibles en la naturaleza deben pasar procesos de transformación para ser aptas para el consumo (Figura 2.3). Dichos procesos puede acarrear consecuencias de contaminación ambiental. El Gráfico 2.3 muestra la matriz energética de Uruguay basada en gran medida en el petróleo (importado), la leña y la energía hidráulica. El Gráfico 2.4 expresa el consumo de energía en ktep según fuentes destacándose los derivados del petróleo, la electricidad, residuos de biomasa y la leña y carbón vegetal. El Gráfico 2.5 muestra el consumo energético en ktep según sector productivo demostrando la alta incidencia del sector industrial, transporte y sector residencial.

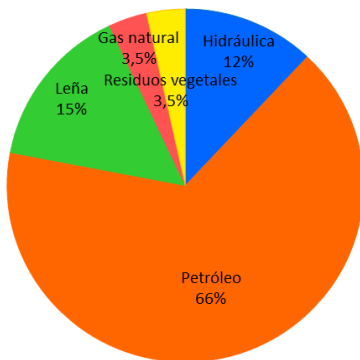


Gráfico 2.3: Matriz energética de Uruguay

Fuente: Elaboración propia con datos Fuente: UTE.

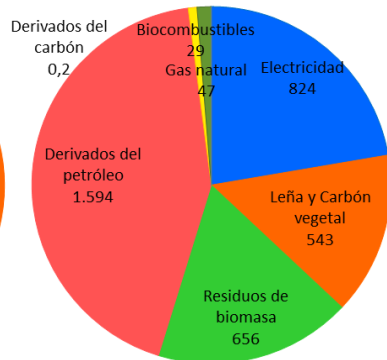


Gráfico 2.4: Consumo energético según fuente de energía en Uruguay, año 2012 (ktep)

Fuente: Elaboración propia con datos del MIEM.

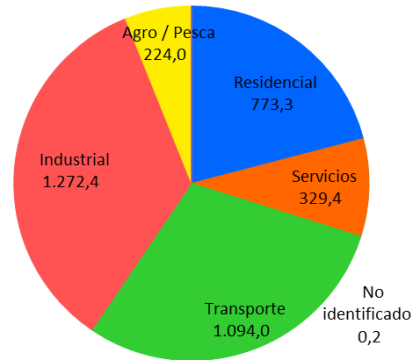


Gráfico 2.5: Consumo energético según sector en Uruguay, año 2012 (ktep)

Fuente: Elaboración propia con datos del MIEM.

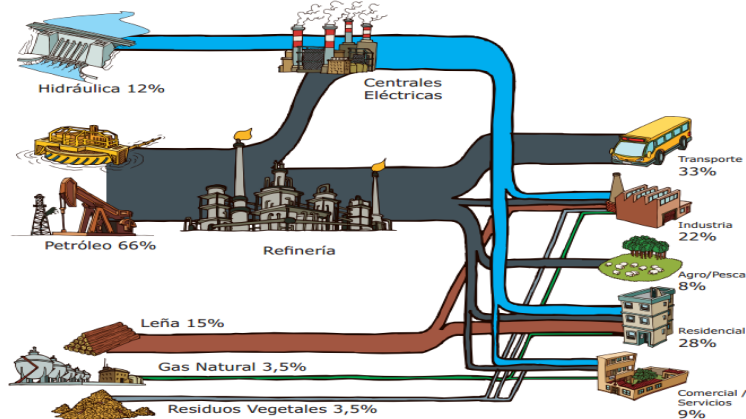


Figura 2.3: Flujo de energía en Uruguay

Fuente: UTE.

2.2.3 La energía en la vivienda

“Los edificios son componentes esenciales de la sociedad y economía. Proporcionan espacios y ambientes seguros y térmicamente protegidos para el desarrollo de la actividad humana. Desde una perspectiva simplemente energética, se puede conceptualizar el edificio, como un producto tecnológico que es diseñado y creado para entregar servicios que demandan energía. El 45% de la energía generada a nivel planetario se utiliza actualmente para calentar, refrigerar, iluminar y ventilar edificios. De ello resulta que el 50% del calentamiento mundial lo produce el consumo de combustibles fósiles en los edificios (The Aalborg Commitments, 1994) [...]” (BOBADILLA 2014).

Puede observarse en la Figura 2.3 que el consumo residencial implica un 28% de la energía consumida en Uruguay, siendo el segundo sector de mayor consumo, empleándose principalmente energías provenientes de fuentes hidráulicas, petrolíferas, leñeras, de gas natural y residuos vegetales.

En la vivienda se requiere energía para diversos usos, como acondicionamiento térmico, agua caliente sanitaria, cocina, electrodomésticos, iluminación. Según el Arquitecto Gerardo Wadel en su documento publicado por la *Fundación Gas Natural Fenosa* presenta que el más del 40% de la energía consumida en la vivienda es destinada a sistemas de calefacción (Tabla 2.1). La *Universidad de Misiones-Argentina*, publicó valores similares, expresando que el mayor consumo energético en las viviendas es producto de los sistemas de calefacción (Gráfico 2.6).

“Desde el punto de vista energético puede considerarse el edificio como un sistema termodinámico, sometido en forma permanente a múltiples y variadas influencias físicas. Sistema limitado por una envolvente o cerramiento diabático a través del cual se intercambia dinámicamente energía y masa, procesos que se conoce como “HAM Transport” [Figura 2.4] (Hartwig M. Kunzel, 1995). Intercambios movilizadas por potenciales de temperaturas, de presiones

Tabla 2.1: Consumo energético en la vivienda

Uso	Energía kWh/año		Emisiones kgCO ₂ /año	
Calefacción	4940,0	42%	992,9	32%
Agua caliente sanitaria	3150,0	27%	633,1	21%
Cocina y horno	1050,0	9%	211,0	7%
Electrodomésticos	2079,9	18%	942	31%
Iluminación	617	5%	280	9%
Total	11837 kWh/año		3059 kgCO₂/año	

Fuente: WADEL 2009.

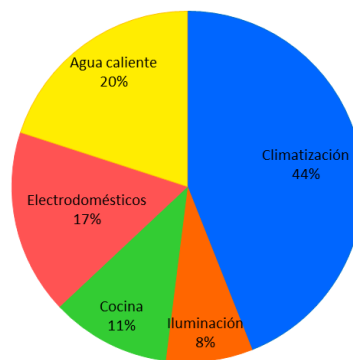


Gráfico 2.6: Uso de energía en la vivienda
Fuente: Elaboración propia con datos de UNaM.

de vapor y de aire, determinados en tipo y cuantía por las variables de clima interior y exterior, y por las instalaciones previstas para el acondicionamiento termoambiental del edificio. Fenómenos que explican la variación ostensible de la demanda de energía de los edificios con el clima y la calidad del diseño y ejecución de su envolvente” (BOBADILLA 2014).

La demanda energética es un indicador que expresa la capacidad de diseño pasivo de un edificio. Según se presenta en el diagrama Sankey en régimen de calefacción (Figura 2.5), “[...] La demanda de calor neta teórica de un edificio se compone de dos partes. La primera, corresponde a las pérdidas por transmisión, determinadas por el diseño constructivo, conductividad térmica y espesor de las capas materiales constituyentes de la envolvente del edificio, sintetizadas normalmente a través del indicador transmitancia térmica U (W/m^2K). La segunda parte se debe a las pérdidas por ventilación, determinadas por los dispositivos previstos para la ventilación, y por las infiltraciones de aire, determinadas a su vez por las propiedades de permeabilidad al aire de la envolvente, caracterizadas usualmente por el indicador $n50$ ($1/h$)” (BOBADILLA 2014).

2.3 Calidad energética

Frente al aumento global del consumo de energía, la eficiencia energética sirve de estrategia de control de la demanda y del consumo. “La experiencia desarrollada por los países que han avanzado en la estructuración de programas de Eficiencia Energética ha demostrado que estos contribuyen a mejorar la seguridad energética, aumentar la competitividad de la economía, generar empleo, incrementar la confiabilidad de los sistemas energéticos, reducir la vulnerabilidad al alza e inestabilidad de los precios de la energía, proteger al consumidor y contribuir a la protección del medio ambiente” (UNIDAD DE PLANEAMIENTO MINERO ENERGÉTICO DE COLOMBIA en www.si3ea.gov.co).

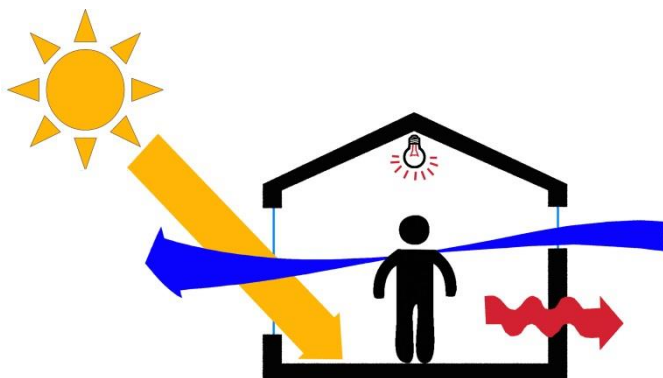


Figura 2.4: Esquema HAM transport
Fuente: BOBADILLA 2014.

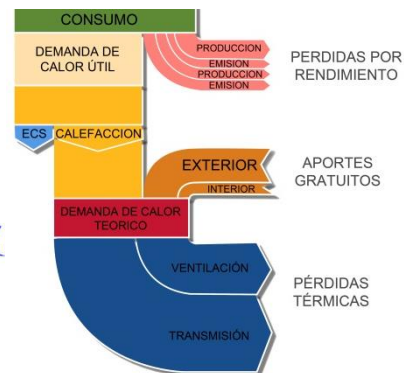


Figura 2.5: Diagrama del balance energético de un edificio tipo en régimen de calefacción
Fuente: BOBADILLA 2014.

“El Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committe IRCC define desempeño energético socialmente aceptable como “la condición que se consigue cuando se logran consumos mínimos óptimos de energía sin degradar el confort interior y bajo impacto ambiental” (IRCC, 1988). [...] la calidad energética de un edificio en relación al clima interior, queda definida cualitativamente en términos de conformidad, por la cantidad de energía que se requiere para lograr confort y, que calidad energética aceptable se consigue cuando se logran desempeños socialmente aceptables” (BOBADILLA 2014).

Para establecer el mínimo óptimo de energía deben involucrarse complejas variables sociales, culturales, económicas y tecnológicas, con el fin de “[...] establecer requisitos mínimos de desempeño energético [lo cual] plantea el problema de optimizar la relación entre el servicio de proveer confort térmico y la cantidad de energía y costos que demanda el edificio para esos fines. La solución precisa siempre armonizar variables de diseño del edificio con variables climáticas, económicas y aspiraciones de calidad.” (BOBADILLA 2014). Frente a las variables presentadas en el diagrama Sankey (Figura 2.5) para reducir la demanda energética debe optimizarse las componentes de pérdidas y ganancias mediante estrategias pasivas. Complementariamente, pueden incorporarse tecnologías que permitan satisfacer valores mínimos óptimos de demanda energética, evaluando sus variables económicas.

La Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) expresa en la normativa de edificios destinados a vivienda que se procura *“promover el uso eficiente de la energía en el departamento, contribuyendo a un desarrollo sostenible y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en los términos del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, aprobado por ley No. 17.279 del 23 de noviembre de 2000.*

Se entiende por uso eficiente de la energía [...] a todos los cambios que resulten en una disminución económicamente conveniente de la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de actividad económica o para satisfacer los requerimientos energéticos de los servicios que requieren las personas, asegurando un igual o superior nivel de calidad y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía” (IMM 2009).

En su política 2005-2030, la Dirección Nacional de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Minería (DNE-MIEM) busca estimular la eficiencia energética mediante el sistema educativo,

promoviendo un cambio en los hábitos de consumo, haciendo uso eficiente de los recursos, sin necesidad de reducir la producción, confort y otras necesidades (DNE-MIEM 2010).

2.4 El rol de la vivienda

2.4.1 La vivienda como refugio

“Desde los comienzos de la humanidad el ser humano ha tenido que enfrentarse al problema de buscar un cobijo para protegerse de las inclemencias climáticas, las agresiones de los animales y la violencia de sus semejantes” (CORTES 1995, p17).

Creada, primeramente, para satisfacer las necesidades más elementales del habitar, se busca que la vivienda garantice niveles de confort y calidad de vida aceptables para los usuarios y actividades desarrolladas. En este sentido, la vivienda es concebida como un producto tecnológico ideado racionalmente para prestar servicios a sus habitantes.

El diseño, construcción y uso de viviendas ha evolucionado a lo largo de la historia, vinculado a aspectos tecnológicos, climáticos, sociales, culturales y económicos, según las formas de vida y actividades humanas desarrolladas.

Al comienzo el Hombre construyó refugios con los recursos naturales disponibles –accidentes geológicos, cuero, paja, madera–. Con la acumulación de experiencias y el avance de las tecnologías, se han experimentado distintas alternativas, para dar respuesta a las necesidades residenciales. El desarrollo de la actividad agrícola, generó paulatinamente estabilidad alimenticia, dando lugar al sedentarismo, la creación de agrupamientos, que con el tiempo se transformaron en ciudades.

Desde la Edad Media, los señores feudales administraban sus latifundios, mientras sus sirvientes trabajaban los feudos a cambio de vivienda y alimentación.

Hasta mediados del siglo XVIII, la vivienda occidental estuvo vinculada al espacio de trabajo. La *Revolución Industrial*, generó cambios en este sentido, afectando las tipologías edilicias, pues con el surgimiento de las fábricas, las ciudades se disgregaron en zonas comerciales, industriales, recreativas y residenciales. La vivienda se vio sumamente degradada. “[...] *Las ciudades crecieron demasiado rápidamente no permitiendo el desarrollo paralelo de los servicios básicos para sus residentes, especialmente en las áreas donde se acomodaban los inmigrantes del campo. Hacia*

finales del siglo XIX las condiciones de habitabilidad alcanzaron sus valores más bajos en toda la historia de la vivienda urbana occidental” (SCHOENAUER 1984, p248).

La urgencia de los problemas sociales y urbanísticos producto de la *Revolución Industrial*, se acentuó a causa de los desastres ocasionados por las guerras mundiales y las inquietudes revolucionarias de la postguerra. En este contexto, surge interés por resolver problemas urbanos y generar calidad de vida, proponiendo nuevas formas de agrupación como la ciudad industrial de Tony Garnier o la ciudad-jardín de Ebenezer Howard. La solución de vivienda para el proletariado fue de las preocupaciones más relevantes para arquitectos y urbanistas de la época.

“No cabe duda que la humanidad a lo largo de la historia se ha enfrentado a la incertidumbre permanente de tener que buscar un sitio en el que protegerse y refugiarse. Sin embargo esta incertidumbre podía resolverse con bastante facilidad en la medida que su solución dependía de la capacidad individual o del grupo y tienen que ser resueltas recurriendo a la actividad especializada de agentes o instituciones” (CORTES 1995, p19).

En Latinoamérica, el concepto de vivienda social, derecho a la vivienda y responsabilidad del Estado en la distribución de estos bienes, son objeto de debate y ocupan un lugar de importancia en las políticas estatales. Uruguay se ha mantenido alineado a las tendencias regionales sobre el rol del Estado en la producción y distribución de viviendas sociales (ver sección 2.4.3 *La vivienda social en Uruguay*).

2.4.2 La vivienda como patrimonio de identidad

“[...] Dentro de todos los activos que una persona puede atesorar y acumular, la vivienda es el más importante al que acceden las economías domésticas [...]” (CORTES 1995, p34). La vivienda es un bien necesario ligado a requerimientos sociales, como espacio de desarrollo de la familia –núcleo elemental de la estructura de las sociedades occidentales– (CORTES 1995).

Por lo general, la compra de la vivienda implica una inversión a largo plazo. *“Dado que [...] es altamente infrecuente en el ciclo de vida de individuos y hogares, y es generalmente la compra de más alto monto que éstos realizan, involucra la necesidad de crédito y está ligada a los mercados financieros. Al acceder a una vivienda se accede también a su entorno inmediato, a la disponibilidad de servicios, de medios de transporte público, etc. Se trata entonces de un bien muy heterogéneo en ubicación, tamaño, calidad, etc [...]”.*

De acuerdo a los mecanismos económicos que se ponen en funcionamiento [en Uruguay] conviene distinguir tres grandes ámbitos: el mercado de vivienda en propiedad, el mercado de vivienda en alquiler, y el conjunto de las viviendas ocupadas por sus moradores (con permiso de sus dueños o no, ubicadas o no en asentamientos irregulares). Los hogares se encontrarán en una de estas situaciones en función del conjunto de oportunidades que los mercados les ofrezcan, de la disponibilidad de viviendas y sus precios, y de los activos y acceso a crédito de que dispongan” (INE 2006, p1-2).

Entonces, la vivienda es un bien patrimonial, inmueble, propiedad de una personería física o jurídica, la cual puede ser adquirida para uso propio o como inversión para alquiler o reventa. *“La vivienda se ha convertido en uno de los activos con mayor valor económico que poseen las personas y familias” (CORTES 1995, p34).* Su adquisición y, sobre todo, las condiciones de compra de la misma tienen gran incidencia en el futuro financiero de las familias, por lo que merece una dedicación de análisis para asumir compromisos económicos afrontables. Debido al importante desembolso que implica la compra de una vivienda, la mayoría de las personas deben acudir a un plan financiación de esta inversión, así como contrastar con la posibilidad de rentar (INE 2006).

La Dirección Nacional de Catastro del Ministerio de Economía y Finanzas (DNC-MEF) del Uruguay, es el organismo que lleva el registro de inmuebles y da valor a cada unidad inmueble catastral en el territorio nacional. *“La categorización de la construcción responde a un conjunto de características constructivas que sirven como patrón de referencia. Entre ellas se destacan la relación entre el número de dormitorios y la superficie construida, y el número de baños según número de dormitorios [...]” (INE 2011, p7).* *“El valor de mercado es la cantidad estimada por la cual, en la fecha de valoración, se intercambiaría voluntariamente una propiedad entre un comprador y un vendedor en una transacción libre [...]. (Normas Internacionales de Tasación - 2000, IVSC (International Valuation Standards Comité))” (INE 2011, p18).*

En la Tabla 2.2 se presentan los criterios de la DNC-MEF para la categorización de una construcción. Según se aprecia, la DNC-MEF evalúa en la categorización y valor catastral de una vivienda a la cantidad de baños, el tipo de cubierta, materiales de construcción, instalaciones complementarias, quedando sin valorar la eficiencia energética de la envolvente.

Tabla 2.2: Categorización catastral de una construcción

Área máxima según número de dormitorios (Sólo Vivienda)						
A	Dormitorios	Área en metros cuadrados				
		Muy buena	Buena	Mediana	Económica	Muy económica
	1	Más de 60	60	50	36	25
	2	Más de 85	85	70	50	36
	3	Más de 105	105	85	63	50
	4	Más de 125	125	100	77	63
	5	Más de 140	140	115	85	77
Número de baños según número de dormitorios (Sólo Vivienda)						
B	Dormitorios	Cantidad de baños				
		Muy buena	Buena	Mediana	Económica	Muy económica
	1	1 + toilet	1	1	1	1
	2	2	1 + toilet	1	1	1
	3	2 + toilet	2	1 + toilet	1	1
	4	3	2 + toilet	2	1	1
	5	4	3	2 + toilet	1	1
Tipo de cubiertas (Viviendas y otros)						
C	Cubierta	Muy buena	Buena	Mediana	Económica	Muy económica
	Liviana	Teja sobre entramado de madera con cielorraso, quincho con múltiples pendientes		Chapa c/cielorraso, quincho simple, teja sobre entramado sin cielorraso	Chapa con cielorraso	Chapa sin cielorraso
	Hormigón armado	Inclinada con múltiples pendientes	Inclinada con tejas	Horizontal o inclinada con aislación o con tejas	Horizontal o inclinada con aislación	Sin aislación
D	Materiales y construcción					
		Muy buena	Buena	Mediana	Económica	Muy económica
		Materiales de alta calidad y muy buena construcción	Materiales de buena calidad y buena construcción		Materiales standard y construcción regular	Materiales pobres y construcción deficiente
E	Instalaciones complementarias					
		Muy buena	Buena	Mediana	Económica	Muy económica
		Calefacción o aire acondicionado, ascensor			No tiene	No tiene

Fuente: INE 2011.

2.4.3 La vivienda social en Uruguay

Históricamente, el sueño de la casa propia ha formado parte del imaginario colectivo de la sociedad uruguaya. El estado ha estimulado fuertemente el acceso a la propiedad privada a todos los sectores de la población, ya sea, mediante beneficios fiscales que estimulan a promotores privados a construir viviendas vendidas a través de préstamos hipotecarios, o bien mediante construcciones estatales concedidas en propiedad a sus habitantes (ARISTONDO 2005).

“En la sociedad colonial, la vivienda estaba incluida dentro de la estructura estamental de la sociedad, y solo tenían derecho a ella los “pobladores” que poseían ese privilegio, cual título de “hijosdalgo de Solar conocido”. El personal de servicio estaba integrado a la estructura familiar y compartía la vivienda del amo [...]” (CONTI 1986, p7). A finales del siglo XIX cambios económicos y políticos dieron lugar a una nueva estructura social, conformada por clases trabajadoras, que determinaron un nuevo ordenamiento territorial. *“Estos factores provocaron una gran necesidad de*

alojamientos en las ciudades que dio como resultado la aparición de las casas de inquilinato y el “conventillo”, nuevo programa arquitectónico que albergó a los sectores de más bajo nivel económico en las peores condiciones de higiene y salubridad, en la mayoría de los casos.” (CONTI 1986, p7).

Para dar solución a estas necesidades, el estado intervino “[...] a través de los estímulos a la acción privada, mediante la exoneración de impuestos nacionales y municipales y al otorgamiento de préstamos destinados a la construcción de viviendas, fundamentalmente canalizado por el Banco Hipotecario del Uruguay creado en 1912” (CONTI 1986, p14).

Según explica la profesora Altaír Jesica Magri “[...] es en 1921 que el Estado impulsó la oferta de vivienda como derecho social creando instituciones, planes y programas de atención universal a la demanda como parte de su proyecto de bienestar. Estimuló a la sociedad promoviendo un estatus de ciudadanía propietaria que alcanzó al 66% de las familias durante la mayor parte del siglo XX. [...] Dos grandes leyes articulan el itinerario de la vivienda en nuestro país: la ley de Derecho a la Vivienda en 1921 y la ley Nacional de Vivienda en 1968. Alrededor de estos cuerpos legales se ha elaborado institucionalidad durante un siglo” (MAGRI 2012). Se crearon múltiples organismos especializados en el área, como la Oficina Técnica de Casas Baratas en 1927, una iniciativa de la Sociedad de Arquitectos del Uruguay, que se ofreció asesoramiento técnico a costos accesibles; la Comisión de Viviendas Obreras en 1935 (posteriormente en 1937 trasladó su misión al Instituto Nacional de Viviendas Económicas, que proveyó tierras y se ocupó parcialmente de la construcción de viviendas para clases trabajadoras; la Comisión Nacional Pro Vivienda Popular en 1940, la cual se centró en el estudio de normas para el ordenamiento integral de la vivienda, formulando en 1946 la *Ley de Centros Poblados*.

En el año 2011 el gobierno uruguayo estableció una nueva *Ley de Promoción de la Vivienda de Interés Social* (Ley 18.795) con el fin de proveer más y mejores soluciones habitacionales, facilitando el acceso a la vivienda a familias de ingresos medios y medios bajos, tanto para compra como para arrendamiento, mediante exoneraciones tributarias a los inversores privados que construyan, reformen o reciclen vivienda de interés social (VIS). Los beneficios tributarios han colaborado con el surgimiento de propuestas de carácter renovador en cuanto a la calidad de la oferta, los espacios comunes y servicios ofrecidos (Figuras 2.6). La gestión de la VIS pasó a estar a cargo de la Agencia Nacional de Vivienda del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial, Medio Ambiente (ANV-

MVOTMA) y el Banco Hipotecario redireccionó su estrategia compitiendo en el sector de créditos inmobiliarios con bancos privados. “[...] *La ley busca conjugar el interés del estado en generar vivienda [...] en barrios y departamentos que cuentan con una buena infraestructura pero donde hoy la oferta de vivienda es escasa y con esto lograr precios más accesibles ya que en el período 2008 al 2012 la construcción de vivienda nueva se direccionó hacia torres suntuosas en desmedro de las torres medianas y económicas (estas representaban aproximadamente el 75% de los metros cuadrados construidos en Montevideo a finales del 90 y en el período 2008 - 2012 pasaron a representar aproximadamente un 25%).*

Previo a la creación de la ley se hizo un diagnóstico donde se detectó una falta de vivienda no sólo cuantitativamente si no también cualitativamente, por lo cual el objetivo de esta ley es mejorar esta situación, generando vivienda nueva y reciclando vivienda existente. Según estudio del BID en Montevideo el déficit de la vivienda es del 26% de los hogares y las condiciones de los créditos hipotecarios son deficitarias en relación a países desarrollados tanto en plazos como en monto financiado. Esta ley favorece nuevos instrumentos financieros para hacer más accesibles los créditos hipotecarios para primera vivienda” (ARTE PROPIEDADES en viviendasocial.com.uy).

Resumidamente hoy en día se puede acceder a una vivienda social mediante los siguientes mecanismos: promoción privada, con los beneficios de la Ley 18.795; construcción de un particular, mediante el plano económico municipal; promoción pública, por construcciones PPT (precio, proyecto, terreno) promovidas por ANV-MVOTMA; cooperativas de vivienda para lo cual el MVOTMA otorga préstamos (Figuras 2.7); realojos de asentamientos; o autoconstrucción, para lo cual el MVOTMA otorga préstamos y planos de vivienda económica.



Figuras 2.6: Nuevos emprendimientos de Viviendas de Interés Social

Fuente: prop.com.uy.



Figuras 2.7: Cooperativas de vivienda

Fuente: MVTOMA.

2.5 Parámetros Climáticos de Uruguay

Uruguay se ubica entre los paralelos 30º y 35º de latitud Sur y los meridianos 53º y 59º de longitud Oeste (Figura 2.8), en una zona subtropical con influencia marítima. Los parámetros climáticos dentro del territorio son relativamente constantes (Tabla 2.3).

El territorio uruguayo se encuentra sobre la placa subterránea sudamericana, presentando alto grado de estabilidad del suelo. Su territorio se compone de una extensa penillanura y no presenta grandes accidentes geográficos. Su litoral costero sobre el Océano Atlántico tiene una extensión de más de 200 km y sobre su red fluvial de 650 km, incluyendo las costas sobre el Río de la Plata.

La clasificación climática de Köppen ubica a Uruguay en una zona templada y húmeda, con precipitaciones todo el año (Figura 2.9). Presenta las cuatro estaciones diferenciadas, aunque veranos e inviernos son cada vez más extensos y extremos, producto del cambio climático.

El régimen de vientos y lluvias del país está influenciado básicamente por dos anticiclones. El primero proviene del océano Atlántico, con dirección predominante del Noreste al Este. Este anticiclón es de carácter semipermanente y acarrea masas de aire tropical cálido y con alto contenido de humedad. El segundo anticiclón viene del Océano Pacífico y transporta aire de origen polar, con dirección del Sudoeste. Las masas marítimas bajas acarrear alto contenido de humedad y las masas continentales tienen menor contenido hídrico (MET URUGUAY en meturuguay.blogspot.com).



Figura 2.8: Ubicación de Uruguay
Fuente: www.planetauruguay.com.

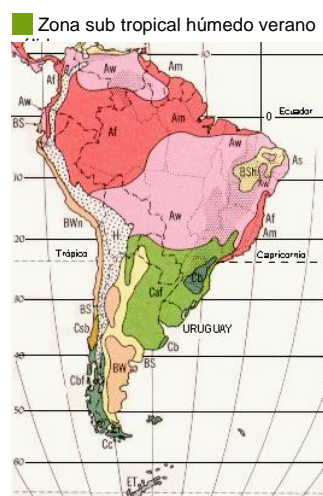
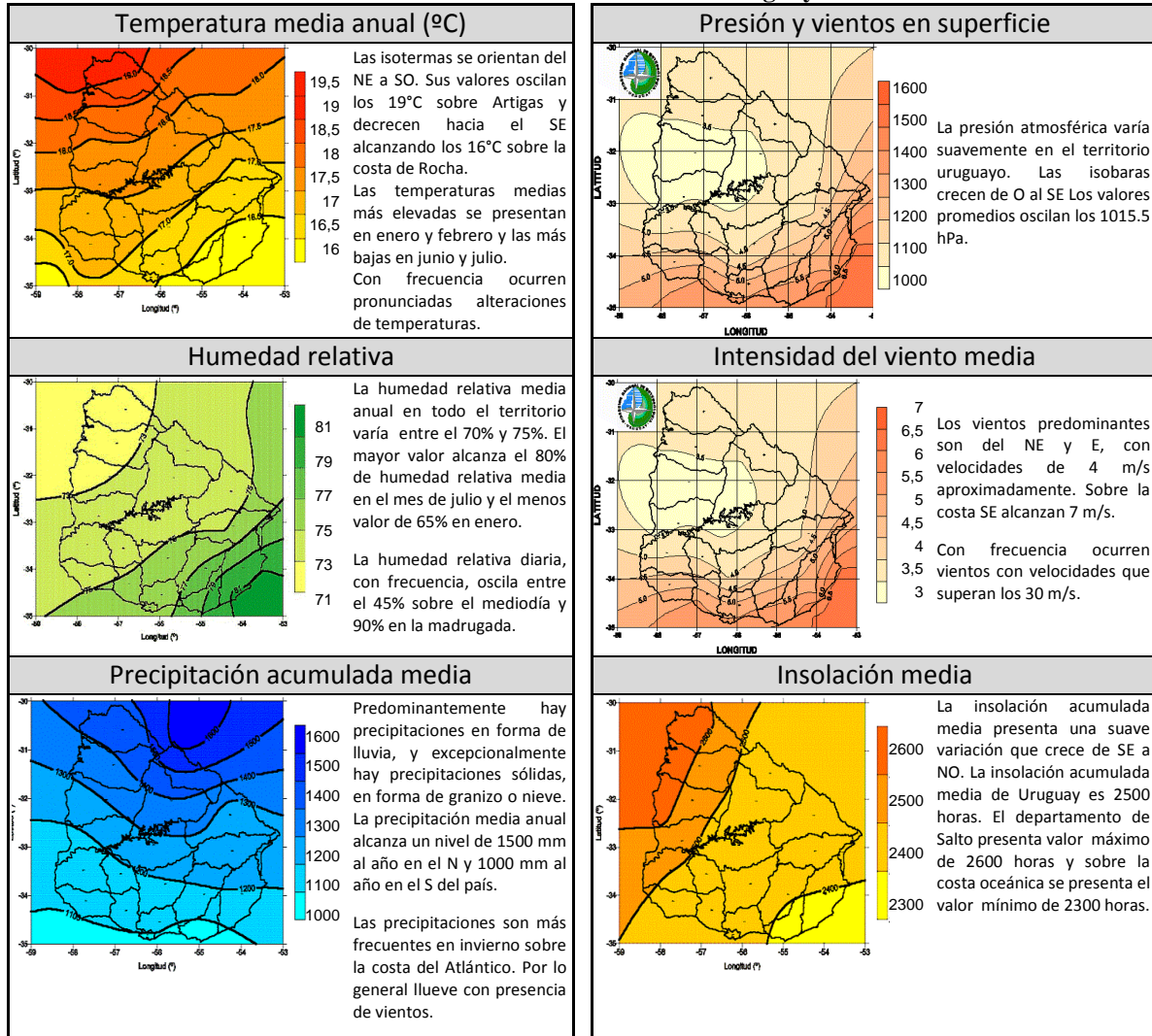


Figura 2.9: Clasificación climática de Köppen
Fuente: campos.caldeyro.com.

Tabla 2.3: Parámetros climáticos de Uruguay



Fuente: Elaboración propia, mapas tomados de www.meteorologia.gub.uy.

Montevideo, capital del Uruguay, es su centro político, económico y demográfico. Se sitúa al Sur del país, con latitud media 34,87 Sur y longitud media 56,17 Oeste (Figura 2.10).

Concentra 1.300.000 habitantes, casi la mitad de la población nacional y su área metropolitana concentra casi 2.000.000 habitantes. Montevideo tiene un tejido hídrico que atraviesa su trama urbana, desembocando en el estuario del Río de la Plata. Su condición costera, provoca corrientes de aire producto de la diferencia de temperaturas entre el agua y la tierra, actúa como moderador de temperaturas y proporciona más humedad a los vientos procedentes del mar. Las brisas marinas atenúan el calor durante el día y las terrestres limitan la irradiación nocturna. A causa de la cercanía del Río de la Plata al Océano Atlántico, presenta cierto grado de salinidad.

En la Tabla 2.4 y Tabla 2.5 pueden observarse los principales parámetros climáticos de Montevideo.

La temperatura media anual alcanza los 16,7°C, en el mes de enero la misma es de 23°C, y en julio 10,9°C. La temperatura máxima media anual es de 21,4°C, en enero es de 28,4°C y en julio de 15°C. La temperatura mínima media anual es de 12,4°C, en enero es de 18°C y en julio alcanza los 7,2°C.

La humedad relativa media anual es de 74%, en enero es de 68% y en julio de 80%. El mes más húmedo del año es junio alcanzando valores de humedad del 82%.

Las velocidades de los vientos son relativamente constantes, con un valor de velocidad del viento horizontal media anual de 3,7 m/s, en enero de 4 m/s, en julio de 3,5 m/s, siendo el mes de mayor velocidad octubre con vientos de 4,2 m/s.

Las precipitaciones son constantes todos los meses del año, oscilando entre 6 y 7 días al mes. Se alcanzan valores de precipitación acumulada media de 1101 mm al año.

Tabla 2.4: Parámetros climáticos de Montevideo

		ESTACION METEOROLOGICA PRADO (MONTEVIDEO)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura Media (°C)	TMED	23	22,5	20,6	17,2	14	11,1	10,9	11,7	13,4	16	18,6	21,3	16,7
Temperatura Máx. absoluta del periodo (°C)	TX	38,8	39,9	36,2	33,6	29,6	26,4	26,8	29,5	30,6	34,2	35,6	40,8	40,8
Temperatura Mínima absoluta del periodo (°C)	TN	9,4	9	5,9	1,4	1	-5,6	-2,6	-2,8	-0,4	3	5	7,6	-5,6
Temperatura Máxima Media (°C)	TXM	28,4	27,5	25,5	22	18,6	15,1	15	16,2	18	20,5	23,7	26,5	21,4
Temperatura Mínima Media (°C)	TNM	18	17,9	16,2	12,9	10,2	7,7	7,2	7,8	9,1	11,5	14,2	16,3	12,4
Humedad Relativa Media (%)	HR	68	69	73	75	78	82	80	77	74	71	71	67	74
Presión Atmosférica (a nivel del mar) (hPa)	P	1010,8	1012,3	1013,8	1015,4	1016,5	1017,1	1018,6	1017,8	1017,9	1015,5	1013,2	1011,4	1015
Tiempo de insolación directa media, acum. (hs)	HS	294,9	230,6	222,8	179,6	164,2	129,7	139,7	164,4	182,3	239	248,9	285,3	2481,4
Presión de vapor, media (hPa)	PV	19	18,8	17,6	14,7	12,5	10,8	10,4	10,6	11,4	12,9	15,2	17	14,2
Velocidad (del viento horizontal) media (m/s)	VEL	4	3,8	3,6	3,3	3,3	3,4	3,5	3,6	3,9	4,2	3,9	4	3,7
Precipitación acumulada por mes, media (mm)	RR	87	101	105	86	89	83	86	88	94	109	89	84	1101
Días con precipitación ≥ 1mm, media	FRR	6	7	6	6	6	7	7	6	6	7	7	6	77

Fuente: www.meteorologia.gub.uv.

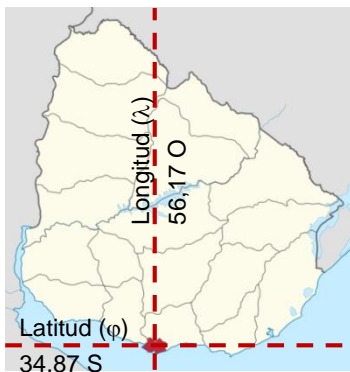


Figura 2.10: Ubicación de Montevideo

Fuente: Elaboración propia.

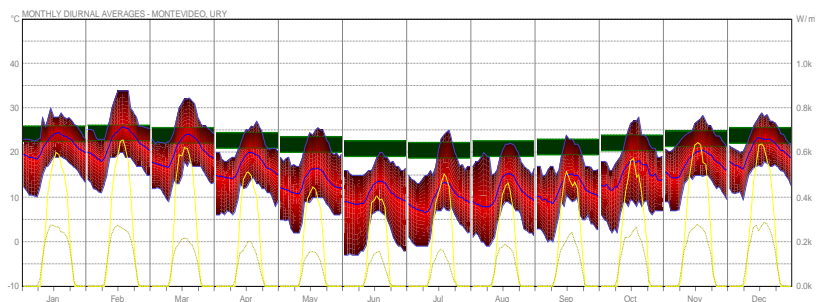


Gráfico 2.7: Promedios diarios mensuales de temperatura y radiación solar en Montevideo

Fuente: Ecotect.

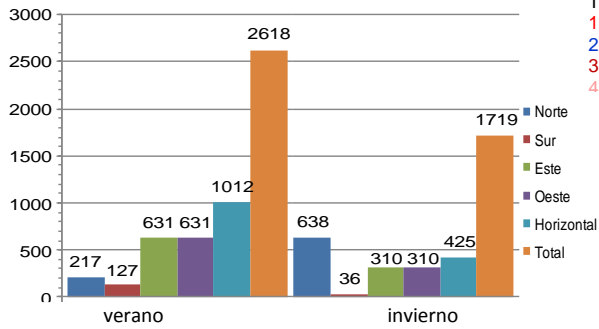


Gráfico 2.8: Radiación solar según fachada en Montevideo

Fuente: Material de clase de *Acondicionamiento térmico* (Facultad de Arquitectura-Universidad ORT-Uruguay).

Técnicas de diseño seleccionadas.

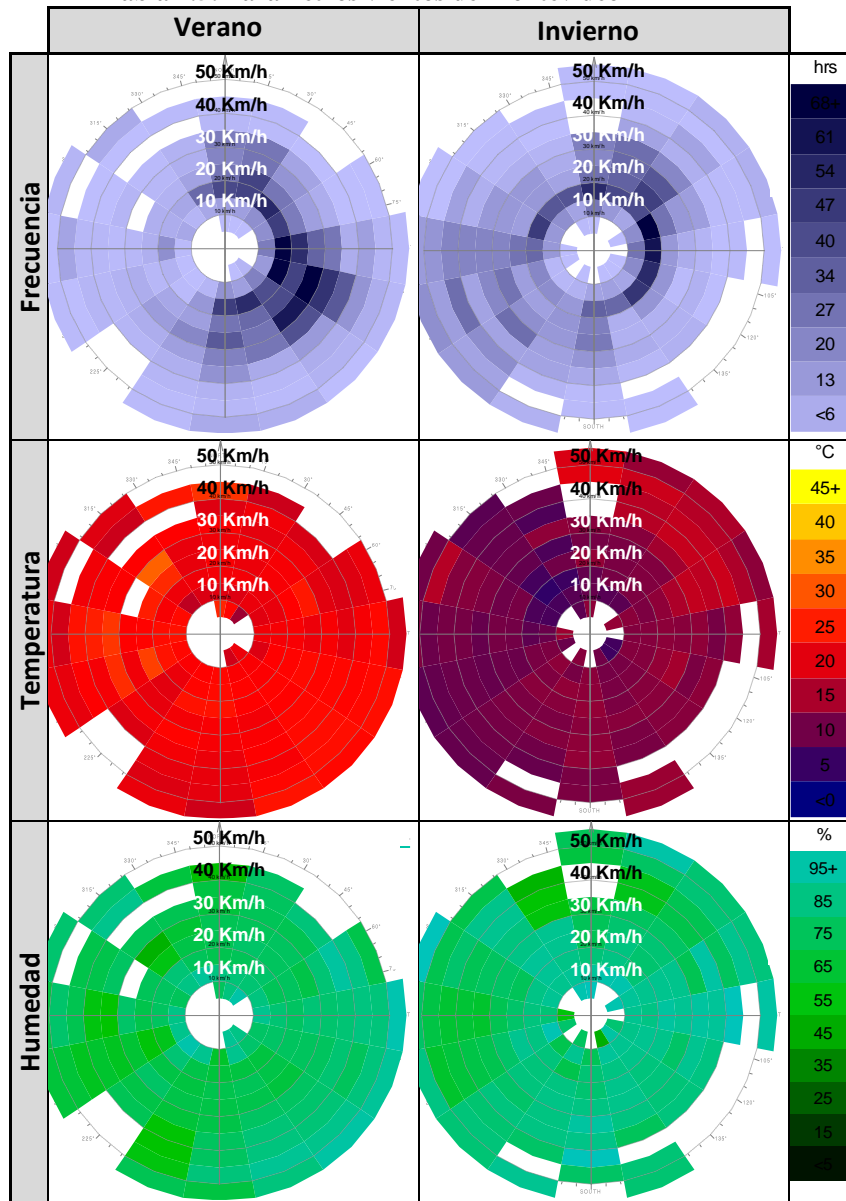
1. Calentamiento solar pasivo
2. Efecto de masa térmica
3. masa expuesta + ventilación nocturna
4. Ventilación natural



Gráfico 2.9: Diagrama de Givoni

Fuente: Elaboración propia y Ecotect

Tabla 2.5: Parámetros vientos de Montevideo



El diagrama de Givoni propone las siguientes técnicas de diseño de acondicionamiento natural para Montevideo:

Calentamiento solar pasivo; ganancia solar directa, orientación de las ventanas al norte; uso de muros de acumulación; generación de espacios de acumulación como invernaderos; techos o soleras de acumulación; efecto de masa térmica; aislamiento térmico exterior, uso de materiales de considerable inercia térmica para acumular el calor y liberarlo con retardo; masa expuesta y ventilación nocturna en verano para refrescar el espacio interior; ventilación natural; ventilación cruzada; y efecto Venturi en verano.

Existen momentos donde las estrategias pasivas de acondicionamiento no logran satisfacer los requerimientos de confort, por lo que debe recurrirse a sistemas activos de acondicionamiento.

En verano los principales vientos proceden del Este y Sudeste. Son movimientos de aire con velocidades predominantes entre 20 y 30 km/h, con temperatura promedio de 25°C y una humedad de 65%.

En invierno los principales proceden del Noreste. Son movimientos de aire con velocidades predominantes entre 20 y 30 km/h, con temperaturas promedio de 10°C y una humedad de 80%.

Durante todo el año existen horas de vientos en todas las direcciones.

Fuente: Elaboración propia con imágenes de Ecotect.

2.6 Base normativa

Aun si se verifica que el uso de estrategias energéticamente eficientes es un instrumento efectivo y rentable, su implementación debe ser promovida por políticas y normativas que incentiven su ejecución y viabilidad, así como concientizar sobre la importancia del cuidado de la energía y sus beneficios.

Frente al desafío de desarrollar programas de eficiencia energética, Uruguay definió en su política energética 2005-2030 lineamientos estratégicos, metas a corto, mediano y largo plazo, líneas de acción para alcanzar dichas metas, y la realización un análisis de situación constante del asunto energético del país.

El gobierno nacional ha promulgado leyes, decretos y resoluciones con el fin de promover la eficiencia energética. Desde el año 2012 la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) exige un formulario de trasmittancia térmica con requisitos mínimos a cumplir para construcciones de obra nueva. El modelo de *Sustentabilidad Ambiental en la Vivienda* (SUAMVI), de la IMM, plantea como primer objetivo contribuir al ahorro y uso eficiente de la energía, actualizando la normativa y creando mecanismos de estímulo para la adopción de medidas eficientes.

El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial, Medio Ambiente (MVOTMA) ha considerado estos lineamientos para la construcción de vivienda en el marco del nuevo Plan Nacional de Vivienda (2010-2014). Para la construcción de vivienda social se requiere el cumplimiento de normas y estándares de requisitos que permiten asegurar adecuadas condiciones de habitabilidad. Los documentos que regulan estos requerimientos son la *Ley de Vivienda*, *Reglamento del Producto*, el *Plan Quinquenal de Vivienda* y el *Documento de Aptitud Técnica* que deben satisfacer los sistemas no tradicionales, así como debe cumplirse la normativa departamental vigente.

El MVOTMA “[...] creó un sistema de otorgamiento de aptitud técnica que permite generar instrumentos de evaluación, técnicos y administrativos para aquellos sistemas constructivos no tradicionales.

El Documento de Aptitud Técnica (DAT) [...] habilita al proponente a ofrecer su sistema constructivo a la población con el fin de construir proyectos a través de los programas de financiación que implementa el ministerio” (MVOTMA en www.mvotma.gub.uy). Dentro de los requisitos de

Habitabilidad y Confort definidos en el documento de *Estándares de desempeño y requisitos para la vivienda de interés social*, se encuentra el criterio de *Trasmitancia y envolvente*. A continuación, se presenta algunos extractos del mismo:

“113.- El desempeño higrotérmico deberá considerar las condiciones de implantación, en relación a las características bioclimáticas del lugar, considerando distintos requisitos que en su interacción generan condiciones de confort en la vivienda” (DINAVI 2011, p. 33).

“HC DH_04 Trasmitancia de la envolvente

150.- Los cerramientos que componen la envolvente deben presentar características térmicas de modo tal que sus valores de trasmitancia no superen los rangos indicados según la ubicación del cerramiento.

151.- Los cerramientos vidriados exteriores deben presentar características que se verificarán mediante la trasmitancia de hueco. La misma se define en función del factor de hueco, siendo éste el porcentaje de área vidriada en relación al área total de la fachada que lo contiene.

04-1 Nivel de desempeño.

152.- El nivel de desempeño exigido será de acuerdo a los valores máximos admisibles de trasmitancia térmica para los casos de muros y de cubiertas, según se establece en la Tabla HC_01.

153.- Se definen dos niveles de desempeño, siendo el nivel mínimo requerido el que se indica como Nivel 1, que corresponde al definido en el Reglamento de Producto (vigente a marzo de 2011), y el Nivel 2, el que corresponde a las condiciones establecidas en la Norma UNIT, incorporada al Digesto Municipal de Montevideo, en su Capítulo de Reducción de la demanda de energía.

Tabla HC_01

Valores máximos de trasmitancia para cerramientos exteriores

<i>Trasmitancia térmica U (W/m²K)</i>	<i>Nivel (1)</i>	<i>Nivel (2)</i>
<i>Muros exteriores</i>	<i>< 1,6</i>	<i>< 0,85</i>
<i>Cubiertas</i>	<i>< 1</i>	<i>< 0,85</i>

154.- Para cerramientos vidriados, los niveles de desempeño se indican en la Tabla HC_02.

Se toma como normativa de referencia la que corresponde al Digesto Municipal de Montevideo.

155.- Para F_h de hasta 25%, corresponde a un vidrio simple para todas las orientaciones, y requiere protección.

Si la orientación es sur, y para el factor de hueco mayor al 25%, la transmitancia de hueco máxima admisible es $2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$, lo que corresponde a doble vidriado hermético.

Solo se admiten dos fachadas con F_h mayor a 60%.

Tabla HC_02

Factor de hueco y Transmitancia en vanos vidriados.

Fh	Trasmítancia hueco máxima admisible (Uh) W/m ² k				Protección Solar (Ps)			
	Orientación preponderante				Orientación preponderante			
	N	E	O	S	N	E	O	S
0 a 25%	Vidrio Simple				Opcional			
>25 hasta 60%	Vidrio Simple		2.8 DVH		SI	SI	SI	Opcional
DVH: doble vidriado hermético								
Fh = porcentaje de área vidriada en relación al área total de la fachada que lo contiene								

04-2 Método de verificación

156.- Se verificará mediante la memoria del cálculo de la propuesta, sobre los cálculos de la transmitancia térmica para los muros exteriores y cubiertas de acuerdo a lo que se establece en la norma UNIT-ISO 6946:2007.

157.- Mediante Ensayos, en los casos de materiales componentes que requieran de ensayos para la determinación de sus propiedades de conductividad térmica, permeabilidad. Mediante cálculos analíticos, en base a las propiedades de los materiales empleados y su organización en el conjunto.

158.- La utilización H-Term, software libre, para la realización de cálculo de transmitancia térmica del cerramiento, será admitida siempre que los materiales del componente, estén incorporados a la base de datos del programa” (DINAVI 2011, pp.37-38).

Capítulo 3. Metodología

Dentro de los enfoques de investigación definidos por Hernandez Sampieri se distinguen el cuantitativo –proceso secuencial y probatorio–, el cualitativo –proceso circular, con etapas vinculan entre sí– y un tercer enfoque mixto (HERNANDEZ S. 2010). Visto las preguntas iniciales del trabajo, que infirieron sobre el valor económico de la eficiencia energética, la relación entre el costo de la vivienda con el costo del acondicionamiento térmico de calefacción en su etapa de uso, así como el modo de estimar este costo, y cuáles son los parámetros locales determinantes para la evaluación, se propuso un enfoque metodológico cualitativo. Éste es un enfoque flexible entre los eventos y su interpretación. Permite un estudio holístico, que considera al objeto de estudio como un todo integral y sin reducirse al estudio de sus partes (HERNANDEZ S. 2010).

3.1 Casos de estudio

Rolf Johansson define la metodología de casos como un nexo entre el positivismo y la hermenéutica, que constituye la base filosófica de las ciencias sociales. Robert Yin transfirió la lógica experimental en el campo de la investigación científica, combinándola con métodos cualitativos, desarrollando el estudio de casos en la dirección del eclecticismo y el pragmatismo (JOHANSSON 2003).

En el proceso cualitativo, la muestra refiere a un conjunto del objeto de estudio sin que éste sea necesariamente representativo de todo su universo. El caso elegido debe ser significativo y de interés para un grupo, comunidad o sociedad. Hernandez Sampieri plantea que el objetivo central de la selección de muestras es que conduzcan a comprender un fenómeno con mayor profundidad, riqueza y calidad de la información que estos proporcionan y no la cantidad, ni estandarización. El propósito de la muestra es centrarse en el tema a investigar, resaltando situaciones, procesos o episodios en un grupo social (HERNANDEZ S. 2010).

En este trabajo, la elección de la vivienda de interés social, como caso de estudio, está sostenida por la creación de la nueva *Ley de Promoción a la Vivienda de Interés Social (VIS)*, la cual ha impulsado el incremento de estas construcciones en el último año. La selección de sistemas constructivos tradicionales y no tradicionales, está sustentada por el aval técnico obtenido con la aprobación de su *Documento de Aptitud Técnica* para la construcción de VIS. La elección de los sistemas de calefacción está respaldada por datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM).

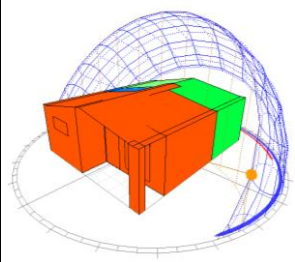
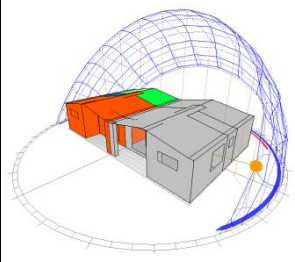
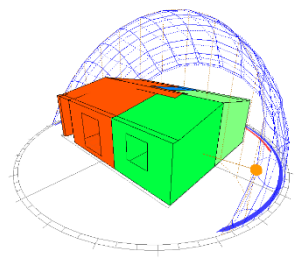
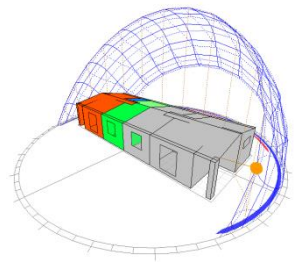
3.1.1 Elección de las tipologías de vivienda

En el año 2012 se percibió una desaceleración del sector inmobiliario del Uruguay que fue equilibrada con la alternativa promovida por la nueva *Ley de Promoción de la Vivienda de Interés Social*. Según el suplemento Café & Negocios del diario El Observador hay quienes “[...] ven en la Ley Nº 18. 795 de Acceso a la Vivienda de Interés Social –que promueve la construcción de viviendas en zonas alejadas de la costa, orientadas a sectores socio-económicos bajos, medios bajos y medios de la población– una oportunidad para que el sector siga en alza” (FAJARDO 2012)).

En la sección 2.4.3 *La vivienda social en Uruguay*, se ha expuesto su relevancia e interés general de la sociedad uruguaya, especialmente para actores del mercado inmobiliario –usuarios, constructores, proveedores, promotores, financistas, etc.–. La vivienda social plantea un contexto que define directrices y supuestos de la investigación.

El MVOTMA facilita proyectos de viviendas económicas para autoconstrucción. Esta investigación se realizó en base a dos de sus prototipos –dos dormitorios frente corto y dos dormitorios frente largo–, y dos alternativas de agrupación –vivienda aislada y vivienda pareada– (Tabla 3.1). Se presenta en las páginas siguientes planos de las cuatro viviendas (Figuras 3.1, Figuras 3.2, Figuras 3.3 y Figuras 3.4). En la Tabla 3.2 se exponen las características físicas de los prototipos de vivienda estudiados.

Tabla 3.1: Casos de estudio: prototipos de viviendas

Vivienda I	Vivienda II	Vivienda III	Vivienda IV
Dos dormitorios frente corto		Dos dormitorios frente largo	
Aislada	Pareada	Aislada	Pareada
			

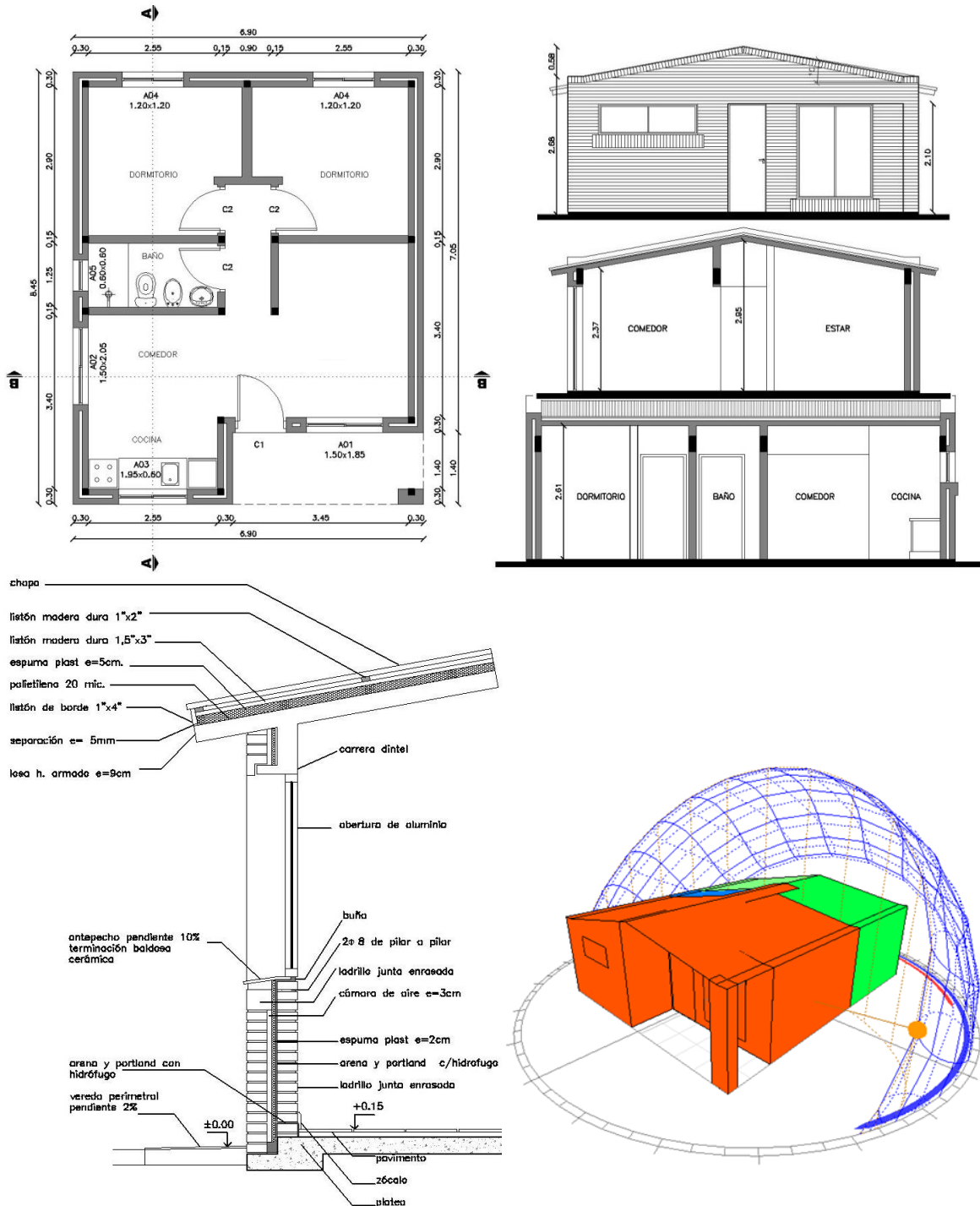
Fuentes: Elaboración propia.

Tabla 3.2: Características físicas de los prototipos de viviendas

	Vivienda I	Vivienda II	Vivienda III	Vivienda IV
Superficie interior de radier (m ²)	42,4	42,4	42,4	42,4
Superficie interior de techos (m ²)	52,9	52,9	52,9	52,9
Superficie de envolvente (m ²)	91,2	64,6	91,2	72,2
Superficie de ventanas (m ²)	9,9	9,9	9,9	9,9
Superficie de puertas exteriores (m ²)	2,1	2,1	2,1	2,1

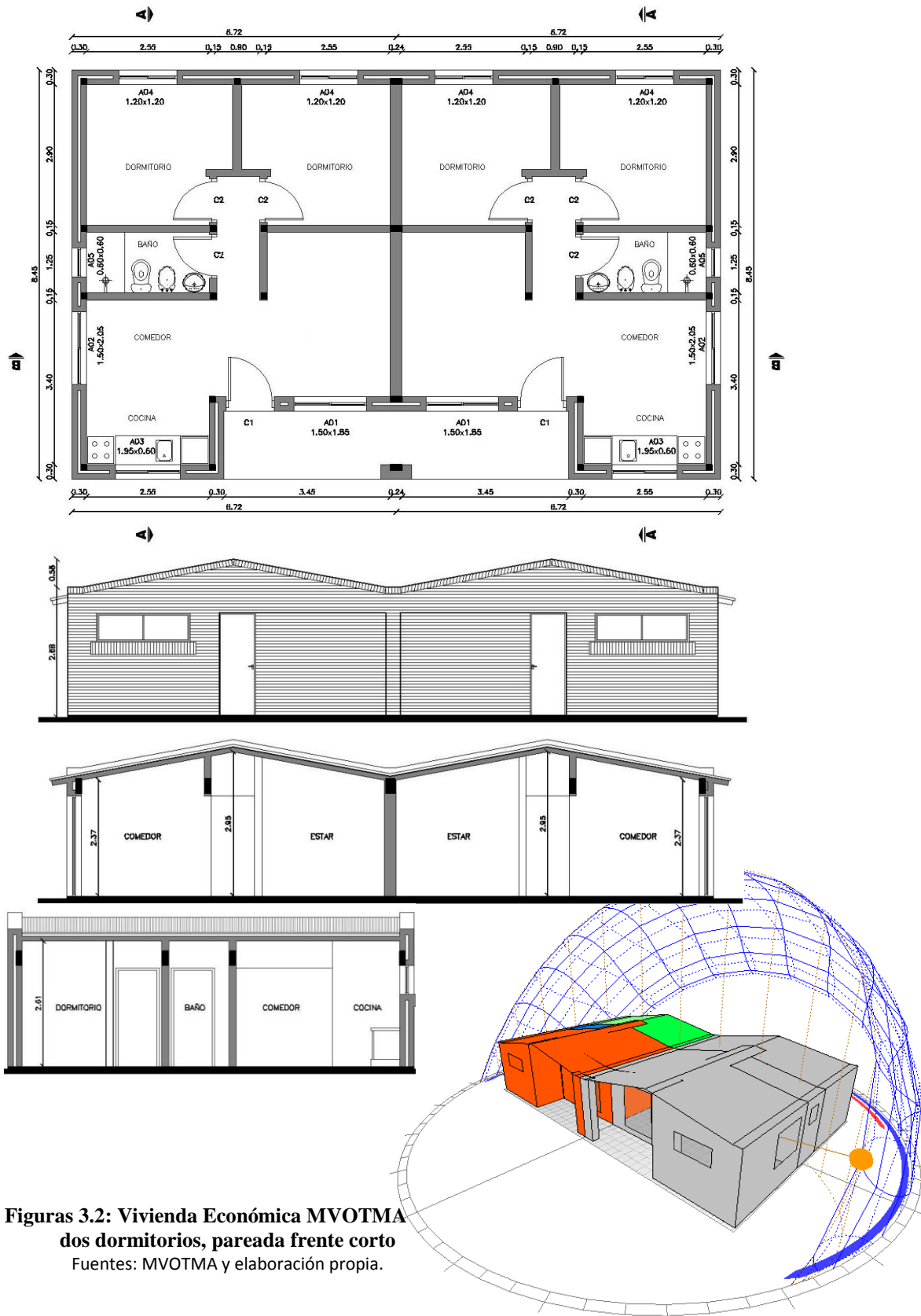
Fuente: Elaboración propia.

Dos dormitorios, frente corto, aislada



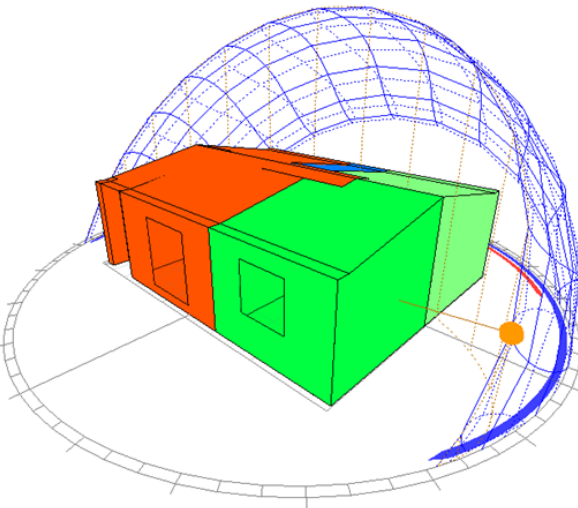
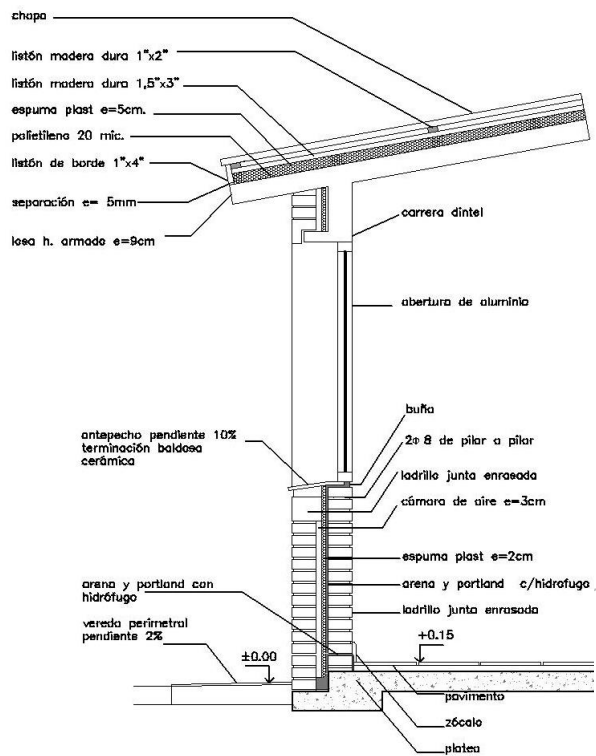
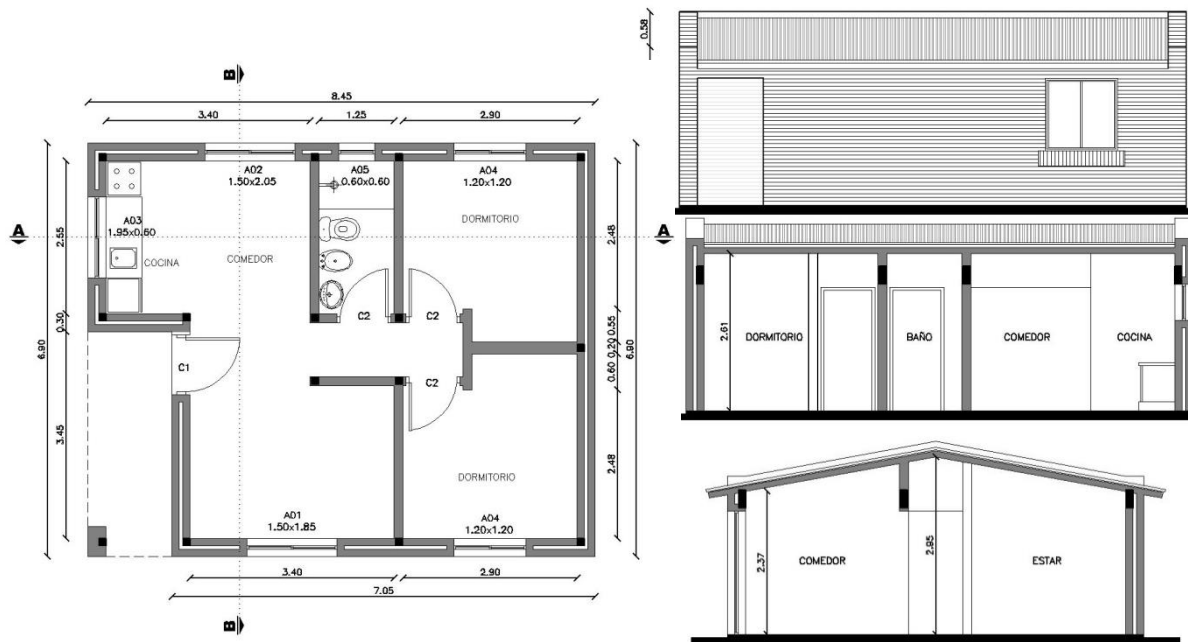
Figuras 3.1: Vivienda Económica MVOTMA dos dormitorios, aislada frente corto
Fuentes: MVOTMA y elaboración propia.

Dos dormitorios frente corto, pareada



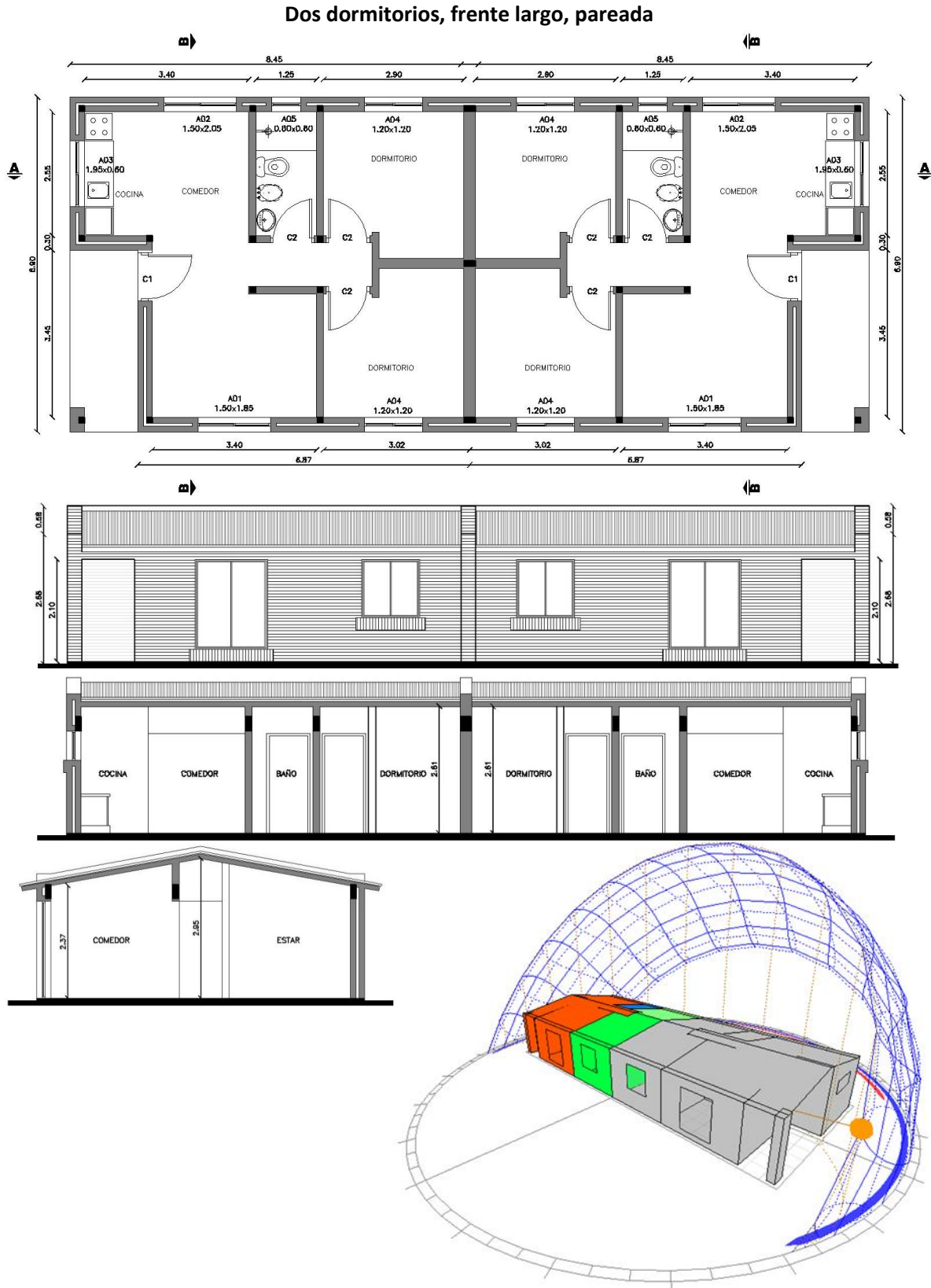
Figuras 3.2: Vivienda Económica MVOTMA dos dormitorios, pareada frente corto
Fuentes: MVOTMA y elaboración propia.

Dos dormitorios, frente largo, aislada



**Figuras 3.3: Vivienda Económica MVOTMA
dos dormitorios, aislada frente largo**

Fuentes: MVOTMA y elaboración propia.



Figuras 3.4: Vivienda Económica MVOTMA
dos dormitorios, pareada frente largo
 Fuentes: MVOTMA y elaboración propia.

3.1.2 Elección de los sistemas constructivos

Los sistemas constructivos elegidos conforman el eje de la evaluación en cuanto a la incorporación de eficiencia energética. La evaluación implica un análisis comparativo, para lo cual se consideró un caso base de referencia y sistemas alternativos. Fundamentado en el *Informe de Divulgación sobre Situación de la Vivienda en Uruguay* (INE 2006), se eligió el caso base acorde a un sistema de construcción tradicional usualmente utilizado para viviendas de nivel socioeconómico bajo. La elección de los casos alternativos se estableció en base al contexto de investigación en torno a la vivienda social, eligiéndose sistemas avalados por las normativas vigentes, ya sea construcción tradicional de muros dobles de ladrillo según proyecto de autoconstrucción del MVOTMA anteriormente presentado, así como sistemas constructivos no tradicionales con *Documento de Aptitud Técnica* aprobado. Los casos alternativos implican de antemano una mejora en las prestaciones térmicas y, consecuentemente, una disminución de la demanda energética en relación al caso base. Las mismas fueron cuantificadas en el 0.

Simulación energética y Capítulo 5. Análisis financiero.

La construcción tradicional uruguaya se caracteriza por ser una construcción húmeda de materiales pesados –bloques cementicios, ladrillos, ticholos para las paredes, y chapa, planchada de hormigón para el techo–. Se puede observar en la Tabla 3.3, Tabla 3.4 y Tabla 3.5 la incidencia de este tipo de construcciones en distintas zonas geográficas del país según el INE.

Tabla 3.3: Hogares según material en paredes de la vivienda por zona geográfica en porcentaje

	Montevideo	Interior urbano	Rural	Todo el país
Ladrillos, ticholos o bloques terminados	91,0%	84,3%	83,0%	87,1%
Ladrillos, ticholos o bloques sin terminar	6,9%	12,5%	11,2%	10,0%
Materiales livianos con revestimiento	0,9%	1,2%	1,1%	1,1%
Materiales livianos sin revestimiento	0,9%	1,5%	2,3%	1,3%
Adobe	0,0%	0,2%	2,0%	0,2%
Materiales de desecho	0,2%	0,3%	0,5%	0,3%

Fuente: INE 2006, p19.

Tabla 3.4: Hogares según material en techos de la vivienda por zona geográfica en porcentaje

	Montevideo	Interior urbano	Rural	Todo el país
Planchada de hormigón con protección (tejas u otros)	61,1%	24,8%	10,7%	39,4%
Planchada de hormigón sin protección	20,9%	22,9%	10,3%	21,2%
Liviano con cielorraso	10,4%	39,4%	59,8%	28,3%
Liviano sin cielorraso	7,3%	11,5%	12,8%	9,8%
Quincha	0,1%	1,3%	6,0%	1,1%
Materiales de desecho	0,3%	0,2%	0,3%	0,2%

Fuente: INE 2006, p20.

Tabla 3.5: Hogares según material en pisos de la vivienda por zona geográfica en porcentaje

	Montevideo	Interior urbano	Rural	Todo el país
Cerámica, parquet, moquete, linóleo	73,6%	41,4%	23,1%	53,9%
Baldosas calcáreas	13,9%	31,1%	25,8%	23,4%
Alisado de hormigón	8,7%	18,8%	37,8%	15,8%
Solo contrapiso sin piso	3,4%	7,9%	9,4%	6,1%
Tierra sin piso ni contrapiso	0,4%	0,7%	3,8%	0,8%

Fuente: INE 2006, p20.

Existen soluciones de construcción tradicional que logran prestaciones normativamente satisfactorias, así como soluciones deficientes. En el *Informe de Divulgación sobre Situación de la Vivienda en Uruguay* (INE 2006) se expresa que las viviendas en Uruguay presentan frecuentes patologías constructivas producto de un desempeño higrotérmico deficiente. *“Las viviendas presentan en forma muy difundida problemas de construcción y conservación. Entre los que afectan a más del 25% de los hogares en todo el país, se encuentra las humedades en los techos o en los cimientos, las goteras y la caída de revoque en paredes o techos. Se observa en forma generalizada mayor deterioro en el interior urbano que en Montevideo, y más aún en el interior rural”* (INE 2006, p52).

Las viviendas con problemas moderados y graves implican el 58,5% del stock edilicio del país (INE 2006). La mayor parte de los problemas en las viviendas pueden deberse a una mala resolución del diseño, a una mala ejecución, a la falta de mantenimiento y al uso de la vivienda.

SCT 1: Se consideró como caso base una construcción de muros de bloques cementicios de 11 cm de espesor y techo de chapa con 3 cm de aislación térmica de poliestireno expandido (Figuras 3.5, Tabla 3.6 a la Tabla 3.10).

En Uruguay se han introducido y desarrollado gran variedad de sistemas de construcción con distintos grados de inserción en el mercado. En la Intendencia Municipal de Montevideo se han inscrito y aprobado diversos sistemas. Con el fin de mantener un mismo contexto, para la elección de los sistemas constructivos alternativos se incorporó al estudio un sistema de construcción tradicional avalado por el MVOTMA en sus prototipos de vivienda para autoconstrucción y sistemas constructivos no tradicionales (SCNT) con *Documento de Aptitud Técnica* aprobado por el MVOTMA. Los SCNT pasaron un proceso de validación, con el fin de garantizar su desempeño respecto de diversos aspectos –seguridad estructural, seguridad frente al fuego, seguridad de uso,



Figuras 3.5: Construcción tradicional a base de bloques de cemento

habitabilidad y confort, entre otros– y son evaluados como sistemas integrales.

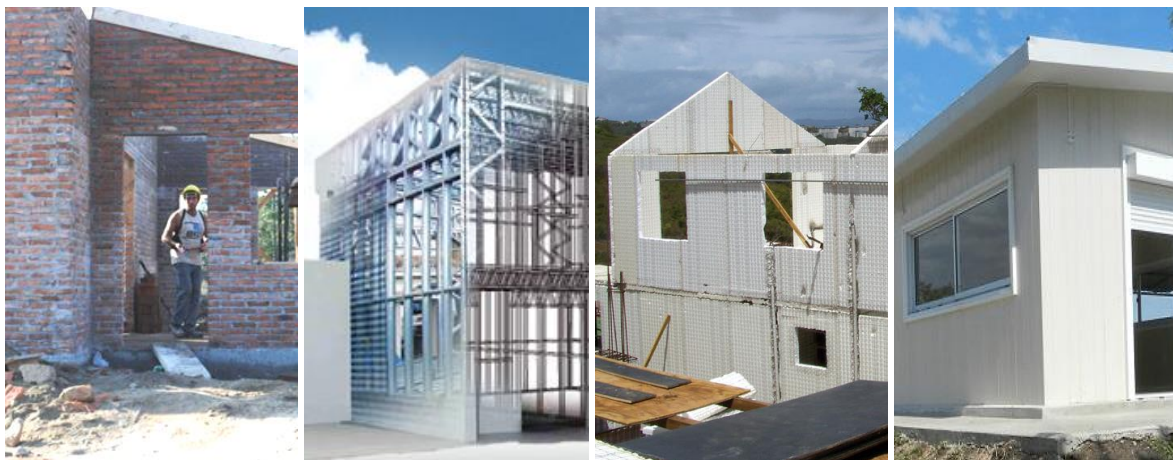
A continuación se describen los sistemas constructivos estudiados como alternativas al caso base (Figuras 3.6). La Tabla 3.6, Tabla 3.7, Tabla 3.8, Tabla 3.9 y Tabla 3.10 presentan los datos técnicos de cada uno de los materiales utilizados en los distintos elementos de muros exteriores, tabiques interiores, muros divisorios y techos. Para ampliar la información se sugiere ver los anexos de la investigación.

SCT 2: Construcción húmeda basada en una envolvente de muro doble de ladrillo de campo, cámara de aire y aislaciones, y techumbre de hormigón armado, capas de aislamiento y cobertura de chapa (ver *Anexo A – SCT*).

SCNT 1: Es un sistema basado en el montaje de una estructura de chapa plegada y la proyección de un mortero a base de yeso, cemento, arena y poliestireno expandido. Permite gran flexibilidad de diseño y buen desempeño térmico, ignífugo, acústico y estructural (ver *Anexo B – SCNT 1*).

SCNT 2: Consiste en la construcción de una envolvente monolítica aislante, compuesta por paneles de muro y losa autoportantes. Los mismos están constituidos por un alma de espuma de poliestireno expandido entre dos capas de mortero armado proyectado in situ (ver *Anexo C – SCNT 2*).

SCNT 3: Es un sistema de paneles y conectores de PVC rellenos de hormigón u otros materiales in situ. Este sistema es utilizado para muros admitiendo cubiertas de otros sistemas constructivos. Las piezas de PVC se fabrican de distintos espesores. Es un sistema abierto versátil y liviano (ver *Anexo D – SCNT 3*).



SCT 2

SCNT 1






SCNT 2

SCNT 3

Figuras 3.6: Sistema constructivo tradicional de doble muro de ladrillo y sistemas constructivos no tradicionales

Fuente: MVOTMA y sitio web de cada sistema.

Tabla 3.6: Características de los distintos sistemas estudiados

	SCT 1	SCT 2	SCNT 1	SCNT 2	SCNT 3
					
Tipo de obra	Estructura y terminación húmeda.	Estructura y terminación húmeda.	Montaje de estructura en seco. Terminación húmeda.	Montaje de estructura en seco y húmedo. Terminación húmeda.	Montaje de estructura en seco y húmedo. Terminación según el caso.
Prefabricación / industrialización	Artesanal, flexible. Adaptable al proyecto. Admite modificaciones insitu.	Artesanal, flexible. Adaptable al proyecto. Admite modificaciones insitu.	Prefabricado en taller. Adaptable al proyecto. Admite modificaciones insitu.	Industrializado, modular, flexible. Adaptable al proyecto. Admite modificaciones insitu.	Industrializado, modular, flexible adaptable al proyecto.
Aprobación para construcción de VIS	No	Proyecto autoconstrucción MVOTMA	DAT aprobado	DAT aprobado	DAT aprobado
Requisitos de durabilidad y mantenimiento	Reparación de patologías constructivas, riesgo de condensación y pintura.	Pintura e imprevistos por ejecución y uso.	Pintura e imprevistos por ejecución y uso.	Pintura e imprevistos por ejecución y uso.	Pintura (según el caso) e imprevistos por ejecución y uso.
Costos iniciales aprox. por m ²	1000 usd / m ²	1400 usd / m ²	1300 usd / m ²	1150 usd / m ²	1250 usd / m ²
Rapidez de montaje	4,5 jornales / m ²	6,2 jornales / m ²	4,2 jornales / m ²	4,0 jornales / m ²	4,1 jornales / m ²
Desmontaje	No previsto.	No previsto.	No previsto.	No previsto.	Puede preverse.

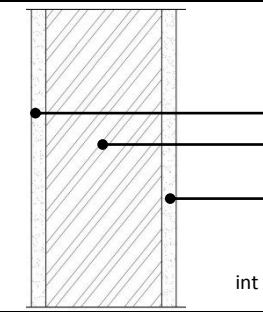
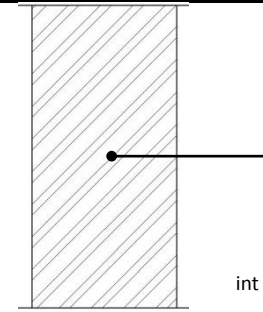
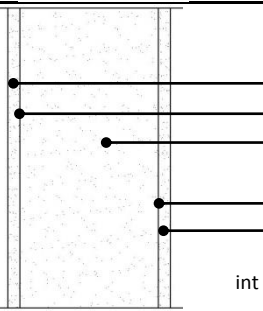
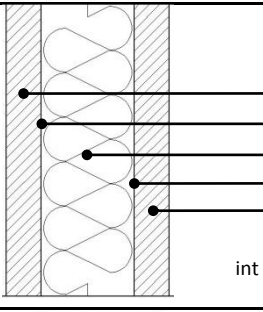
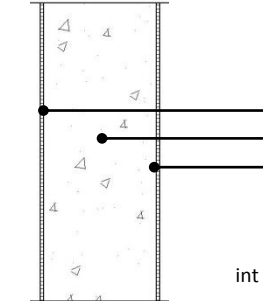
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista con proveedores.

Tabla 3.7: Muros exteriores de sistemas constructivos

		Materiales	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/KgK
SCT 1		1-Mortero exterior	0,015	1,400	34,0	2100,0	920,0
		2-Bloque de hormig. de 8x19x39	0,080	1,000	23,0	1300,0	920,0
		3-Mortero interior	0,015	1,100	34,0	1800,0	920,0
		$U = 3,645 \text{ W/m}^2\text{K}$					
SCT 2		1-Ladrillo de campo	0,120	0,650	8,0	1300,0	750,0
		2-Cámara de aire	0,030	Conv. 1,01	1,0	0,0	0,0
		3-Poliestireno exp.	0,020	0,039	21,0	15,0	1210,0
		4-Hidrófugo	0,010	1,400	1,0	2100,0	920,0
		5-Ladrillo de campo (expuesto a la lluvia)	0,120	0,790	8,0	1300,0	750,0
		$U = 0,829 \text{ W/m}^2\text{K}$					
SCNT 1		1-Acabado SCNT1	0,020	0,349	34,0	1355,0	920,0
		2- Malla electrosol.					
		3-Protección SCNT1 /Estructura metálica	0,140	0,138	34,0	644,0	920,0
		4-Malla electrosol.					
		5- Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,0	1355,0	920,0
		$U = 0,787 \text{ W/m}^2\text{K}$					
SCNT 2		1-Mortero	0,035	1,400	34,0	2100,0	920,0
		2-Malla de acero					
		3-Poliestireno exp.	0,080	0,039	21,0	15,0	1210,0
		4-Malla de acero					
		5-Mortero	0,035	1,100	34,0	1800,0	920,0
		$U = 0,439 \text{ W/m}^2\text{K}$					
SCNT 3		1-PVC SCNT3	0,003	0,160	99,0	1390,0	837,0
		2-Poliestireno exp.	0,030	0,032	21,0	24,0	1210,0
		3-Hormigón	0,064	1,650	24,0	2200,0	920,0
		4-PVC SCNT3	0,003	0,160	99,0	1390,0	837,0
		$U = 0,657 \text{ W/m}^2\text{K}$					

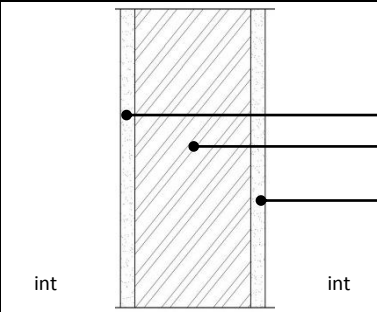
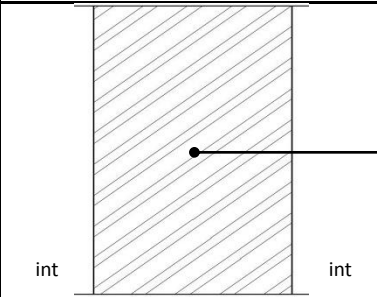
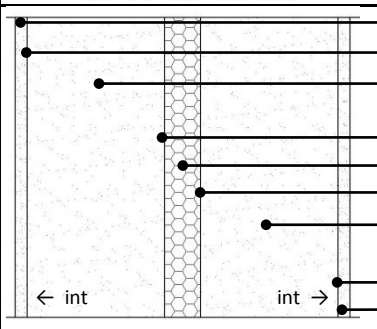
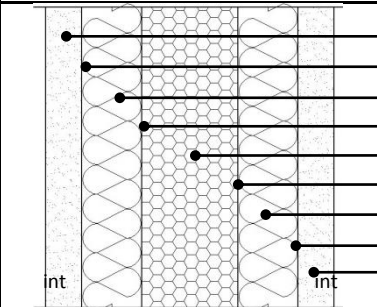
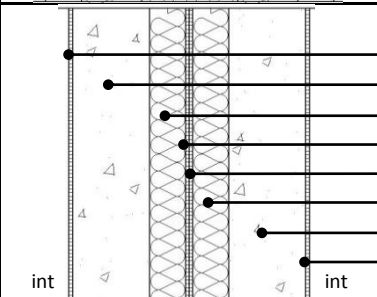
Fuente: elaboración propia en base a datos suministrado por biblioteca de materiales de TAS y proveedores.
 En todos los casos de SCNT los datos fueron aprobados por los proveedores de los sistemas.

Tabla 3.8: Divisiones interiores de sistemas constructivos

			Materiales	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/KgK
SCT 1		int	1-Mortero interior	0,015	1,100	34,0	1800,0	920,0
			2-Bloque de hormig. de 8x19x39	0,080	1,000	23,0	1300,0	920,0
			3-Mortero interior	0,015	1,400	34,0	2100,0	920,0
SCT 2		int	1-Ladrillo e campo	0,120	0,65	8,0	1300,0	750,0
SCNT 1		int	1-Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,0	1355,0	920,0
			2- Malla electrosol.					
			3-Protección SCNT1 /Estructura metálica	0,115	0,138	34,0	644,0	920,0
			4-Malla electrosol.					
			5- Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,0	1355,0	920,0
SCNT 2		int	1-Revoque	0,035	1,100	34,0	1800,0	920,0
			2-Malla de acero					
			3-Poliestireno exp.	0,060	0,039	21,0	15,0	1210,0
			4-Malla de acero					
			5-Revoque	0,035	1,100	34,0	1800,0	920,0
SCNT 3		int	1-PVC SCNT3	0,003	0,160	99,0	1050,0	837,0
			2-Hormigón	0,094	1,650	24,0	2200,0	920,0
			3-PVC SCNT3	0,003	0,160	99,0	1050,0	837,0

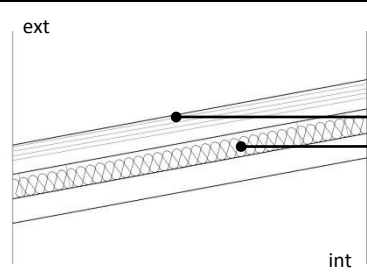
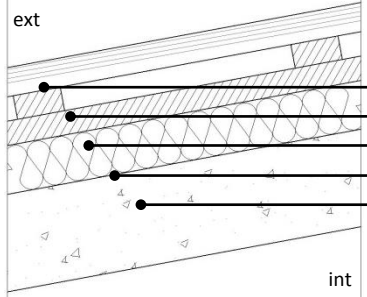
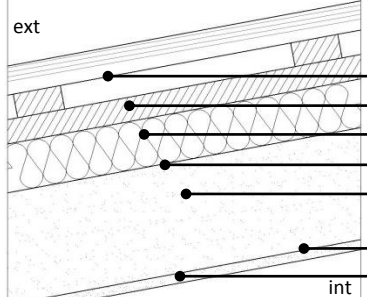
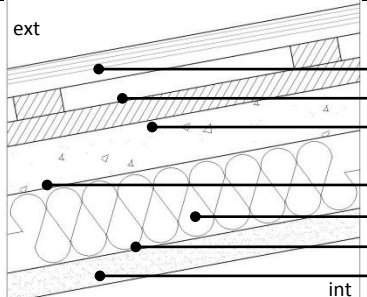
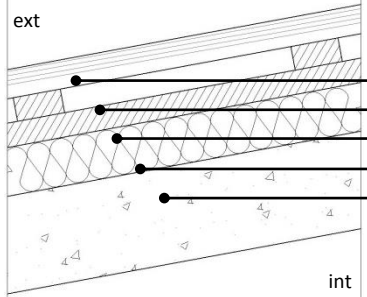
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrado por biblioteca de materiales de TAS y proveedores.
Los datos de SCNT fueron aprobados por los proveedores de los sistemas.

Tabla 3.9: Muros medianero de sistemas constructivos

		Materiales	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/KgK
SCT 1		1-Mortero interior	0,015	1,100	34,00	1800,0	920,0
		2-Bloque de hormig. de 8x19x39	0,080	1,000	23,00	1300,0	920,0
		3-Mortero interior	0,015	1,100	34,00	2100,0	920,0
SCT 2		1-Ladrillo de campo	0,200	0,65	8,00	1300,0	750,0
SCNT 1		1-Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,00	1355,0	920,0
		2- Malla electrosol.					
		3-Protección SCNT1 /Estructura metál.	0,115	0,138	34,00	644,0	920,0
		4-Malla electrosol.					
		5- Lana de vidrio	0,030	0,040	2,88	12,0	833,0
		6- Malla electrosol.					
		7-Protección SCNT1 /Estructura metál.	0,115	0,138	34,00	644,0	920,0
		8-Malla electrosol.					
		9- Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,00	1355,0	920,0
SCNT 2		1-Revoque	0,035	1,100	34,00	1800,0	920,0
		2-Malla de acero					
		3-Poliestireno exp.	0,050	0,039	21,00	15,0	1210,0
		4-Malla de acero					
		5-Lana de vidrio	0,080	0,040	2,88	12,0	833,0
		6-Malla de acero					
		7-Poliestireno exp.	0,050	0,039	21,00	15,0	1210,0
		8-Malla de acero					
		9-Revoque	0,035	1,100	34,00	1800,0	920,0
SCNT 3		1-PVC SCNT3	0,003	0,160	99,00	1390,0	837,0
		2-Hormigón	0,064	1,650	24,00	2200,0	920,0
		3-Poliestireno exp.	0,030	0,032	21,00	24,0	1210,0
		4-PVC SCNT3	0,003	0,160	99,00	1390,0	837,0
		5-PVC SCNT3	0,003	0,160	99,00	1390,0	837,0
		6-Poliestireno exp.	0,030	0,032	21,00	24,0	1210,0
		7-Hormigón	0,064	1,650	24,00	2200,0	920,0
		8-PVC SCNT3	0,003	0,160	99,00	1390,0	837,0

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrado por biblioteca de materiales de TAS y proveedores. Los datos de SCNT fueron aprobados por los proveedores de los sistemas.

Tabla 3.10: Techos de sistemas constructivos

		Materiales	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/KgK
SCT 1		1-Chapa de Zinc	0,0020	112,000	9999,99	7100,0	380,0
		2-Poliestireno exp.	0,0200	0,039	21,00	15,0	1210,0
		U = 1,53 W/m²K					
SCT 2		1-Chapa de Zinc	0,0020	112,000	9999,99	7100,0	380,0
		2-Cámara de aire	0,0500	Conv. 1,77	1,00	0,0	0,0
		3-Poliestireno exp.	0,0500	0,039	21,00	15,0	1210,0
		4-Film de polietileno	0,0002	14,000	0,001	1090,0	2100,0
		5-Losa de HA	0,1000	1,630	24,00	2400,0	920,0
		U = 0,773 W/m²K					
SCNT 1		1-Chapa de Zinc	0,0020	112,000	9999,99	7100,0	380,0
		2-Cámara de aire	0,0500	Conv. 1,77	1,00	0,0	0,0
		3-Poliestireno exp.	0,0500	0,039	21,00	15,0	1210,0
		4- Malla electrosol.					
		5-Protección SCNT1 /Estructura SCNT1	0,1400	0,138	12,00	644,0	920,0
		6-Malla electrosol.					
		7-Acabado SCNT1	0,0100	0,349	12,00	1355,0	920,0
		U = 0,440 W/m²K					
SCNT 2		1-Chapa de Zinc	0,0020	112,000	9999,99	7100,0	380,0
		2-Cámara de aire	0,0500	Conv. 1,77	1,00	0,0	0,0
		3-Carpteta de compresión	0,0500	2,000	34,00	2400,0	920,0
		4-Malla de acero					
		5-Poliestireno exp.	0,0800	0,039	21,00	10,0	1210,0
		6-Malla de acero					
		7-Revoque	0,0350	1,100	34,00	1800,0	920,0
		U = 0,415 W/m²K					
SCNT 3		1-Chapa de Zinc	0,0020	112,000	9999,99	7100,0	380,0
		2-Cámara de aire	0,0500	Conv. 1,77	1,00	0,0	0,0
		3-Poliestireno exp.	0,0500	0,039	21,00	21,0	1210,0
		4-Film de polietileno	0,0002	14,000	0,001	1090,0	2100,0
		5-Losa de HA	0,1000	1,630	24,00	2400,0	920,0
		U = 0,446 W/m²K					

Fuente: elaboración propia en base a datos suministrado por biblioteca de materiales de TAS y proveedores.
 Los datos de SCNT fueron aprobados por los proveedores de los sistemas.

3.1.3 Elección de los sistemas calefacción

Se incorporó al estudio sistemas de calefacción elegidos según criterios estadísticos del INE. La Tabla 3.11 y Tabla 3.12 resumen las modalidades de calefacción y el tipo de energía empleados para el acondicionamiento térmico de viviendas en Uruguay. Se observa el uso predominante de sistemas como estufas, paneles radiantes o similares, tanto en Montevideo como en interior urbano y rural del país. En contraposición, no se aprecia el uso predominante de una sola fuente de energía para calefacción. Se observa que el supergás, electricidad y leña son las fuentes de energía más empleadas respectivamente en Montevideo, a su vez son las energías más usadas para estos fines en el resto de las zonas geográficas del país. *“Se destaca que un 20% de los hogares habita en viviendas sin ningún tipo de calefacción. [...] Mientras en el interior urbano y rural es más frecuente la leña, el supergás es la modalidad más observada en Montevideo” (INE 2006).*

Tabla 3.11: Hogares según medio para calefacción de ambientes por zona geográfica en porcentaje

	Montevideo	Interior urbano	Rural	Todo el país
Estufa, panel radiante o similar	72,5%	76,5%	78,4%	74,9%
Acondicionador de aire	1,7 %	1,8%	0,5%	1,7%
Calefacción central	4,5%	0,4%	0,1%	2,1%
Otro	0,7%	2,2%	3,9%	1,7%
Ninguno	20,6%	19,1%	17,0%	19,6%

Fuente: INE 2006, p31.

Tabla 3.12: Hogares según energía para calefacción de ambientes por zona geográfica en porcentaje*




	Montevideo	Interior urbano	Rural	Todo el país
Electricidad	26,7%	12,7%	5,3%	18,1%
Leña	19,5%	69,0%	88,3%	49,5%
Gas por cañería	2,6%	0,3%	0,1%	1,2%
Supergás	42,2%	15,1%	5,0%	26,2%
Querosene	3,7%	2,6%	1,2%	3,0%
Gas oil o fuel-oil	4,2%	0,3%	0,0%	1,9%
Otro	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%

* En caso que emplee sistema de calefacción.

Fuente: INE 2006, p31.

En base a los datos del INE sobre las fuentes y sistemas de energía mayormente utilizadas en Montevideo, se eligió para el estudio tres sistemas de calefacción en base a supergás, electricidad y leña. Se eligió estufa a cuarzo como sistema eléctrico, salamandra como sistema a leña y estufa con garrafa de 13 kg como sistema a supergás (Tabla 3.13).

Tabla 3.13: Sistemas de calefacción elegidos

Fuente de energía	Sistema		
Electricidad	A	Estufa a cuarzo de 1400 W	
Leña	B	Salamandra	
Supergás	C	Estufa con garrafa de 13 Kg	

Fuente: Elaboración propia con datos del DNE-MIEM.

Para determinar la cantidad de equipos a instalar en cada caso –vivienda y sistema constructivo– se consideró que la demanda quede siempre cubierta, es decir que la capacidad de los equipos puedan cubrir la demanda pico.

Cabe aclarar que en el estudio realizado se analiza la cantidad de calor suministrado por cada sistema según el poder calorífico de la fuente de energía y el rendimiento del equipo, sin considerar en el análisis la calidad de calor y confort que brinda cada una de estas tecnologías. A modo de ejemplo no es la misma la dispersión del calor, los olores y gases generados de cada uno de los sistemas incluidos en el análisis. Tampoco se incluye en este estudio una evaluación de la calidad de las fuentes de energías y su impacto ambiental.

3.2 Simulación energética

3.2.1 Elección de la herramienta

Se realizaron las simulaciones computacionales dinámicas –evaluación hora a hora– con fin de determinar la demanda energética para cada prototipo de vivienda y sistema constructivo según parámetros establecidos en esta sección.

La herramienta de simulación se eligió considerando como criterio el objetivo del análisis a realizar y evaluando las opciones disponibles. Se optó por la herramienta TAS (Thermal Analysis Software). El arquitecto Alex González en su investigación titulada *Evaluación de herramientas de simulación energética*, plantea que TAS tiene buenas prestaciones para la “[...] *evaluación de desempeño ambiental, análisis de ventilación natural, predicción del consumo de energía, análisis de las opciones de conservación y monitoreo*” (GONZALEZ 2012, p95). TAS presenta una buena relación usabilidad-capacidad, “[...] *es fácil de utilizar, cuenta con una gran cantidad de información para su uso, está ampliamente validado y es utilizado en investigaciones científicas. Es capaz de aplicar algunas características del BREEM y LEED*” (GONZALEZ 2012, p100).

TAS es una herramienta originalmente diseñada por la Universidad de Cranfield y desde 1984 es comercializada por EDSL. Está reconocida como software BEEM (Building Energy and Environmental Modelling) y validado por ASHRAE 140-1, EN ISO 13791.

TAS tiene una base de datos climáticos con más de 2500 lugares y es compatible con otros archivos climáticos de formato EPW, WFL y TM2. Cuenta con bases de datos de materiales, de ASHRAE, NCM y TAS, así como permite generar materiales y elementos propios ingresando al sistema una descripción simple o valores detallados de sus propiedades (GONZALEZ 2012).

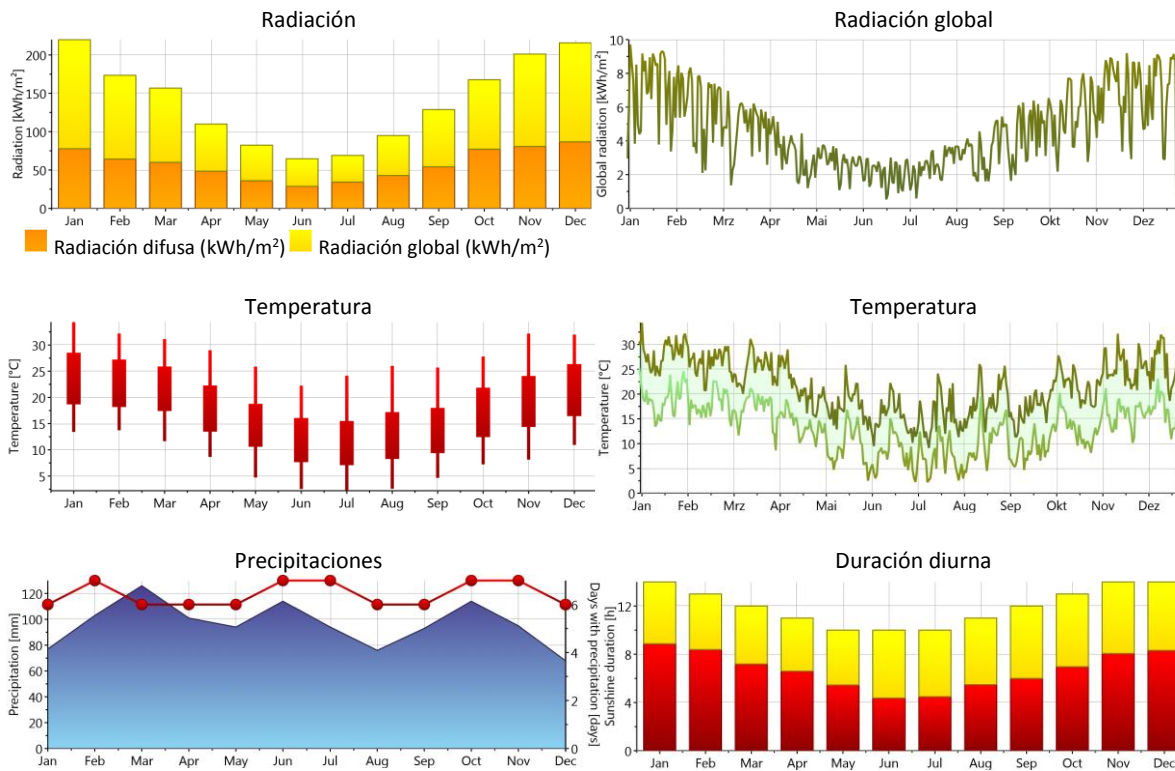
3.2.2 Parámetros climáticos

Los parámetros climáticos de Montevideo, ingresados en las simulaciones realizadas, fueron tomados de la base de datos meteorológica de Meteonorm (Gráficos 3.1). Los datos de emplazamiento son presentados en la Tabla 3.14. Estos parámetros se mantuvieron constantes en todos los casos.

Tabla 3.14: Emplazamiento

Localidad	Latitud	Longitud	Zona Horaria	Orientación
Montevideo	-34,87°	-56,17°	-3,00	↑N

Fuente: Elaboración propia y datos de Meteonorm.



Información adicional:

La incertidumbre de los valores anuales: Gh = 7%, Bn = 14%, Ta = 0,5 ° C

Tendencia de Gh / década: -

Variabilidad de Gh / año: 4,1%

Radiación lugares de interpolación: Colonia (159 km), Buenos Aires (Eze.) (216 km), Buenos Aires (214 km), Oliveros (517 km), Rivera (447 km), Rafaela Airp. (647 km)

Lugares de interpolación Temperatura: MELILLA / ÁNGEL S. AD (12 km), Carrasco (16 km), CAPITAN Corbeta (98 km), Rocha (176 km), DURAZNO / SANTA BERNA (172 km), Buenos Aires Airp. (208 km)

(METEONORM V7.1.1.121)

Gráficos 3.1: Parámetros climáticos de Montevideo

Fuente: Meteonorm.

3.2.3 Zonas térmicas

Tabla 3.15: Zonas térmicas según tipología de vivienda estudiada

<p>Vivienda I</p>		
<p>Vivienda II</p>		
<p>Vivienda III</p>		
<p>Vivienda IV</p>		

Fuente: Elaboración propia en TAS.

3.2.4 Condiciones internas

Se exhiben a continuación una serie de tablas que resumen las condiciones internas –ganancias internas, termostatos y calendarios de uso– de las simulaciones realizadas (Tabla 3.16 a Tabla 3.19). Estos parámetros se mantuvieron constantes en todos los casos analizados. En el *Anexo F – Condiciones internas de las simulaciones*, se presenta de forma ampliada los datos ingresados en TAS.

Tabla 3.16: Resumen de ganancias internas

	Área	Volumen	Ocupantes	Infiltración	Ventilación	Ganancias por iluminación	Ganancias de calor sensible por ocupación	Ganancias de calor latente por ocupación	Ganancias de calor sensible por equipos	Ganancias de calor latente por equipos	Horarios de ocupación
	MVOTMA	MVOTMA		Ashrae	CTEsp + ingemecánica.com	MVOTMA + OSRAM	Ashrae	Ashrae	Building America House Simulation Protocols	Building America House Simulation Protocols	
	m ²	m ³	nº	ach	ach	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	
Acceso	4,9	12,9									sin horarios
Cocina-comedor	22,3	58,8	4	0,5	16,0	8,1	11,6	9,9	14,6	2,4	según zona
Dormitorio 1	8,4	21,9	2	0,5	8,0	10,7	14,3	9,5	20,8	5,7	según zona
Dormitorio 2	8,4	21,9	2	0,5	8,0	5,3	14,2	9,5	20,8	5,7	según zona
Baño	3,2	8,3		0,5	4,0						sin horarios
Horarios de ocupación				24 hs	según zona	según zona	según zona	según zona	según zona	según zona	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.17: Cargas de calor sensible y latente según aparato

Aparato	Electricidad (kWh/año)	Fracción de carga sensible	Fracción de carga Latente
Refrigerador	434	1,000	0,00
Lavarropas	897	0,150	0,05
Diversas	2091	0,734	0,20
Televisión	673	1,000	0,00
Microondas	78	1,000	0,00

Fuente: Elaboración propia según datos del *Building America House Simulation Protocols*.

Tabla 3.18: Termostatos según zona y calendario de uso

		Límite superior de Temperatura	Límite inferior de temperatura	Límite superior de humedad	Límite inferior de humedad	Horarios de ocupación
Cocina-comedor	Semana	25	20	60	0	según zona
	Fin de semana/feriado	25	20	60	0	según zona
Dormitorio 1	Semana	25	20	60	0	según zona
	Fin de semana/feriado	25	20	60	0	según zona
Dormitorio 2	Semana	25	20	60	0	según zona
	Fin de semana/feriado	25	20	60	0	según zona
Baño/Acceso	Semana + Fin de semana/Feriado	100	-10	100	0	sin horarios

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.19: Horarios de ocupación

	Cocina-comedor		Dormitorio 1		Dormitorio 2	
	Días de semana	Fin de semana / Feriado	Días de semana	Fin de semana / Feriado	Días de semana	Fin de semana / Feriado
0-1	0	0	1	1	1	1
1-2	0	0	1	1	1	1
2-3	0	0	1	1	1	1
3-4	0	0	1	1	1	1
4-5	0	0	1	1	1	1
5-6	0	0	1	1	1	1
6-7	0	0	1	1	1	1
7-8	1	0	0	1	1	1
8-9	1	0	0	1	0	1
9-10	0	1	0	0	0	1
10-11	0	1	0	0	0	1
11-12	0	1	0	0	0	0
12-13	0	1	0	0	0	0
13-14	0	1	0	0	0	0
14-15	0	1	0	0	0	0
15-16	0	1	0	0	0	0
16-17	1	1	0	0	0	0
17-18	1	1	0	0	0	0
18-19	1	1	0	0	0	0
19-20	1	1	0	0	0	0
20-21	1	1	0	0	0	0
21-22	1	1	0	0	0	0
22-23	0	0	1	1	1	1
23-24	0	0	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5 Calendarios de uso

Se definieron los días del calendario para adjudicar los horarios de uso según el mismo, estableciéndose dos condiciones: día de semana y fin de semana o feriado.

Tabla 3.20: Calendario de uso

Week	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
1	Jan 01	Jan 02	Jan 03	Jan 04	Jan 05	Jan 06	Jan 07
2	Jan 08	Jan 09	Jan 10	Jan 11	Jan 12	Jan 13	Jan 14
3	Jan 15	Jan 16	Jan 17	Jan 18	Jan 19	Jan 20	Jan 21
4	Jan 22	Jan 23	Jan 24	Jan 25	Jan 26	Jan 27	Jan 28
5	Jan 29	Jan 30	Jan 31	Feb 01	Feb 02	Feb 03	Feb 04
6	Feb 05	Feb 06	Feb 07	Feb 08	Feb 09	Feb 10	Feb 11
7	Feb 12	Feb 13	Feb 14	Feb 15	Feb 16	Feb 17	Feb 18
8	Feb 19	Feb 20	Feb 21	Feb 22	Feb 23	Feb 24	Feb 25
9	Feb 26	Feb 27	Feb 28	Mar 01	Mar 02	Mar 03	Mar 04
10	Mar 05	Mar 06	Mar 07	Mar 08	Mar 09	Mar 10	Mar 11
11	Mar 12	Mar 13	Mar 14	Mar 15	Mar 16	Mar 17	Mar 18
12	Mar 19	Mar 20	Mar 21	Mar 22	Mar 23	Mar 24	Mar 25
13	Mar 26	Mar 27	Mar 28	Mar 29	Mar 30	Mar 31	Apr 01
14	Apr 02	Apr 03	Apr 04	Apr 05	Apr 06	Apr 07	Apr 08
15	Apr 09	Apr 10	Apr 11	Apr 12	Apr 13	Apr 14	Apr 15
16	Apr 16	Apr 17	Apr 18	Apr 19	Apr 20	Apr 21	Apr 22
17	Apr 23	Apr 24	Apr 25	Apr 26	Apr 27	Apr 28	Apr 29
18	Apr 30	May 01	May 02	May 03	May 04	May 05	May 06
19	May 07	May 08	May 09	May 10	May 11	May 12	May 13
20	May 14	May 15	May 16	May 17	May 18	May 19	May 20
21	May 21	May 22	May 23	May 24	May 25	May 26	May 27
22	May 28	May 29	May 30	May 31	Jun 01	Jun 02	Jun 03
23	Jun 04	Jun 05	Jun 06	Jun 07	Jun 08	Jun 09	Jun 10
24	Jun 11	Jun 12	Jun 13	Jun 14	Jun 15	Jun 16	Jun 17
25	Jun 18	Jun 19	Jun 20	Jun 21	Jun 22	Jun 23	Jun 24
26	Jun 25	Jun 26	Jun 27	Jun 28	Jun 29	Jun 30	Jul 01
27	Jul 02	Jul 03	Jul 04	Jul 05	Jul 06	Jul 07	Jul 08
28	Jul 09	Jul 10	Jul 11	Jul 12	Jul 13	Jul 14	Jul 15
29	Jul 16	Jul 17	Jul 18	Jul 19	Jul 20	Jul 21	Jul 22
30	Jul 23	Jul 24	Jul 25	Jul 26	Jul 27	Jul 28	Jul 29
31	Jul 30	Jul 31	Aug 01	Aug 02	Aug 03	Aug 04	Aug 05
32	Aug 06	Aug 07	Aug 08	Aug 09	Aug 10	Aug 11	Aug 12
33	Aug 13	Aug 14	Aug 15	Aug 16	Aug 17	Aug 18	Aug 19
34	Aug 20	Aug 21	Aug 22	Aug 23	Aug 24	Aug 25	Aug 26
35	Aug 27	Aug 28	Aug 29	Aug 30	Aug 31	Sep 01	Sep 02
36	Sep 03	Sep 04	Sep 05	Sep 06	Sep 07	Sep 08	Sep 09
37	Sep 10	Sep 11	Sep 12	Sep 13	Sep 14	Sep 15	Sep 16
38	Sep 17	Sep 18	Sep 19	Sep 20	Sep 21	Sep 22	Sep 23
39	Sep 24	Sep 25	Sep 26	Sep 27	Sep 28	Sep 29	Sep 30
40	Oct 01	Oct 02	Oct 03	Oct 04	Oct 05	Oct 06	Oct 07
41	Oct 08	Oct 09	Oct 10	Oct 11	Oct 12	Oct 13	Oct 14
42	Oct 15	Oct 16	Oct 17	Oct 18	Oct 19	Oct 20	Oct 21
43	Oct 22	Oct 23	Oct 24	Oct 25	Oct 26	Oct 27	Oct 28
44	Oct 29	Oct 30	Oct 31	Nov 01	Nov 02	Nov 03	Nov 04
45	Nov 05	Nov 06	Nov 07	Nov 08	Nov 09	Nov 10	Nov 11
46	Nov 12	Nov 13	Nov 14	Nov 15	Nov 16	Nov 17	Nov 18
47	Nov 19	Nov 20	Nov 21	Nov 22	Nov 23	Nov 24	Nov 25
48	Nov 26	Nov 27	Nov 28	Nov 29	Nov 30	Dec 01	Dec 02
49	Dec 03	Dec 04	Dec 05	Dec 06	Dec 07	Dec 08	Dec 09
50	Dec 10	Dec 11	Dec 12	Dec 13	Dec 14	Dec 15	Dec 16
51	Dec 17	Dec 18	Dec 19	Dec 20	Dec 21	Dec 22	Dec 23
52	Dec 24	Dec 25	Dec 26	Dec 27	Dec 28	Dec 29	Dec 30
53	Dec 31						

Día de semana
 Fin de semana / Feriado

Fuente: Elaboración propia en TAS.

3.2.6 Materialidades

Se presentan a continuación las características técnicas de los materiales que componen los elementos constructivos compartidos en todas las simulaciones, como el radier, marco y hoja de puertas, y marco y hoja de ventanas (Tabla 3.21).

La materialidad de los componentes propios de los sistemas constructivos a estudiar se encuentra en la sección 3.1.2 *Elección de los sistemas constructivos*.

Tabla 3.21: Materialidad de elementos constructivos

Elemento	Material	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m ³	Calor Específico J/KgK	Trasmitancia térmica W/m ² K
Radier	Cerámico	0,015	1,400	99999,00	1900,0	1700,0	10,067
	Mortero simple	0,030	1,100	17,00	1800,0	920,0	
	Hormigón	0,100	1,630	24,00	2400,0	920,0	
Marco de puerta	Madera de pino	0,120	0,104	11,42	410,0	2805,0	0,867
Hoja de puerta	Madera de pino	0,040	0,104	11,42	410,0	2805,0	2,600
Marco de ventana	Aluminio	0,050	204,000	99999,00	2700,0	896,0	
Elemento	Material	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Trasmisión solar	Reflexión solar int/ext.	Emisividad int/ext.
Hoja de ventana	Vidrio simple	0,004	1,200	99999,00	0,820	0,07	0,845

Fuente: Elaboración propia base de datos de TAS.

3.3 Análisis financiero

Una inversión es una transacción mediante la cual se adquieren o contratan bienes y servicios con la intención de conseguir un retorno y beneficios en un periodo de tiempo. Implica la consideración de alternativas, con fin de escoger la más favorable según el interés particular y resultados esperados.

El análisis financiero ayuda a evaluar una inversión actual, pronosticando su desarrollo futuro. Es una técnica utilizada para diagnosticar una situación y perspectivas de la inversión, permitiendo proceder de forma metódica y sistemática, minimizando riesgos.

En este trabajo, el análisis financiero se empleó como herramienta para establecer un parámetro de comparación de las alternativas estudiadas.

Para la determinación de los costos iniciales de las viviendas se solicitó a los proveedores que las cotizaran bajo los mismos requerimientos (ver sección 3.3.6 *Costos iniciales de las viviendas y Anexo G – Cotizaciones de las viviendas según sistema constructivo*). Los costos de equipos se estimaron según fuentes del MIEM (ver sección 3.3.8 *Costos de adquisición y vida útil de equipos de calefacción y Anexo E – Sistemas de calefacción*). Los costos operativos de calefacción se calcularon en la sección 4.3 *Cálculo del consumo*.

Cabe aclarar que cada uno de los supuestos estimados es parte del caso de estudio y la alteración de alguno de ellos afecta el resultado de la evaluación financiera. Se reitera que el objetivo de este trabajo es generar una metodología de análisis y no estudiar el caso concreto.

Los análisis financieros realizados incluyen los siguientes costos e indicadores:

- Costos de las viviendas según modelos de pago contado y financiado.
- Costos de mantenimiento de las viviendas.
- Costos operativos de acondicionamiento térmico según condiciones de uso establecidas.
- Costos de los sistemas de calefacción.
- Horizonte de análisis: 20 años.
- Tasa de descuento: 5,7%.
- Tasa de escalonamiento de la electricidad: 8,35%
- Tasa de escalonamiento de la leña: 5,88%
- Tasa de escalonamiento del supergás: 13,20%

- Costo de oportunidad¹: se considera que la compra de la vivienda no implica la renuncia a otra inversión.

Se evalúan los siguientes indicadores financieros:

- Valor Presente Neto (VPN): valor actual de un pago futuro, calculado según ecuaciones paramétricas que consideran el año del pago y su tasa de descuento.
- Período de repago: tiempo de recuperación de una inversión respecto de un caso base.

3.3.1 Tiempo de Análisis de Ciclo de Vida

El tiempo de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) está relacionado con diversos factores de la evaluación económica. Se vincula con la vida útil y depreciación de los elementos involucrados.

La vida útil de un activo fijo es la extensión en el tiempo del servicio que brinda. Para un inmueble suele estimarse en años. Los factores que la afectan son de carácter físico y funcional. Los factores físicos se relacionan con el desgaste natural de sus componentes constructivos producto del uso de la vivienda, y los factores funcionales con la vigencia operativa y funcional de la misma –ej. cambio en la composición familiar, cambio en el entorno barrial, etc.–.

El tiempo de ACV se estableció en un periodo de 20 años.

3.3.2 Periodicidad del Análisis de Ciclo de Vida

Los costos incluidos en el análisis se han presentado con frecuencia anual.

3.3.3 Tasa de descuento

La tasa de descuento se utiliza para determinar el valor actual de un pago futuro. Se descuenta de una cantidad futura de dinero para obtener su valor en el presente. También puede definirse como el costo de oportunidad sobre la inversión o negocio analizado.

Existen distintos métodos para determinar la tasa de descuento apropiada. En este caso se tomó como referencia la tasa de interés pasiva otorgada por el Banco Central del Uruguay (BCU). Las tasas de interés pasivas son las que los bancos pagan a sus ahorristas. Éstas son distintas en moneda

¹ También conocido como costo alternativo, se refiere a una oportunidad de inversión a la cual se renuncia por elegir otra.

nacional o moneda extranjera. Se optó por trabajar con la tasa pasiva en moneda nacional, equivalente al 5,7%, pues la mayor parte de los insumos materiales, la mano de obra y energía se abonan en moneda nacional. No obstante, el análisis se expresa en dólares.

Tabla 3.22: Tasas de interés pasivas por depósitos a plazo en dólares (%)

Mes	Promedio (*)	Apertura por plazos				
		Plazo <30 días	Plazo ≥ 30 y < 61 días	Plazo ≥ 61 y < 91 días	Plazo ≥ 91 y < 181 días	Plazo ≥ 181 y < 367 días
Abr-2014	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,7

(*) Corresponde al promedio de las operaciones a plazo fijo para totalidad de los plazos, incluyendo los mayores o iguales a 367 días.
Fuente: BCU.

Tabla 3.23: Tasas de interés pasivas por depósitos a plazo en moneda nacional (%)

Mes	Promedio (*)	Apertura por plazos				
		Plazo <30 días	Plazo ≥ 30 y < 61 días	Plazo ≥ 61 y < 91 días	Plazo ≥ 91 y < 181 días	Plazo ≥ 181 y < 367 días
Abr-2014	5,7	6,2	4,0	6,0	6,6	6,4

(*) Corresponde al promedio de las operaciones a plazo fijo para totalidad de los plazos, incluyendo los mayores o iguales a 367 días.
Fuente: BCU.

3.3.4 Tasas de escalonamientos

Tasa de Escalonamiento de la energía eléctrica: 8,35%

Se presenta a continuación dos tablas del pliego tarifario de la compañía eléctrica de Uruguay (UTE). Se deduce un aumento anual del 8,35% (Tabla 3.24 y Tabla 3.25).

No se consideraron en el presente análisis posibles crisis energéticas, así como bajas en el precio de la energía o cambios en la matriz energética del país.

Tabla 3.24: Tarifa residencial simple - febrero 2013

Para los servicios con modalidad de consumo residencial cuya potencia contratada sea menor o igual a 40 kW.	
1. Cargo por consumo de energía:	
1 kWh a 100 kWh mensuales	\$ / kWh 3,476
101 kWh a 600 kWh mensuales	\$ / kWh 4,700
601 kWh en adelante	\$ / kWh 5,390
2. Cargo por potencia contratada	
	\$ / kW 44,50
3. Cargo fijo mensual	
	\$ 137,70

Fuente: Pliego tarifario de UTE.

Tabla 3.25: Tarifa residencial simple - febrero 2014

Para los servicios con modalidad de consumo residencial cuya potencia contratada sea menor o igual a 40 kW.	
1. Cargo por consumo de energía:	
1 kWh a 100 kWh mensuales	\$ / kWh 3,833
101 kWh a 600 kWh mensuales	\$ / kWh 5,007
601 kWh en adelante	\$ / kWh 5,945
2. Cargo por potencia contratada	
	\$ / kW 47,6
3. Cargo fijo mensual	
	\$ 148,3

Fuente: Pliego tarifario de UTE.

Tasa de Escalonamiento de la leña: 5,88%

Respecto del costo de la leña, los datos recabados refieren al *Informe Encuesta Leña 2012* del MIEM, donde se expresa que “Para los años 2010 y 2011 se observa una concentración pronunciada de los precios, en 1600 y 1700 \$U/ton respectivamente, mientras que para el año 2012, la concentración no es tan importante (existe una menor paridad entre los precios), pero en general las compras se realizan a un precio que ronda los 1800 \$U/ton” (MIEM 2012). En base a esto se considera una tasa de escalonamiento de la leña de un 5,88%.

Tasa de Escalonamiento del supergás: 13,20%

Se presenta a continuación una tabla con datos del sitio de la Unión de Vendedores de Nafta del Uruguay (UNVENU), donde indica un aumento del supergás en el último año del 13,20%.

No se consideraron en el presente análisis posibles crisis energéticas, así como bajas en el precio de la energía o cambios en la matriz energética del país.

Tabla 3.26: Cotizaciones de precios de combustibles - enero 2013 - enero 2014

	10/01/2013	09/01/2014
Gasolina Super 95E SP	\$37,00	\$41,80
Gasolina Premium 97E SP	\$38,40	\$43,40
Gasoil	\$35,30	\$39,90
Gasoil Especial 50-S	\$44,90	\$50,80
Queroseno	\$26,28	\$30,30
Supergás	\$29,15	\$33,00

Fuente: Elaboración propia con datos de UNVENU.

Valor del dólar: 21,89 \$/usd

Se consideró el valor del dólar promedio de los últimos doce meses.

Tabla 3.27: Valor del dólar – últimos 12 meses

mes	\$/usd
jun-13	20,68
jul-13	21,07
ago-13	21,86
sep-13	22,15
oct-13	21,64
nov-13	21,35
dic-13	21,36
ene-14	21,66
feb-14	22,37
mar-14	22,64
abr-14	22,85
may-14	23,02
Promedio	21,89

Fuente: BCU.

3.3.5 Costo de oportunidad

Se consideró que el comitente tiene los recursos para financiar cualquiera de las alternativas presentadas. En caso de optar por una solución de menor costo inicial se supuso que el dinero será invertido en un proyecto de igual rentabilidad a la tasa de descuento supuesta en este informe.

3.3.6 Costos iniciales de las viviendas

Se cotizaron las viviendas concebidas con sistemas constructivos tradicionales según costos actuales del mercado y se solicitó a los proveedores de SCNT que coticen la construcción de cada tipología de vivienda bajo el supuesto que se construirían 20 viviendas del mismo tipo.

La Tabla 3.28 resume los costos unitarios de las viviendas. En el *Anexo G – Cotizaciones de las viviendas según sistema constructivo* se presentan las cotizaciones de cada vivienda según sistema constructivo y tipología.

Tabla 3.28: Cuadro resumen de costos iniciales de las viviendas

	Vivienda I		Vivienda II		Vivienda III		Vivienda IV	
	Costo (usd)	Costo (usd/m ²)	Costo (usd)	Costo (usd/m ²)	Costo (usd)	Costo (usd/m ²)	Costo (usd)	Costo (usd/m ²)
SCT 1	48.227	1.020	47.263	999	48.227	1.020	47.745	1.009
SCT 2	66.448	1.405	64.262	1.359	66.448	1.405	65.355	1.382
SCNT 1	61.644	1.303	60.563	1.280	61.644	1.303	61.104	1.292
SCNT 2	54.401	1.150	53.744	1.136	54.401	1.150	54.073	1.143
SCNT 3	61.095	1.292	61.095	1.292	61.095	1.292	61.095	1.292

Fuente: Elaboración propia + proveedores.

Se consideró para el análisis financiero dos formas de adquisición de las viviendas. La primera según un supuesto de pago contado, entendiendo que representa un análisis simulado que permite evaluar la rentabilidad de la incorporación de soluciones de eficiencia energética. La segunda según un pago financiado por medio del simulador de créditos del Banco Hipotecario del Uruguay (BHU). El plan de financiamiento permite un pago inicial mínimo del 20% y el resto en financiación hasta en 300 cuotas mensuales con una tasa de interés del 6%. Para el estudio se consideró la financiación del 80% del costo de la vivienda a 20 años. Si bien el pago de la cuota es mensual, se consideró simplificada para el análisis la suma de las 12 cuotas como una anualidad.

3.3.7 Costos de mantenimiento de las viviendas

El costo de mantenimiento de las viviendas se estimó como un costo anual. Se consideró trabajos de pintura, mantenimiento y reparaciones menores. Como base se estimó para las viviendas concebidas con los SCT 2, SCNT 1 y SCNT 2 usd 500 al año, para el SCNT 3 usd 300 al año, por no requerir trabajos de pintura en las paredes y para el SCT 1 se estimó en usd 900 al año, por las posibles patologías producto del riesgo de condensación del sistema.

3.3.8 Costos de adquisición y vida útil de equipos de calefacción

La siguiente tabla presenta los costos y vida útil de los equipos de calefacción considerados.

Tabla 3.29: Costo y vida útil del sistema de calefacción

Fuente de energía	Equipo	Costo del equipo	Vida útil
Electricidad	A Estufa a cuarzo de 1400 W	50 usd	5 años
Leña	B Salamandra	408 usd	25 años
Supergás	C Estufa con garrafa de 13 Kg	204 usd	10 años

Fuente: Elaboración propia con datos del DNE-MIEM.

3.3.9 Costos operativos de las viviendas para cubrir la demanda de calefacción

En el 0.

Simulación energética se determinó para cada caso la demanda energética de calefacción y el consumo de energía según el sistema de acondicionamiento elegido. La Tabla 3.30 presenta los poderes caloríficos, rendimientos y costos de la energía de los sistemas empleados.

Tabla 3.30: Equipos de calefacción

Equipo	Poder Calorífico Inferior²	Rendimiento	Costo de la energía
A Estufa a cuarzo de 1400 W	860Kcal/kWh	100%	0,21usd/kWh
B Salamandra	2700Kcal/kg de leña	40%	0,14usd/kg de leña
C Estufa con garrafa de 13 Kg	10830Kcal/kg de supergás	85%	1,51usd/kg de gas

Fuente: Elaboración propia con datos del MIEM, SEG INGENIERÍA y EVISOS.COM.

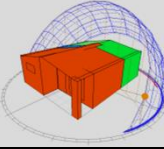
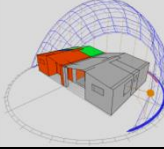
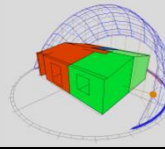
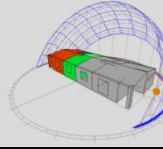
² El Poder Calorífico Inferior (PCI) es la cantidad de calor desprendido de la combustión sin considerar el calor latente del vapor de agua generado.

Capítulo 4. Simulación energética

4.1 Resumen de la simulación energética

Según los parámetros establecidos en el capítulo anterior se realizaron las 20 simulaciones computacionales en TAS. En la Tabla 4.1 se resumen los resultados de demanda energética de calefacción anual obtenidos. Los mismos están expresados en kW. Adicionalmente se presenta la demanda por metro cuadrado como indicador de demanda energética, expresado en kW/m².

Tabla 4.1: Cuadro resumen de Dc de las viviendas según sistema constructivo

Sistema constructivo	Vivienda I		Vivienda II		Vivienda III		Vivienda IV	
								
	Demanda Anual		Demanda Anual		Demanda Anual		Demanda Anual	
	kW	kW/m ²	kW	kW/m ²	kW	kW/m ²	kW	kW/m ²
SCT 1	5928	140	5505	130	5878	139	5366	127
SCT 2	4172	98	4082	96	4152	98	4074	96
SCNT 1	4152	98	4045	95	4115	97	4014	95
SCNT 2	3982	94	3919	92	3950	93	3896	92
SCNT 3	4146	98	4053	96	4122	97	4034	95

Fuente: Elaboración propia.

Se presentan en las próximas páginas una serie de gráficos que ilustran los resultados de demanda de calefacción hora a hora, según las simulaciones energéticas realizadas.

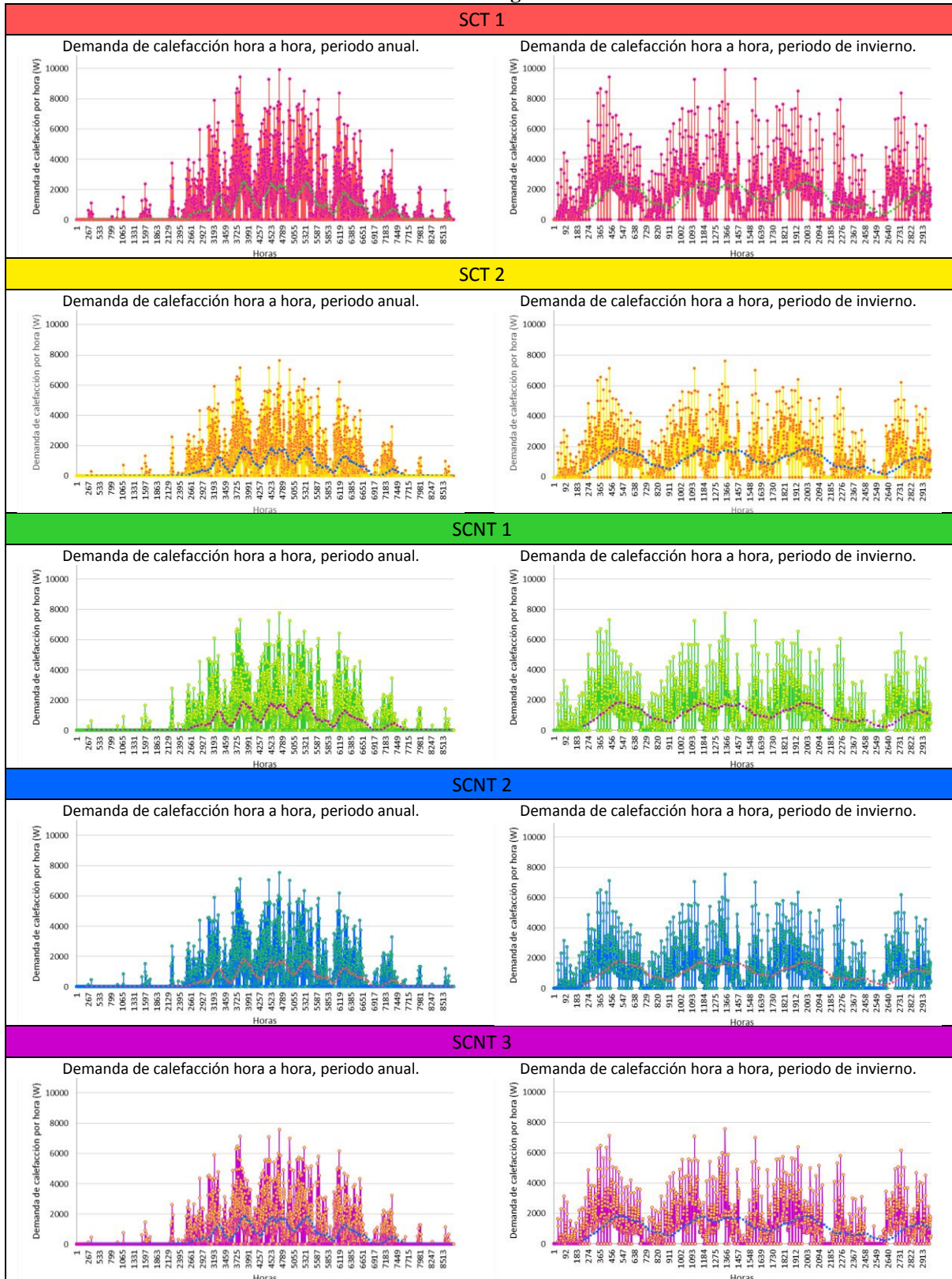
En la primera columna de las tablas se expresan los resultados para todo el año y en la segunda se hace un recorte expresándose los resultados para el periodo de invierno definido desde el 21 de marzo al 21 de setiembre.

Se observa que los gráficos guardan relación “de forma” en todos los sistemas constructivos y en todas las tipologías. Varía la magnitud de las demandas. Esto se debe a que las condiciones internas y calendarios de uso, se mantienen constantes, variando únicamente los componentes opacos de la envolvente.

En la sección 4.2 *Análisis de resultados de demanda energética* se realiza una comparación analítica de los casos estudiados.

Vivienda I

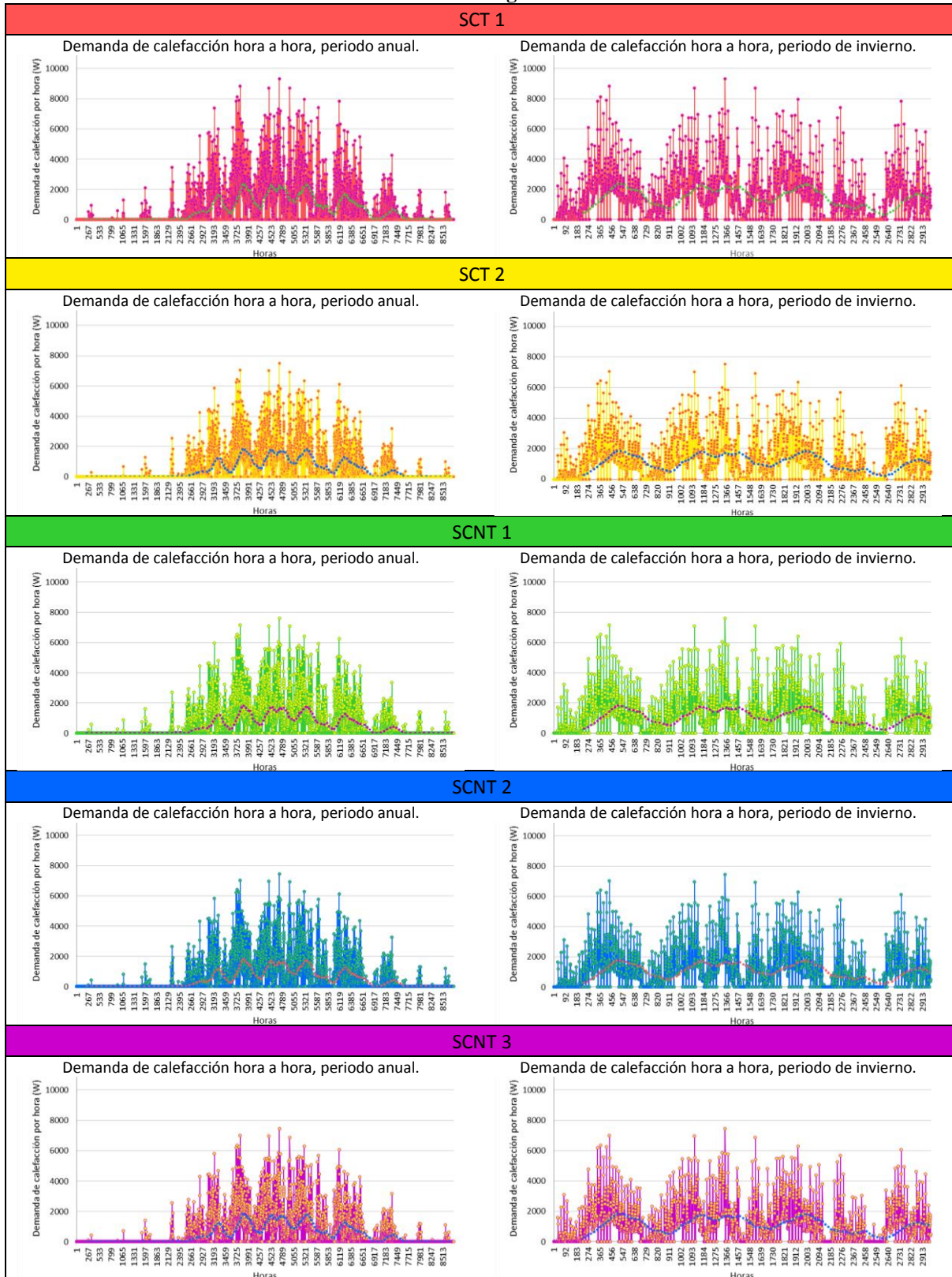
Tabla 4.2: Resultado de simulación de De según sistema constructivo – Vivienda I



Fuente: Elaboración propia.

Vivienda II

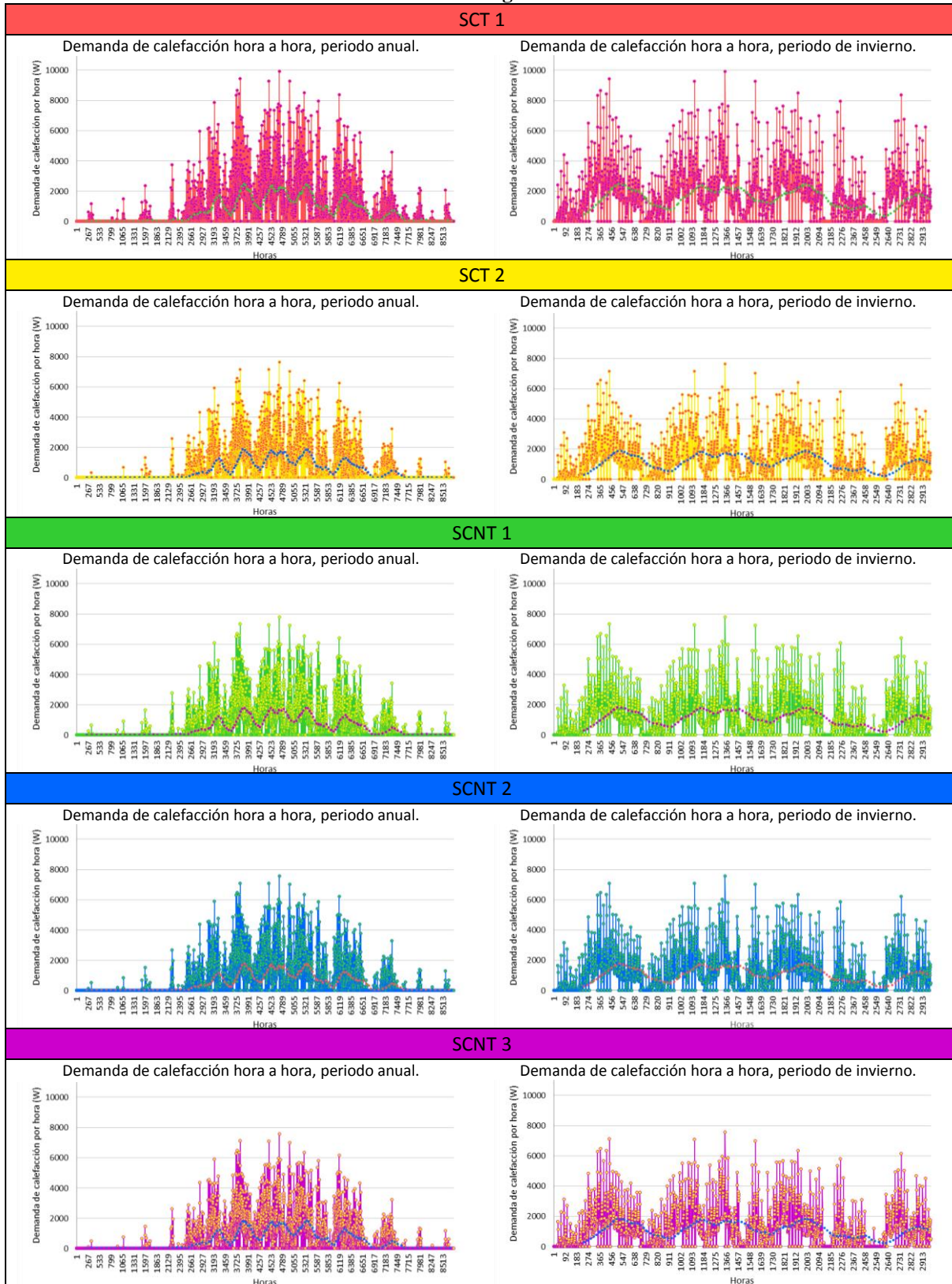
Tabla 4.3: Resultado de simulación de Dc según sistema constructivo – Vivienda II



Fuente: Elaboración propia.

Vivienda III

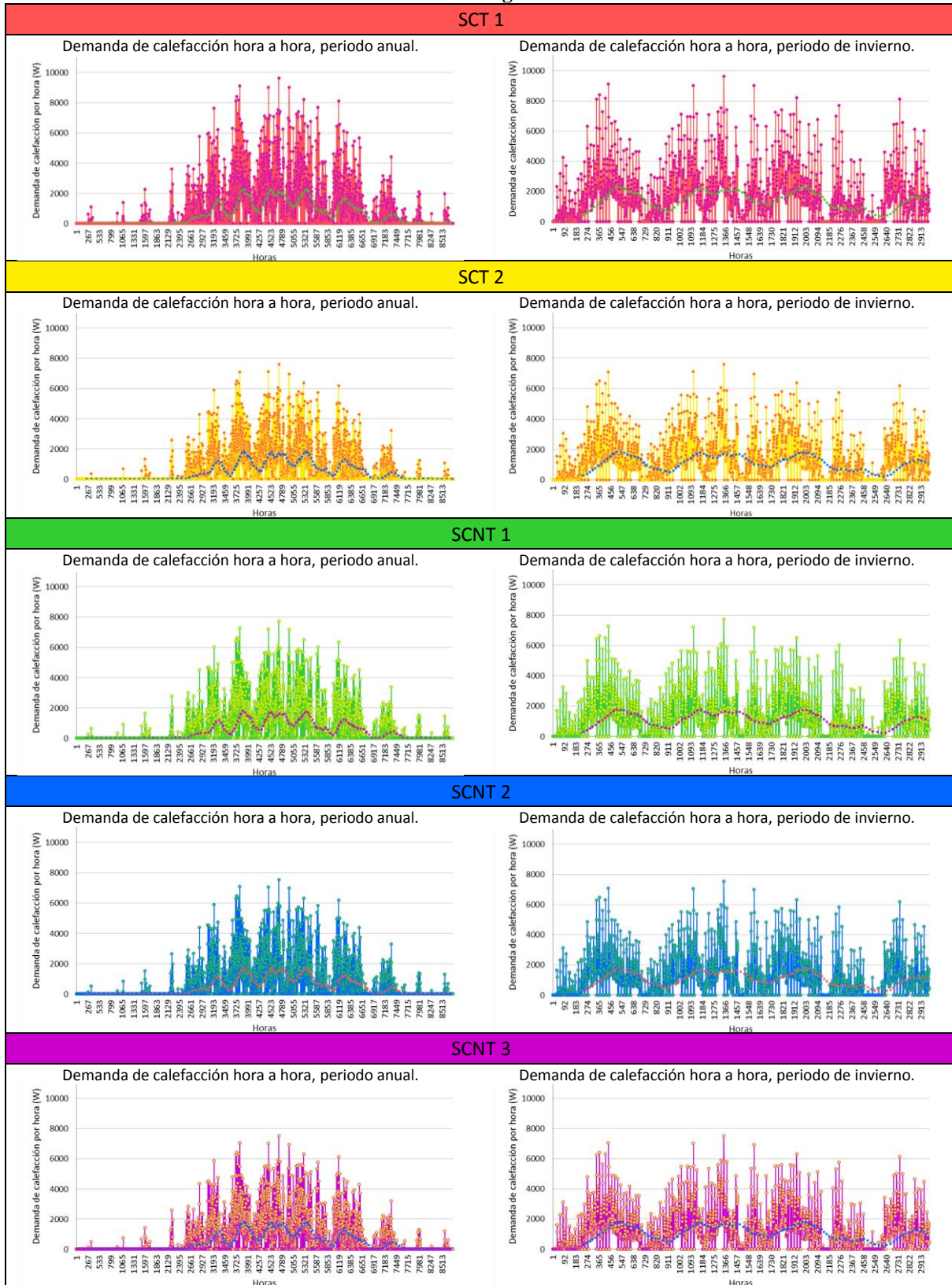
Tabla 4.4: Resultado de simulación de Dc según sistema constructivo – Vivienda III



Fuente: Elaboración propia.

Vivienda IV

Tabla 4.5: Resultado de simulación de Dc según sistema constructivo – Vivienda IV



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Análisis de resultados de demanda energética

Se presenta a continuación una serie de gráficos de barras que ilustran comparativamente la demanda energética de calefacción por metro cuadrado de construcción ordenados en primer lugar según viviendas (Gráfico 4.1), y en segundo lugar según sistema constructivo (Gráfico 4.2).

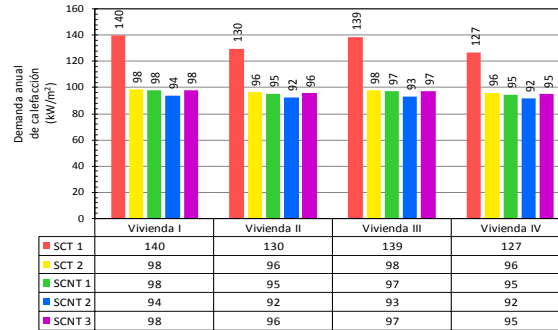


Gráfico 4.1: Dc anual según vivienda y sistema constructivo en kW/m²

Fuente: Elaboración propia.

La demanda de energía promedio para calefacción resultó de 4.379 kW al año. El SCT 1 promedia los 5.669 kW al año y el SCT 2 junto a los SCNT promedian de 4.057 kW al año, lo que implica un ahorro del 28,4% de energía para calefacción respecto del SCT 1.

En el Gráfico 4.1 se observa el SCT 1 requiere un 44% más de energía respecto de la media de los sistemas constructivos avalados por el MVOTMA para las viviendas aisladas y entre un 34% a 37% para las viviendas pareadas.

Si se compara cada uno de los sistemas aprobados por el MVOTMA respecto del caso base, el ahorro en la demanda requerida por el SCT 2 respecto del SCT 1 es del 27,2% en promedio de las distintas tipologías de vivienda, el ahorro generado por el SCNT 1 es de 27,9%, el del SCNT 2 del 30,5% y del SCNT 3 del 27,8%.

De los sistemas que cumplen la normativa vigente, el SCNT 2 fue el requirió menor demanda energética, presentando entre 3,5% a 4,4% de ahorro, dependiendo la tipología de vivienda, respecto de la media de los otros sistemas constructivos avalados.

La mayor diferencia se da entre el SCNT 2 y el SCT 1 en la Vivienda I, implicando un aumento de 48,9% de demanda energética, o lo que es lo mismo el SCNT 2 alcanza un ahorro en la demanda energética de calefacción del 32,8% respecto del SCT 1.

En el Gráfico 4.2 se presentan los resultados de demanda energética ordenados por sistema constructivo, facilitando la comparación de las demandas energéticas según tipología.

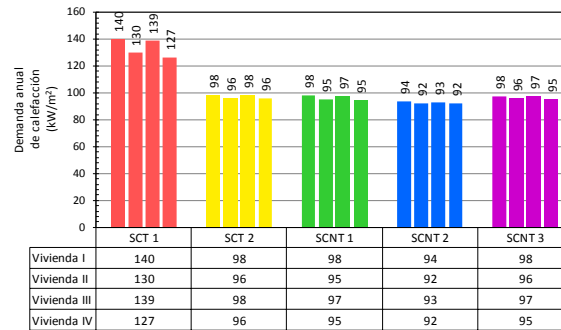


Gráfico 4.2: Dc anual según vivienda y sistema constructivo en kW/m²

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en todos los casos la Vivienda IV –pareada de frente largo– es la que requiere menor demanda energética de calefacción. En el caso del SCT 1 esta diferencia es del 7,0% respecto de la media de las otras tipologías y del 9,5% respecto de Vivienda I –aislada frente corto– que es la tipología que presenta mayor demanda en todos los casos. Para el SCT 2 la Vivienda IV presenta una diferencia del 1,5% respecto del resto de las tipologías y 2,4% respecto de la Vivienda I, para el SCNT 1 representa un 2,2% y 3,3%, para el SCNT 2 1,4% y 2,1%, y para el SCNT 3 1,8% y 2,7% respectivamente.

Se concluye que existe una diferencia de demanda energética por tipología de vivienda mayor en el SCT 1 y menor en los casos de sistemas constructivos aprobados por el MVOTMA, señalando que a mejor desempeño del sistema constructivo menor incidencia de la tipología.

4.3 Cálculo del consumo

En la Tabla 3.30 (pág. 56) se presenta los poderes caloríficos y rendimientos de los sistemas de calefacción considerados, así como los costos unitarios de las energías.

El cálculo de consumo se puede realizar mediante las siguientes ecuaciones:

A: Estufa a cuarzo (electricidad)

$$C \text{ (kWh)} = \left(\left(D_c \text{ (kWh)} \times 860 \text{ (kcal/kWh)} \right) / PCI \text{ (kcal/kWh)} \right) \times R \text{ (\%)}$$

En el caso de estudio:

$$C_A \text{ (kWh)} = \left(\left(D_c \text{ (kWh)} \times 860 \text{ (kcal/kWh)} \right) / 860 \text{ (kcal/kWh)} \right) \times 100 \text{ (\%)}$$

$$C_A \text{ (kWh)} = D_c \text{ (kWh)}$$

C : Consumo

C_A : Consumo del sistema de calefacción A.

D_c : Demanda energética de calefacción

PCI : Poder calorífico inferior

R: Rendimiento del sistema

B: Salamandra (Leña)

$$C \text{ (kg de leña)} = \left(\left(D_c \text{ (kWh)} \times 860 \text{ (kcal/kWh)} \right) / PCI \text{ (kcal/kg de leña)} \right) \times R \text{ (\%)}$$

En el caso de estudio:

$$C_B \text{ (kg de leña)} = \left(\left(D_c \text{ (kWh)} \times 860 \text{ (kcal/kWh)} \right) / 2700 \text{ (kcal/ kg de leña)} \right) \times 40 \text{ (\%)}$$

$$C_B \text{ (kg de leña)} = 0,1274 \times D_c \text{ (kWh)}$$

C : Consumo

C_B : Consumo del sistema de calefacción B.

D_c : Demanda energética de calefacción

PCI : Poder calorífico inferior

R: Rendimiento del sistema

C: Estufa a gas (Supergás)

$$C \text{ (kg de supergás)} = \left(\left(D_c \text{ (kWh)} \times 860 \text{ (kcal/kWh)} \right) / PCI \text{ (kcal/kg de gas)} \right) \times R \text{ (\%)}$$

En el caso de estudio:

$$C_c \text{ (kg de gas)} = \left(\left(D_c \text{ (kWh)} \times 860 \text{ (kcal/kWh)} \right) / 10830 \text{ (kcal/kg de gas)} \right) \times 85 \text{ (\%)}$$

$$C_c \text{ (kg de gas)} = 0,0675 \times D_c \text{ (kWh)}$$

C : Consumo

C_c : Consumo del sistema de calefacción C.

D_c : Demanda energética de calefacción

PCI : Poder calorífico inferior

R: Rendimiento del sistema

Cálculo del costo:

$$C \text{ (usd)} = C \text{ (unidad según fuente)} \times \text{Costo (usd/unidad según fuente)}$$

En la Tabla 4.6 se tabulan los resultados del consumo anual para cada vivienda analizada ordenadas según sistema de calefacción. Los valores están expresados en unidades de consumo según la fuente, y su costo en dólares americanos.

Tabla 4.6: Resumen de consumos y costos operativos para cubrir la demanda de calefacción ordenado por sistema de calefacción

Sistema de calefacción	Sistema constructivo	Vivienda I		Vivienda II		Vivienda III		Vivienda IV	
		Consumo anual (*)	Costo anual (usd)	Consumo anual (*)	Costo anual (usd)	Consumo anual (*)	Costo anual (usd)	Consumo anual (*)	Costo anual (usd)
A Estufa a cuarzo	SCT 1	5.928	1.273	5.505	1.182	5.878	1.262	5.366	1.152
	SCT 2	4.172	896	4.082	876	4.152	892	4.074	875
	SCNT 1	4.152	892	4.045	869	4.115	884	4.014	862
	SCNT 2	3.982	855	3.919	842	3.950	848	3.896	837
	SCNT 3	4.146	890	4.053	870	4.122	885	4.034	866
B Estufa a leña	SCT 1	4.721	647	4.383	601	4.681	642	4.273	586
	SCT 2	3.322	455	3.250	445	3.306	453	3.244	445
	SCNT 1	3.306	453	3.221	442	3.277	449	3.197	438
	SCNT 2	3.171	435	3.120	428	3.145	431	3.103	425
	SCNT 3	3.302	453	3.227	442	3.282	450	3.212	440
C Estufa a gas	SCT 1	554	835	514	775	549	828	501	756
	SCT 2	390	588	381	575	388	585	381	574
	SCNT 1	388	585	378	570	384	580	375	565
	SCNT 2	372	561	366	552	369	556	364	549
	SCNT 3	387	584	379	571	385	581	377	568

* Los consumos de los sistemas eléctricos están expresados en kWh/año

* Los consumos del sistema a leña está expresado en kg de leña/año

* Los consumos del sistema a supergás está expresado en kg de supergás/año

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Análisis de resultados de consumo energético

Las siguientes gráficas ilustran el consumo energético anual de calefacción según sistema constructivo presentado en unidades de consumo IV y en dólares americanos.

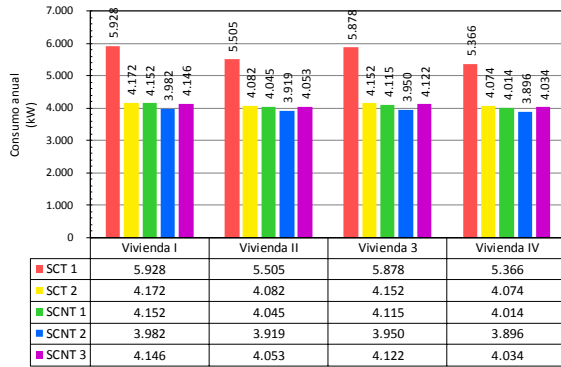


Gráfico 4.3: Consumo energético anual con sistema de calefacción A (estufa a cuarzo) según vivienda y sistema constructivo en kWh

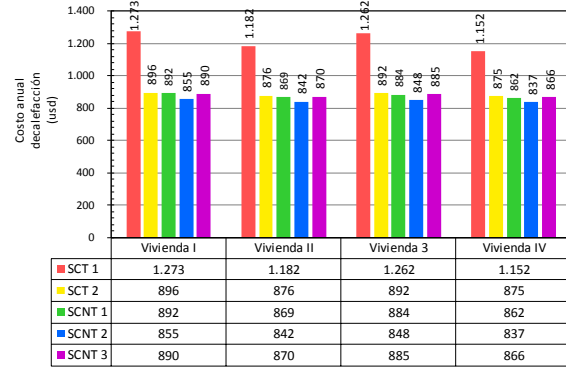


Gráfico 4.4: Costo anual de calefacción con sistema de calefacción A (estufa a cuarzo) según vivienda y sistema constructivo en usd

Fuente: Elaboración propia.

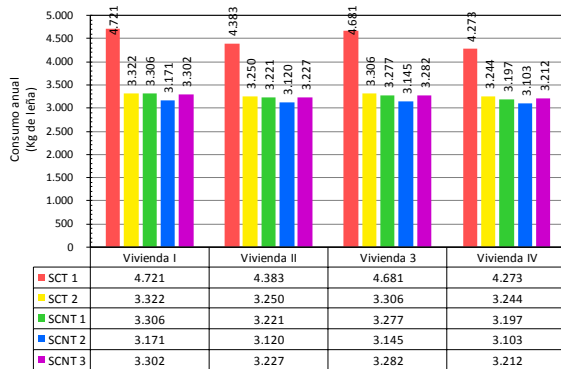


Gráfico 4.5: Consumo energético anual con sistema de calefacción B (salamandra a leña) según vivienda y sistema constructivo en kg de leña

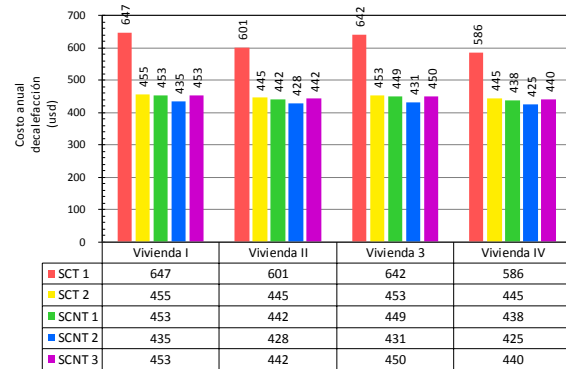


Gráfico 4.6: Costo anual de calefacción con sistema de calefacción B (salamandra a leña) según vivienda y sistema constructivo en usd

Fuente: Elaboración propia.

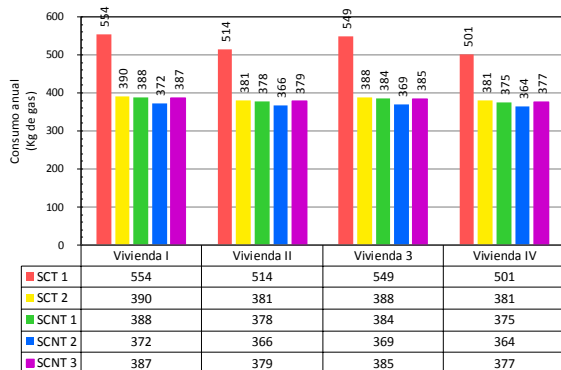


Gráfico 4.7: Consumo energético anual con sistema de calefacción C (estufa a gas) según vivienda y sistema constructivo en kg de supergás

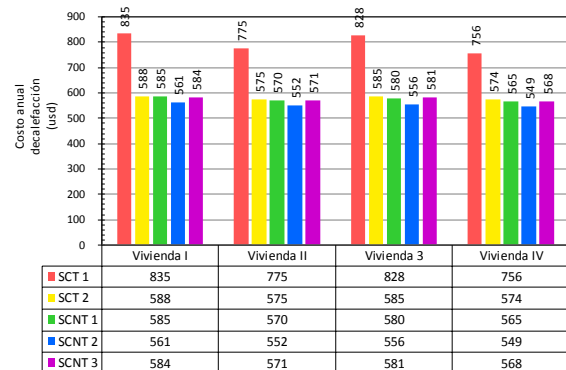


Gráfico 4.8: Costo anual de calefacción con sistema de calefacción C (estufa a gas) según vivienda y sistema constructivo en usd

Fuente: Elaboración propia.

Como los valores de consumo son directamente proporcionales a los resultados de demanda, los porcentajes comparativos entre sistemas constructivos y viviendas se mantienen respecto del análisis de demanda. Se presenta en la siguiente gráfica los resultados de costo por consumo de calefacción ordenado por sistema de calefacción. Esto permite visualizar los costos por consumo que implica el uso de los distintos sistemas. En todos los casos los datos están ordenados por Vivienda I a la IV y por sistema constructivo según color de referencia.

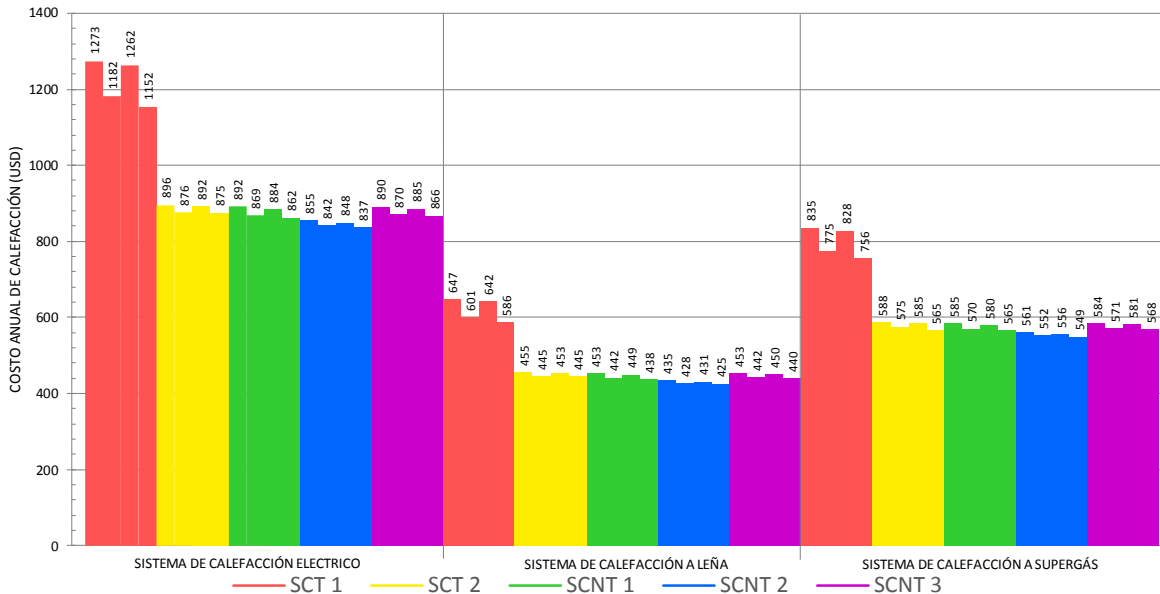


Gráfico 4.9: Costo por consumo energético anual según sistema de calefacción (usd)

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de los costos por consumo de calefacción con estufa a cuarzo (A) es de usd 940 al año, el promedio del sistema de salamandra (B) es de usd 478 al año y el sistema de estufa a supergás (C) es de usd 617 al año, ilustrando que el sistema eléctrico requiere prácticamente el doble de costo que el sistema a leña y un 52,5% más que el sistema a supergás. El consumo del sistema a leña resultó un 22,5% más económico que el sistema a gas.

Para sistema eléctrico, el costo de consumo de calefacción anual asciende a usd 1.217 para SCT 1, y usd 871 como valor promedio del resto de los sistemas alternativos aprobados por el MVOTMA; para la calefacción a leña, el monto alcanza los usd 619 y usd 443 respectivamente; y para la calefacción a supergás, usd 799 y usd 571 respectivamente.

Se puede observar que, en términos de costo anual de energía, en todos los casos la leña resultó más económica que la electricidad, sin importar el sistema constructivo o tipología de vivienda. Sin embargo si se compara la leña con el supergás, el SCT 1 calefaccionado con leña resultó ser igual o más costoso que el resto de los sistemas avalados por el MVOTMA calefaccionados con supergás.

Capítulo 5. Análisis financiero

5.1 Resumen del análisis financiero

Con la información analizada en los capítulos anteriores, se realizó un análisis financiero para cada tipo de vivienda y sistema de calefacción estudiado, según los supuestos de pago contado y pago financiado. En estas evaluaciones se consideró como caso base la vivienda concebida con SCT 1 y como alternativas el SCT 2 y los distintos SCNT.

En la sección 5.2 *Evaluación económica* se presenta la planilla de evaluación realizada para la Vivienda I y sistema de calefacción A, según los dos supuestos de pago. Los otros análisis se adjuntaron en el *Anexo H – Evaluaciones económicas*.

Las evaluaciones económicas realizadas incluyen los costos iniciales de las viviendas (100% en el supuesto de pago contado, y 20% en el supuesto de pago financiado), los costos equipos de calefacción, sus costos de remplazo, las cuotas de pago anuales en el caso de pago financiado, los costos anuales de mantenimiento estimado de las viviendas, y los costos anuales operativos según la fuente de energía utilizada.

Se presenta en la Tabla 5.1 una serie de gráficos que muestran los valores presentes acumulados anualmente según supuesto de pago contado y en la Tabla 5.2 según supuesto de pago financiado. Los cruces de las curvas ilustran el momento en que una solución pasó a resultar más económica que otra. Los cruces entre el sistema base y los sistemas alternativos representan los periodos de repago tabulados en la Tabla 5.5 y Tabla 5.6, según supuesto de pago.

En la Tabla 5.3 y Tabla 5.4 se tabularon los resultados de los costos de Valor Presente Neto (VPN) del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) según ambos supuestos de pago. Los mismos representan los costos acumulados traídos a valor presente.

Tabla 5.1: Gráficas de costos acumulados por vivienda y sistema de calefacción bajo supuesto de pago contado

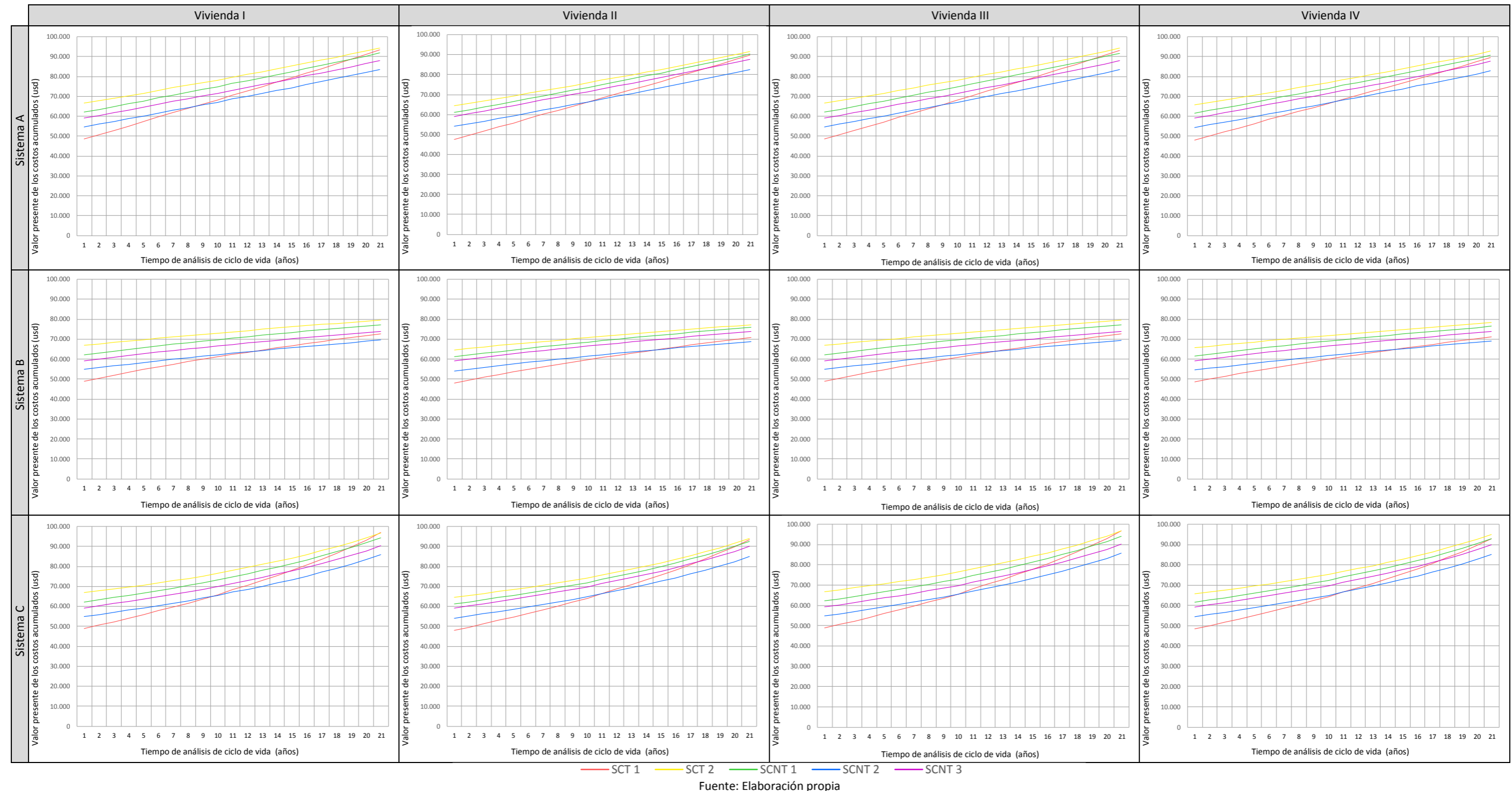
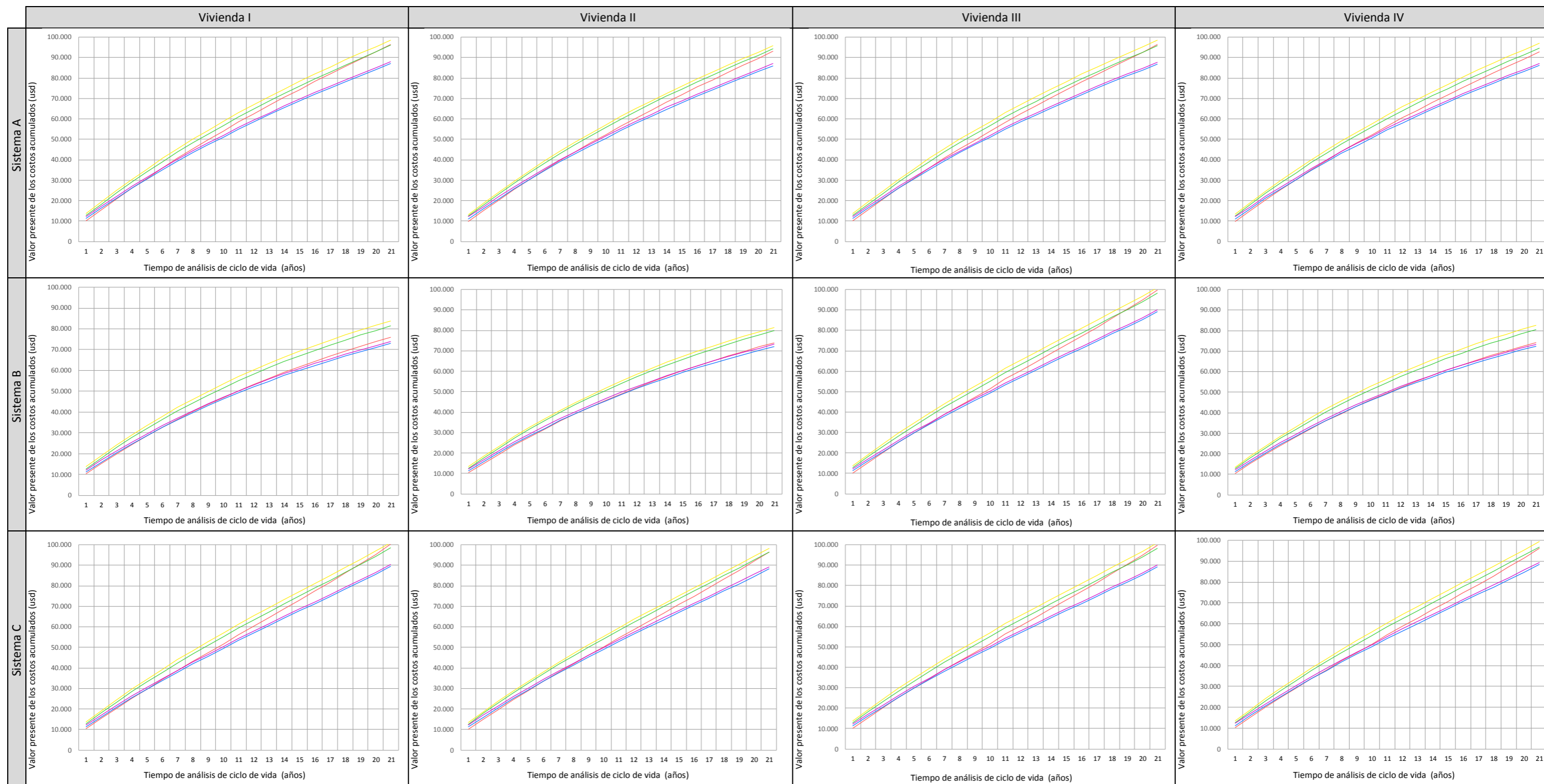


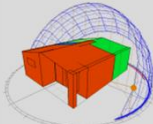
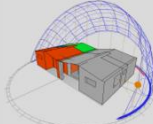
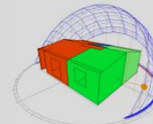
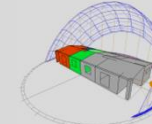
Tabla 5.2: Gráficas de costos acumulados por vivienda y sistema de calefacción bajo supuesto de pago financiado



— SCT 1 — SCT 2 — SCNT 1 — SCNT 2 — SCNT 3

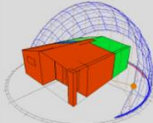
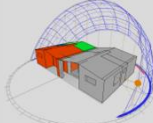
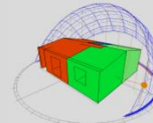
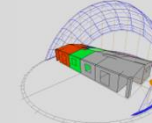
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3: Cuadro resumen de VPN bajo supuesto de pago contado (usd)

Sistema de calefacción	Sistema constructivo	Vivienda I	Vivienda II	Vivienda III	Vivienda IV
					
A Estufa a cuarzo	SCT 1	93.412	89.908	93.129	89.611
	SCT 2	92.960	90.408	92.848	91.386
	SCNT 1	90.318	88.695	90.112	89.034
	SCNT 2	83.619	82.607	83.438	82.810
	SCNT 3	86.675	86.148	86.538	86.044
B Estufa a leña	SCT 1	72.804	70.899	73.104	71.073
	SCT 2	78.233	75.989	78.601	76.993
	SCNT 1	75.659	74.400	75.989	74.843
	SCNT 2	69.539	68.742	69.879	69.021
	SCNT 3	72.035	71.827	72.392	71.786
C Estufa a gas	SCT 1	97.030	93.418	96.716	93.035
	SCT 2	95.404	92.797	95.281	93.769
	SCNT 1	92.750	91.061	92.522	91.380
	SCNT 2	85.946	84.894	85.745	85.083
	SCNT 3	89.104	88.519	88.952	88.403

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.4: Cuadro resumen de VPN bajo supuesto de pago financiado (usd)

Sistema de calefacción	Sistema constructivo	Vivienda I	Vivienda II	Vivienda III	Vivienda IV
					
A Estufa a cuarzo	SCT 1	96.583	93.003	96.300	92.745
	SCT 2	98.634	95.856	98.523	97.017
	SCNT 1	95.991	94.185	95.786	94.545
	SCNT 2	87.069	86.019	86.888	86.241
	SCNT 3	90.480	89.953	90.343	89.849
B Estufa a leña	SCT 1	75.975	73.994	75.863	74.206
	SCT 2	83.908	81.437	83.864	82.625
	SCNT 1	81.332	79.890	81.251	80.354
	SCNT 2	72.989	72.154	72.918	72.452
	SCNT 3	75.840	75.632	75.786	75.591
C Estufa a gas	SCT 1	100.201	96.513	99.887	96.168
	SCT 2	101.079	98.244	100.955	99.401
	SCNT 1	98.423	96.551	98.195	96.891
	SCNT 2	89.396	88.306	89.195	88.514
	SCNT 3	92.909	92.323	92.756	92.208

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.5: Cuadro resumen de periodo de repago bajo supuesto de pago contado (años)

	SCT 2	SCNT 1	SCNT 2	SCNT 3
Vivienda I - Sistema A	-	19	3	7
Vivienda II - Sistema A	-	-	5	12
Vivienda III - Sistema A	-	19	3	8
Vivienda IV - Sistema A	-	-	5	12
Vivienda I - Sistema B	-	-	5	20
Vivienda II - Sistema B	-	-	8	-
Vivienda III - Sistema B	-	-	5	20
Vivienda IV - Sistema B	-	-	8	-
Vivienda I - Sistema C	-	18	4	9
Vivienda II - Sistema C	-	-	6	13
Vivienda III - Sistema C	-	18	4	9
Vivienda IV - Sistema C	-	-	6	13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6: Cuadro resumen de periodo de repago bajo supuesto de pago financiado (años)

	SCT 2	SCNT 1	SCNT 2	SCNT 3
Vivienda I - Sistema A	-	19	8	12
Vivienda II - Sistema A	-	-	10	15
Vivienda III - Sistema A	-	19	8	12
Vivienda IV - Sistema A	-	-	10	15
Vivienda I - Sistema B	-	-	12	18
Vivienda II - Sistema B	-	-	5	15
Vivienda III - Sistema B	-	-	12	19
Vivienda IV - Sistema B	-	-	5	15
Vivienda I - Sistema C	20	18	9	13
Vivienda II - Sistema C	-	20	10	15
Vivienda III - Sistema C	20	18	9	13
Vivienda IV - Sistema C	-	20	10	15

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Evaluación económica

Tabla 5.7: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA I SISTEMA A PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
		Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Tasa de descuento		5,70%													
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	100%	48.227	48.227	66.448	66.448	61.782	61.782	54.401	54.401	58.832	58.832			
	Costo del sistema de calefacción		8 402	402 6	6 302	302 6	6 302	302 6	6 302	302 6	6 302	302 6			
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			48.629		66.750		62.083		54.703		59.134			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE					-18.121		-13.454		-6.074		-10.505				
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual		año	FVP											
	Costo del sistema de calefacción	5	0,76	8 402	305 6	6 302	229 6	6 302	229 6	6 302	229 6	302 229			
	Costo del sistema de calefacción	10	0,57	8 402	231 6	6 302	173 6	6 302	173 6	6 302	173 6	302 173			
	Costo del sistema de calefacción	15	0,44	8 402	175 6	6 302	131 6	6 302	131 6	6 302	131 6	302 131			
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	8 402	133 6	6 302	100 6	6 302	100 6	6 302	100 6	302 100			
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL			843		633		633		633		633			
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE					211		211		211		211				
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.												
	Costo de mantenimiento de la vivienda		11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526		
	Tasa Escalonamiento		FVP/escal.												
	Costo de energía para calefacción	8,35%	26,20	1.273	33.361	896	23.475	892	23.364	855	22.406	890	23.332		
	TOTAL COSTOS ANUALES			43.940		27.001		29.241		28.284		26.859			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE					16.939		14.699		15.656		17.081				
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)			93.412		94.384		91.957		83.619		86.625			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT1			-972		1.455		9.793		6.787			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT2		972		2.427		10.764		7.759				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.8: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA I SISTEMA A PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
		Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Tasa de descuento		5,70%													
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	20%	9.645	9.645	13.290	13.290	12.356	12.356	10.880	10.880	11.766	11.766			
	Costo del sistema de calefacción		8 402	402 6	6 302	302 6	6 302	302 6	6 302	302 6	6 302	302 6			
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			10.047		13.591		12.658		11.182		12.068			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE					-3.544		-2.610		-1.134		-2.021				
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual		año	FVP											
	Costo del sistema de calefacción	5	0,76	8 402	305 6	6 302	229 6	6 302	229 6	6 302	229 6	302 229			
	Costo del sistema de calefacción	10	0,57	8 402	231 6	6 302	173 6	6 302	173 6	6 302	173 6	302 173			
	Costo del sistema de calefacción	15	0,44	8 402	175 6	6 302	131 6	6 302	131 6	6 302	131 6	302 131			
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	8 402	133 6	6 302	100 6	6 302	100 6	6 302	100 6	302 100			
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL			843		633		633		633		633			
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE					211		211		211		211				
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.												
	Costo de cuota anual de la vivienda		11,75	3.552	41.752	4.884	57.409	4.548	53.460	3.996	46.971	4.332	50.921		
	Costo de mantenimiento de la vivienda		11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526		
	Tasa Escalonamiento		FVP/escal.												
	Costo de energía para calefacción	8,35%	26,20	1.273	33.361	896	23.475	892	23.364	855	22.406	890	23.332		
TOTAL COSTOS ANUALES			85.692		84.410		82.701		75.255		77.779				
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE					1.282		2.991		10.437		7.913				
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)			96.583		98.634		95.991		87.069		90.480			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT1			-2.051		592		9.513		6.103			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT2		2.051		2.643		11.565		8.154				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.9: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	48.227																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	402					402					402					402					402	
Costo de energía para calefacción		1.379	1.495	1.619	1.755	1.901	2.060	2.232	2.418	2.620	2.839	3.076	3.333	3.611	3.913	4.239	4.593	4.977	5.393	5.843	6.331	
Total	48.629	2.279	2.395	2.519	2.655	3.203	2.960	3.132	3.318	3.520	4.141	3.976	4.233	4.511	4.813	5.541	5.493	5.877	6.293	6.743	7.633	
Valor Presente	48.629	2.157	2.143	2.133	2.127	2.428	2.122	2.125	2.130	2.137	2.379	2.161	2.176	2.194	2.215	2.413	2.263	2.290	2.320	2.352	2.519	93.412
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	66.448																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		971	1.052	1.140	1.235	1.338	1.449	1.570	1.702	1.844	1.998	2.164	2.345	2.541	2.753	2.983	3.232	3.502	3.795	4.111	4.455	
Total	66.750	1.271	1.352	1.440	1.535	1.939	1.749	1.870	2.002	2.144	2.599	2.464	2.645	2.841	3.053	3.585	3.532	3.802	4.095	4.411	5.056	
Valor Presente	66.750	1.202	1.210	1.219	1.229	1.470	1.254	1.269	1.285	1.302	1.493	1.339	1.360	1.382	1.405	1.561	1.455	1.482	1.510	1.539	1.668	94.384
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	61.782																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		966	1.047	1.134	1.229	1.331	1.443	1.563	1.694	1.835	1.988	2.154	2.334	2.529	2.740	2.969	3.217	3.486	3.777	4.092	4.434	
Total	62.083	1.466	1.547	1.634	1.729	2.133	1.943	2.063	2.194	2.335	2.790	2.654	2.834	3.029	3.240	3.771	3.717	3.986	4.277	4.592	5.235	
Valor Presente	62.083	1.387	1.384	1.384	1.385	1.617	1.393	1.400	1.408	1.418	1.603	1.442	1.457	1.473	1.491	1.642	1.531	1.553	1.577	1.602	1.728	91.957
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	54.401																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		926	1.004	1.088	1.178	1.277	1.384	1.499	1.624	1.760	1.907	2.066	2.238	2.425	2.628	2.847	3.085	3.343	3.622	3.924	4.252	
Total	54.703	1.426	1.504	1.588	1.678	2.078	1.884	1.999	2.124	2.260	2.708	2.566	2.738	2.925	3.128	3.649	3.585	3.843	4.122	4.424	5.054	
Valor Presente	54.703	1.350	1.346	1.344	1.345	1.575	1.351	1.356	1.363	1.372	1.556	1.395	1.408	1.423	1.439	1.589	1.477	1.497	1.520	1.543	1.668	83.619
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		965	1.045	1.133	1.227	1.330	1.441	1.561	1.691	1.833	1.986	2.151	2.331	2.526	2.737	2.965	3.213	3.481	3.771	4.086	4.428	
Total	59.134	1.265	1.345	1.433	1.527	1.931	1.741	1.861	1.991	2.133	2.587	2.451	2.631	2.826	3.037	3.567	3.513	3.781	4.071	4.386	5.029	
Valor Presente	59.134	1.197	1.204	1.213	1.223	1.464	1.248	1.262	1.278	1.295	1.486	1.332	1.353	1.374	1.397	1.553	1.447	1.473	1.501	1.530	1.660	86.625
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	18.121	17.167	16.233	15.319	14.422	13.464	12.596	11.740	10.895	10.059	9.174	8.352	7.536	6.724	5.914	5.062	4.254	3.445	2.635	1.822	972	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.454	12.685	11.926	11.176	10.435	9.624	8.894	8.169	7.447	6.728	5.951	5.233	4.514	3.793	3.069	2.298	1.566	829	86	- 664	- 1.455	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	6.074	5.267	4.470	3.681	2.899	2.046	1.275	506	- 260	- 1.026	- 1.849	- 2.615	- 3.383	- 4.155	- 4.930	- 5.754	- 6.540	- 7.333	- 8.133	- 8.942	- 9.793	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	10.505	9.545	8.606	7.685	6.782	5.818	4.944	4.082	3.230	2.388	1.495	666	- 157	- 977	- 1.795	- 2.654	- 3.470	- 4.287	- 5.106	- 5.928	- 6.787	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.10: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago financiado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	9.645																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	402					402					402					402					402	
Costo de energía para calefacción		1.379	1.495	1.619	1.755	1.901	2.060	2.232	2.418	2.620	2.839	3.076	3.333	3.611	3.913	4.239	4.593	4.977	5.393	5.843	6.331	
Total	10.047	5.831	5.947	6.071	6.207	6.755	6.512	6.684	6.870	7.072	7.693	7.528	7.785	8.063	8.365	9.093	9.045	9.429	9.845	10.295	11.185	
Valor Presente	10.047	5.517	5.323	5.141	4.972	5.120	4.669	4.534	4.409	4.294	4.419	4.091	4.003	3.922	3.849	3.959	3.726	3.674	3.629	3.591	3.691	96.583
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	13.290																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		971	1.052	1.140	1.235	1.338	1.449	1.570	1.702	1.844	1.998	2.164	2.345	2.541	2.753	2.983	3.232	3.502	3.795	4.111	4.455	
Total	13.591	6.155	6.236	6.324	6.419	6.823	6.633	6.754	6.886	7.028	7.483	7.348	7.529	7.725	7.937	8.469	8.416	8.686	8.979	9.295	9.940	
Valor Presente	13.591	5.823	5.581	5.355	5.142	5.172	4.757	4.582	4.419	4.267	4.299	3.994	3.871	3.758	3.653	3.687	3.467	3.385	3.310	3.242	3.280	98.634
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	12.356																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		966	1.047	1.134	1.229	1.331	1.443	1.563	1.694	1.835	1.988	2.154	2.334	2.529	2.740	2.969	3.217	3.486	3.777	4.092	4.434	
Total	12.658	6.014	6.095	6.182	6.277	6.681	6.491	6.611	6.742	6.883	7.338	7.202	7.382	7.577	7.788	8.319	8.265	8.534	8.825	9.140	9.783	
Valor Presente	12.658	5.690	5.455	5.235	5.029	5.064	4.654	4.485	4.327	4.179	4.215	3.914	3.796	3.686	3.584	3.622	3.404	3.325	3.253	3.188	3.228	95.991
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	10.880																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		926	1.004	1.088	1.178	1.277	1.384	1.499	1.624	1.760	1.907	2.066	2.238	2.425	2.628	2.847	3.085	3.343	3.622	3.924	4.252	
Total	11.182	5.422	5.500	5.584	5.674	6.074	5.880	5.995	6.120	6.256	6.704	6.562	6.734	6.921	7.124	7.645	7.581	7.839	8.118	8.420	9.050	
Valor Presente	11.182	5.130	4.923	4.728	4.546	4.604	4.216	4.067	3.928	3.798	3.851	3.566	3.463	3.367	3.278	3.328	3.123	3.055	2.993	2.937	2.986	87.069
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		965	1.045	1.133	1.227	1.330	1.441	1.561	1.691	1.833	1.986	2.151	2.331	2.526	2.737	2.965	3.213	3.481	3.771	4.086	4.428	
Total	12.068	5.597	5.677	5.765	5.859	6.263	6.073	6.193	6.323	6.465	6.919	6.783	6.963	7.158	7.369	7.899	7.845	8.113	8.403	8.718	9.361	
Valor Presente	12.068	5.295	5.082	4.881	4.694	4.747	4.354	4.201	4.058	3.925	3.975	3.687	3.580	3.482	3.391	3.439	3.231	3.162	3.098	3.041	3.089	90.480
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.544	3.850	4.108	4.322	4.492	4.543	4.631	4.678	4.688	4.661	4.541	4.443	4.312	4.147	3.951	3.679	3.419	3.130	2.811	2.462	2.051	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.610	2.783	2.916	3.010	3.066	3.010	2.994	2.945	2.862	2.747	2.543	2.366	2.159	1.923	1.657	1.320	999	650	274	- 129	- 592	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	1.134	748	348	- 65	- 492	- 1.008	- 1.461	- 1.928	- 2.410	- 2.905	- 3.473	- 3.998	- 4.539	- 5.094	- 5.665	- 6.296	- 6.899	- 7.518	- 8.155	- 8.809	- 9.513	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	2.021	1.799	1.558	1.298	1.019	646	332	- 1	- 353	- 721	- 1.166	- 1.571	- 1.993	- 2.434	- 2.892	- 3.412	- 3.907	- 4.420	- 4.951	- 5.501	- 6.103	

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Análisis de resultados del análisis financiero

En las tablas presentadas en las páginas precedentes se muestran los Valores Presentes Netos (VPN) del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y cuadro de repago de las soluciones alternativas respecto del caso base. Queda expresado que, para los casos estudiados, los sistemas constructivos aprobados presentan un beneficio económico en el ACV realizado, producto del ahorro en energía para calefacción. En algunos casos es posible repagar la inversión inicial adicional respecto del caso base, en el tiempo de análisis propuesto.

En el Gráfico 5.1 se representa el valor presente del costo por consumo energético acumulado en el periodo del ACV según sistema de calefacción.

Al analizar los costos de la energía se consideró tasas de escalonamiento según la fuente (ver sección 3.3.4 *Tasas de escalonamientos*). Estas tasas inciden notoriamente en los resultados a largo plazo.

En el análisis realizado a 20 años, el costo de promedio de la energía eléctrica para calefaccionar la vivienda es de usd 30.520. Si se considera solo el promedio de las viviendas con SCT 1 el valor

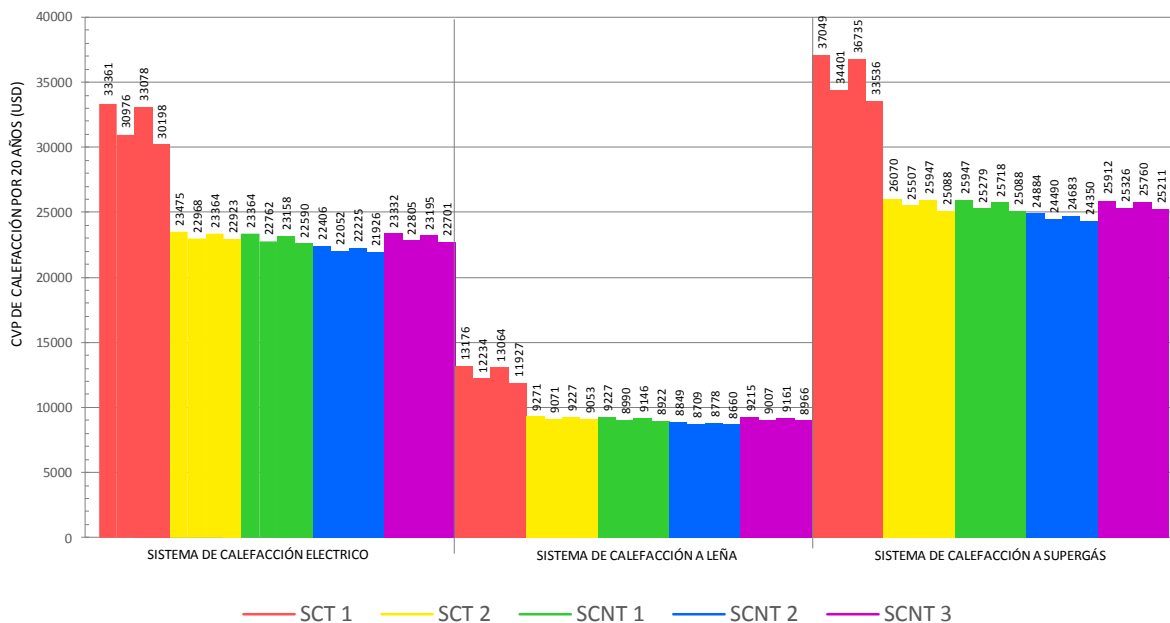


Gráfico 5.1: Valor presente del costo por consumo energético según sistema de calefacción (usd)

Fuente: Elaboración propia.

asciende a usd 42.482, mientras que el promedio de las viviendas concebidas con sistemas avalados por el MVOTMA es de usd 16.717.

En el sistema de calefacción a leña el promedio del valor presente del costo por calefacción a 20 años de las viviendas alcanzó un valor de usd 15.610. Considerando solo el promedio de las viviendas con SCT 1 la cifra asciende a usd 23.179, mientras que el promedio del resto de las viviendas es de usd 18.227.

En el caso de la calefacción a supergás el promedio del valor presente del costo de la energía asciende a usd 33.245. Para el promedio de las viviendas concebidas con SCT 1 usd 46.010 y para el resto de las viviendas usd 18.227.

En el Gráfico 5.2 y Gráfico 5.3 se representa el VPN del ACV de las viviendas según forma de pago contado y financiado respectivamente. De todas las opciones la Vivienda II concebida con SCNT 2 y calefaccionada con sistema B resultó ser la de menor VPN en el ACV a 20 años, para ambos supuestos de pago.

Se observa en la Tabla 5.9 (*Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago contado*) que respecto del SCT 1 el SCNT 1 logra recuperar la inversión inicial en el año 19, el SCNT 2 lo hace en el año 8 y el SCNT 3 en el año 12. El SCT 2 no consigue recuperar la inversión realizada para el periodo de ACV.

En la Tabla 5.10 (*Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago financiado*) se observa que respecto del SCT 1 el SCNT 1 también logra recuperar la inversión inicial en el año 19, el SCNT 2 logra recuperar la inversión en el año 3 y el SCNT 3 lo hace en el año 7. El SCT 2 no consigue recuperar la inversión realizada para el periodo de ACV.

Los datos de las demás evaluaciones se encuentran en el *Anexo H – Evaluaciones económicas*.

Se observa en los gráficos presentados en la Tabla 5.1 y Tabla 5.2 las curvas de los costos acumulados traídos a valor presente tienen valores finales netos similares. Las curvaturas son más acentuadas para los supuestos de pagos financiados respecto de los análisis con supuesto de pago financiado.

Capítulo 6. Síntesis

6.1 Sumario de resultados obtenidos

De los estudios realizados, resultó evidente la diferencia en prestaciones alcanzadas por los sistemas aprobados por el MVOTMA y el sistema de construcción tradicional a base de bloques cementicios. El análisis higrotérmico evidencia que esta solución de construcción tradicional no cumple los estándares mínimos requeridos.

En todos los casos –tipología de vivienda y sistema de calefacción– se apreció diferencias de distinto orden de magnitud. Las diferencias que presentan los sistemas alternativos respecto del caso base son más evidentes que las diferencias entre los sistemas alternativos entre sí. Al hacer *zoom* con fin de evaluar las variaciones entre los sistemas alternativos considerados se apreció que optimizando la elección de tipología, materialidad y sistema de calefacción por separado, se asegura al usuario el mejor desempeño energético de las variables consideradas, condicionado a que cada una de las opciones esté dentro del rango de valores para el cual fue diseñado. Dicho de otro modo, si se busca optimizar los costos del consumo, pueden hacerse la evaluación de tipología, sistema constructivo y calefacción en forma independiente como se presenta en la Figura 6.1, eligiéndose la solución más eficiente en cada caso. Sin embargo, cuando se realiza una evaluación financiera se involucran otros costos en un ACV que pueden variar la toma de decisión, principalmente producto de las tasas de escalonamiento de la energía.

Según el análisis realizado en el 0.

Simulación energética, cuando se comparan los resultados de demanda y consumo obtenidos por tipologías, la vivienda IV –pareada de frente largo– fue la solución que requirió menor demanda energética anual. Cuando se evalúan los sistemas constructivos, el SCNT 2 resultó ser la solución más eficiente. Y cuando se analizó el consumo energético, el sistema de calefacción B –Salamandra– fue la opción más económica.



Figura 6.1: Secuencia metodológica simplificada

Fuente: Elaboración propia.

Al incorporar al análisis una evaluación financiera, como la presentada en el *Capítulo 5. Análisis financiero*, se demuestra que no siempre la misma solución resultó ser la más económica. Dicho análisis incluyó una serie de costos y parámetros que afectaron los resultados iniciales, cómo ser los costos de adquisición y mantenimiento de las viviendas, costo inicial y de reposición de sistemas de calefacción utilizados, los costos operativos de calefacción, y los indicadores y tasas involucrados que por medio de ecuaciones paramétricas permiten ajustar el valor del dinero en el tiempo.

Las gráficas presentadas a continuación, ilustran cómo se afectan los distintos costos comparados. El Gráfico 6.1 muestra la relación entre los costos iniciales de las viviendas y los costos anuales de calefacción. El Gráfico 6.2 presenta la relación entre los costos iniciales de las viviendas y el valor presente de los costos de calefacción para el periodo de ACV.

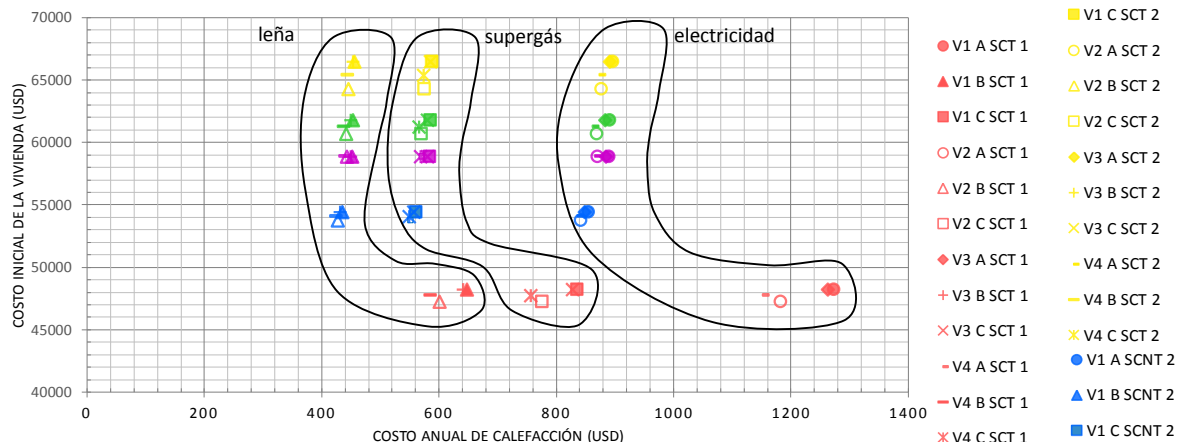


Gráfico 6.1: Gráfico comparativo entre costo inicial de la vivienda y costo de calefacción anual

Fuente: Elaboración propia.

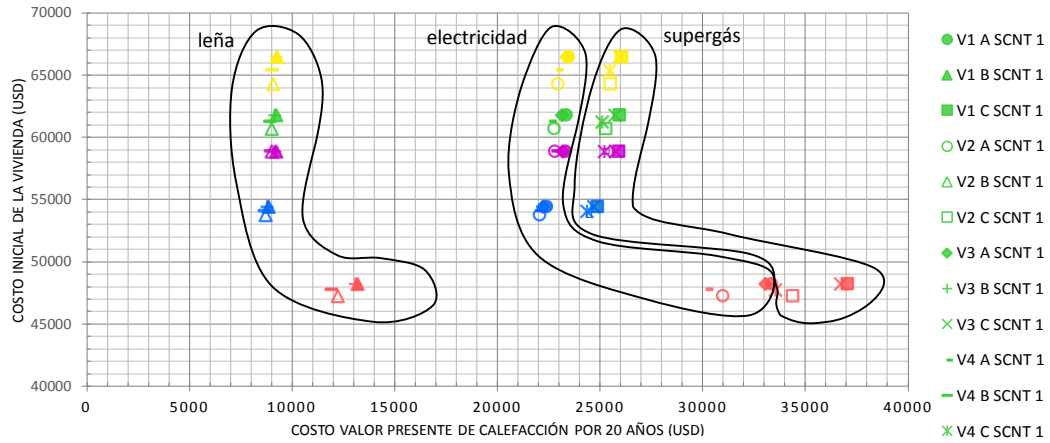


Gráfico 6.2: Gráfico comparativo entre costo inicial de la vivienda y valor presente del costo de calefacción a 20 años

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que, en mayor o menor medida, los puntos se agrupan por sistema constructivo y sistema de calefacción. La tipología no tuvo mayor incidencia, en los casos estudiados. Los costos de uso difirieron más en el SCT 1, debido a sus prestaciones térmicas más deficientes que el resto de los sistemas. Los costos iniciales distanciaron más en el SCT 2, pues presenta un beneficio mayor en el ahorro de muros exteriores al agrupar viviendas.

En el Gráfico 6.1 se observa claramente las diferencias entre los tres sistemas de calefacción siendo el sistema a leña la propuesta más económica seguida del sistema a supergás y por último solución eléctrica. En el Gráfico 6.2 se visualiza que, en el periodo de análisis establecido, la tecnología a gas resultó más onerosa que la electricidad, producto de la tasa de escalonamiento que presenta esta fuente de energía.

En el Gráfico 6.3 se muestra el vínculo entre los costos iniciales de las viviendas y los VPN del ACV según supuesto de pago contado y en el Gráfico 6.4 se muestra el vínculo entre estos costos según supuesto de pago financiado. Se visualiza en ambos casos la no correlación entre abscisas y coordenadas. Tal como se estimó en las etapas preliminares de la investigación, los resultados fueron aleatorios, pues no se percibió una la relación directa entre los costos iniciales y los costos operativos de calefacción. Las diferencias entre el Gráfico 6.3 y el Gráfico 6.4 se deben a las diferencias de VPN producto de la financiación de la vivienda.

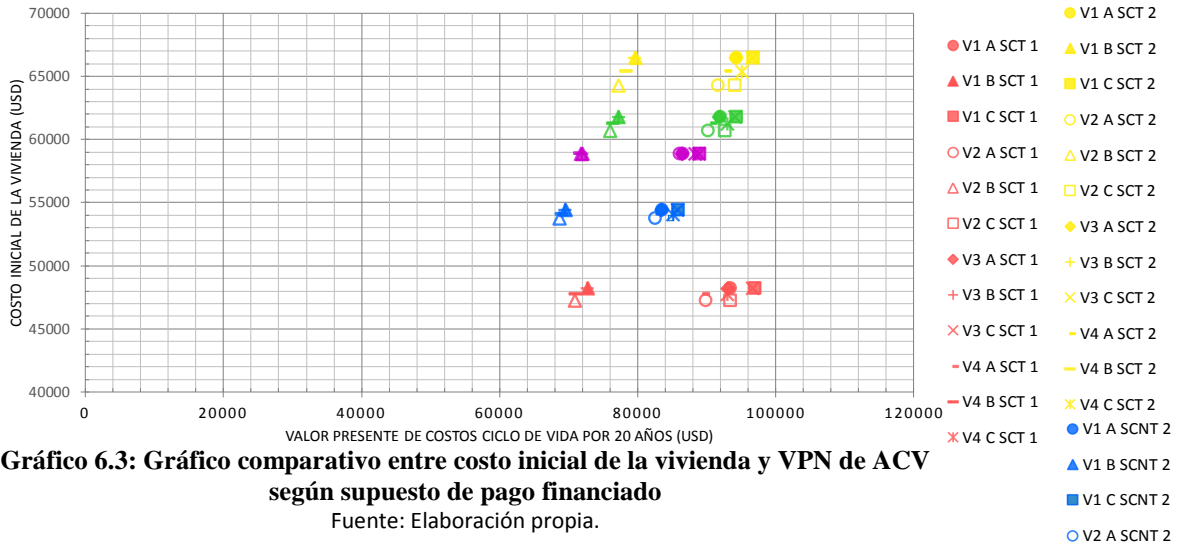


Gráfico 6.3: Gráfico comparativo entre costo inicial de la vivienda y VPN de ACV según supuesto de pago financiado
 Fuente: Elaboración propia.

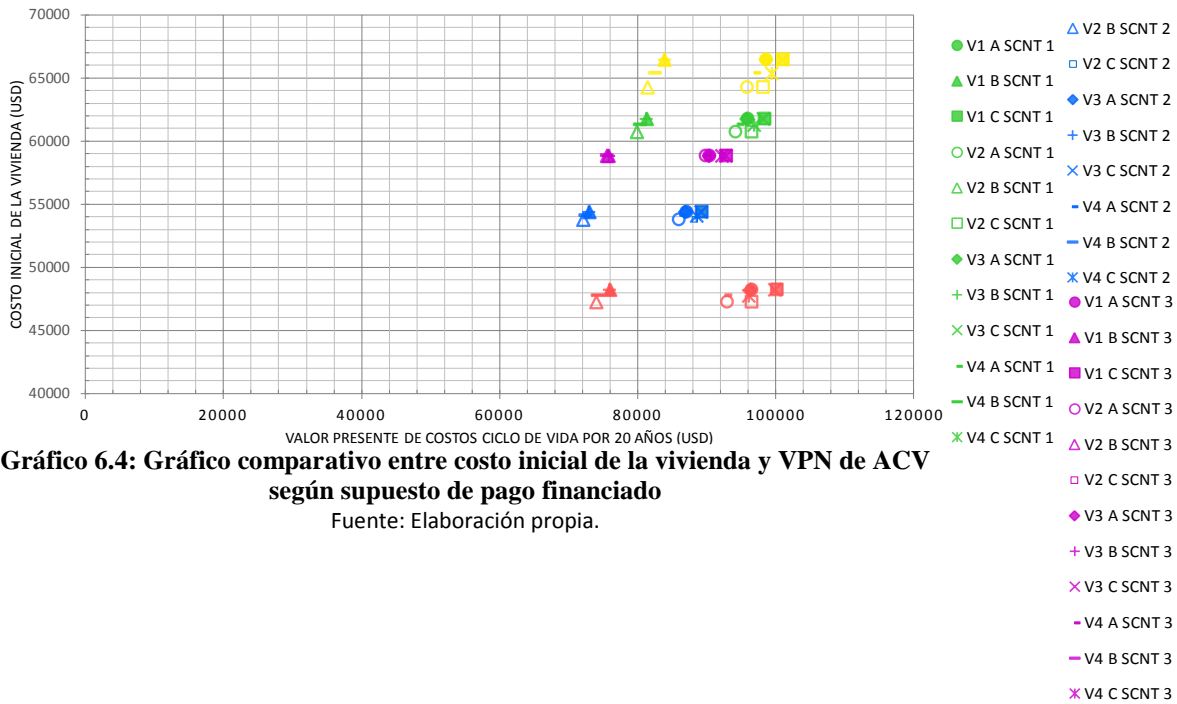


Gráfico 6.4: Gráfico comparativo entre costo inicial de la vivienda y VPN de ACV según supuesto de pago financiado
 Fuente: Elaboración propia.

6.2 Modelo de análisis

En el capítulo introductorio de la investigación se propuso *evaluar el desempeño energético de viviendas concebidas con diversos sistemas constructivos en Montevideo, estableciendo un modelo de análisis para el estudio de rentabilidad de la incorporación de soluciones de eficiencia energética en la etapa de concepción proyectual.*

Se presenta un modelo de análisis que resume las tres fases de evaluación realizada. En el Gráfico 6.5 se muestra la secuencia metodológica empleada para la elaboración del análisis del beneficio económico de la incorporación de soluciones de eficiencia energética.

El primer elemento a considerar es la elección de la tipología edilicia y los distintos sistemas constructivos, los cuales implican costos iniciales y de mantenimiento. Con estas dos variables y el establecimiento de supuestos de uso y condiciones internas se determina la demanda energética de las opciones elegidas –mediante cálculo o simulación computacional estática o dinámica–.

El siguiente componente a incorporar es el sistema de calefacción, que implica su costo inicial y costo de reposición (dependiendo el sistema pudiera requerir costos de mantenimiento). Según el poder calorífico de la fuente de energía, las características de rendimiento del sistema y el valor de demanda energética determinada, se calcula el consumo energético, el cual implica un costo operativo en el periodo de análisis establecido.

La tercera fase se compone del análisis financiero. Para determinar los indicadores del análisis de ciclo de vida, debe estudiarse las condiciones locales de tasas de intereses, periodos de depreciación de la vivienda, y tasas de escalonamientos de las anualidades consideradas.

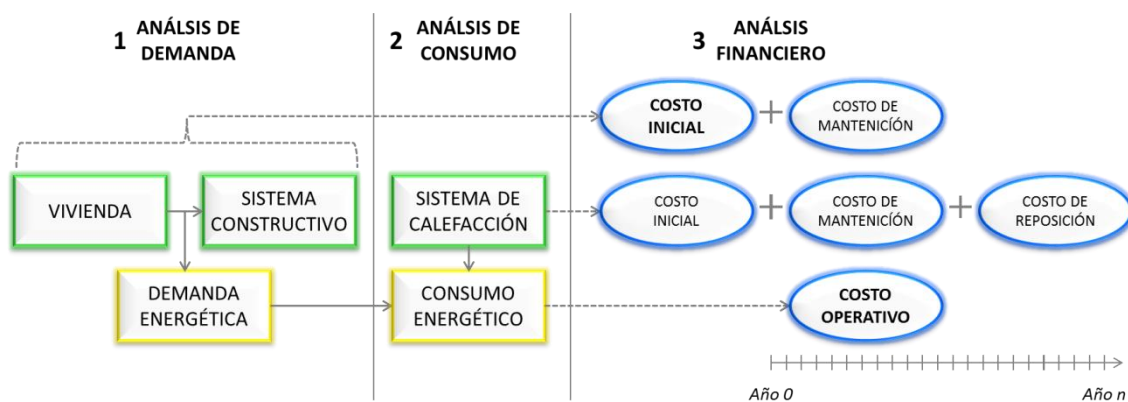


Gráfico 6.5: Mapa semántico del modelo de análisis particular

Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma que se estableció un mapa de ruta para la realización de la evaluación económica de las soluciones de vivienda, sistema constructivo y sistema de calefacción, puede realizarse un mapa genérico que permita evaluar otras soluciones según el caso.

En el Gráfico 6.6 se presenta un modelo de análisis genérico que pudiera aplicarse para otros estudios de evaluación del beneficio económico de la incorporación de soluciones de eficiencia energética.

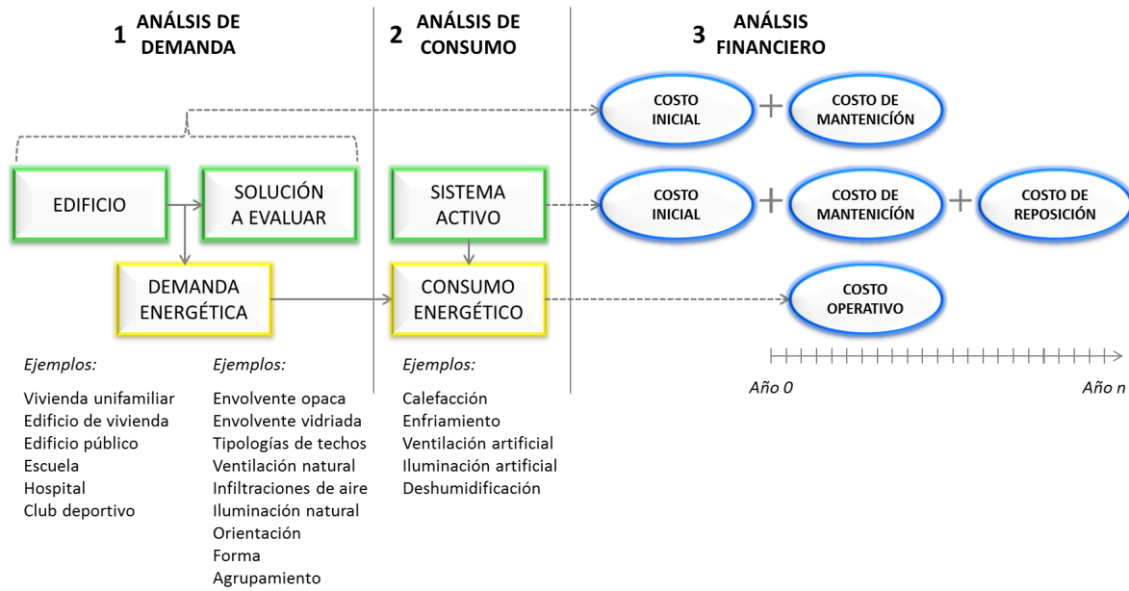


Gráfico 6.6: Mapa semántico del modelo de análisis general

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 7. Conclusiones generales

La responsabilidad del Hombre sobre el cuidado del planeta Tierra –nuestro hábitat– debe ser asumida por el bienestar de futuras generaciones. Factores sociales, ecológicos y económicos, deben conjugarse para conseguir un desarrollo sostenible en cada proyecto o temática que se aborde. En esta tesis se consideraron aspectos de carácter social respecto al confort y calidad de vida que deben asegurarse en la vivienda; aspectos ecológicos en cuanto a la demanda y consumo de energía requerida para su calefacción; junto a aspectos económicos financieros con fin de analizar el beneficio de la eficiencia energética.

Hoy día en Uruguay, aspectos sociales y energéticos están regulados por normativas vigentes que aseguran la habitabilidad en la vivienda. Aspectos energéticos están regulados por la reglamentación del valor de trasmittancia térmica aceptable, consiguiendo una reducción de la demanda energética respecto del caso base no aprobado para la construcción de vivienda social. Los gráficos presentados en las secciones de análisis de resultados del 0.

Simulación energética quedó expuesto que mientras que el caso base promedia una demanda anual de 134 W/m^2 el promedio de los sistemas avalados por el MVOTMA es de $95,7 \text{ W/m}^2$, implicando una reducción del 28,6%.

Los sistemas alternativos aprobados para la construcción de vivienda social, logran una calidad de envolvente aceptable según el concepto de calidad energética definido, asegurando el confort interior y alcanzándose consumos mínimos óptimos según la normativa vigente. Para los casos estudiados, los sistemas con estas calidades de envolvente presentaron requerimientos de acondicionamiento térmico similares independientemente de la tecnología utilizada. Se concluye entonces que el marco legal asegura al usuario acceder a una vivienda cuyo confort térmico está garantizado por la normativa vigente, minimizando pequeñas variaciones que se obtienen por el uso de las diferentes tecnologías disponibles en el mercado uruguayo.

Se verificó que puede conseguirse un beneficio económico producto de la incorporación de eficiencia energética. Para los casos estudiados se percibió ahorros en el VPN de las soluciones de hasta 11,4% respecto del caso base en un ACV a 20 años. En ciertos casos es posible percibir el periodo de repago en el ACV realizado, a partir del año 3. A modo de ejemplo, en el caso de la vivienda I, SCNT 2 y sistema de calefacción eléctrico el repago se percibe en el año 3, para sistema de calefacción a leña en el año 5 y para sistema de calefacción a supergás en el año 4, según modo de pago contado. Para el modo de pago financiado, los años de repagos resultaron 8, 12 y 9 respectivamente según sistema de calefacción.

Del análisis financiero surge que las soluciones más eficientes desde el punto de vista energético, no siempre resultaron ser más onerosas que las menos eficientes, pues a nivel de mercado existen otros criterios en juego, como paradigmas y valoraciones de los usuarios –ubicación, dimensiones, terminaciones– que en este estudio se consideraron como criterios no variables. A modo de ejemplo la vivienda I construida con SCNT 2 implica un costo según modo de pago contado de $\text{usd } 1.150/\text{m}^2$, mientras que la misma vivienda construida con SCT 2 tiene un costo de $\text{usd } 1.405/\text{m}^2$. El costo anual de calefacción con estufa a cuarzo de la primera es de $\text{usd } 855/\text{año}$ y de la segunda de $\text{usd } 896/\text{año}$, de lo que resulta que el SCNT 2 resultó de valor inicial y costo de calefacción anual más económico que el SCT 2.

Las formas de pago influyen en menor medida en los VPN de las viviendas estudiadas. A modo de ejemplo, el VPN de la vivienda I con sistema de calefacción eléctrico según modo pago contado es de usd 93.412, y según modo de pago financiado es de usd 96.583, implicando una diferencia del 3,28%.

Se entendió de antemano que el costo de la vivienda y el costo de calefacción son dos variables independientes, construir una vivienda y garantizar el confort térmico interior. Fueron analizadas comparativamente con fin contraponer los costos de las viviendas con la energía demandada para garantizar el confort térmico de calefacción interior. Los resultados de las evaluaciones económicas demuestran que no existe una correlación entre los costos iniciales de las viviendas y sus valores presentes netos para las distintas soluciones, por lo que queda validada la hipótesis planteada *—no existe una vinculación directa entre el costo de la vivienda y su costo de acondicionamiento térmico de calefacción en su etapa de uso—*. ¿Acaso las normativas pudieran conducir a la valoración económica de la eficiencia energética? ¿La Dirección Nacional de Catastro pudiera incluir la eficiencia energética en la Categorización catastral de una construcción? Se considera que el valor de demanda energética, como indicador de diseño pasivo de un edificio, es un elemento de simple evaluación y trascendente si se compara con una misma tecnología: a menor demanda, menor consumo.

En los análisis de consumo energético realizados se observó que pueden tener mayor incidencia económica la elección de la fuente de energía, que la demanda requerida. Se destaca una vez más que aspectos ambientales y de ciclo de vida de la producción de energía no fueron estudiados en esta tesis. Desde el punto de vista normativo, regular el consumo para calefacción resulta más complejo de evaluar, pues los sistemas activos de calefacción no siempre son parte de la vivienda, por lo que generalmente dependen de elecciones del usuario.

Se realizaron evaluaciones de los costos de construcción y costos de acondicionamiento térmico de calefacción para los sistemas elegidos en un periodo de ciclo de vida determinado. Cuando se realiza una evaluación financiera, las conjeturas realizadas en el análisis de demanda y consumo pueden variar, pues en las ecuaciones paramétricas inciden el periodo de análisis de ciclo de vida, la tasa de descuento y las tasas de escalonamiento de la energía. Se mostró en los gráficos del capítulo 6 que cuando se considera el costo anual de calefacción el sistema a leña la propuesta más económica

seguida del sistema a supergás y por último solución eléctrica, sin embargo, si se consideran los costos en el ACV la tecnología a gas resultó más onerosa que la electricidad.

A lo largo de la investigación, principalmente en el *Capítulo 2. Marco teórico* y *Capítulo 3. Metodología*, se analizaron parámetros locales determinantes para la investigación. Los mismos fueron de carácter climático, normativo, de uso y económico. Muchos de estos parámetros fueron obtenidos según datos de fuentes locales oficiales. Aquellos parámetros que no se obtuvieron mediante fuentes locales, fueron estimados por fuentes, normativas y protocolos internacionales, así como en algún caso se estimó a criterio personal –ej. estimación del costo de mantenimiento de las viviendas–. Hubiera sido un aporte complementario interesante, validar estos datos con encuestas tanto sobre las condiciones internas de las viviendas, parámetros de confort y calendarios de uso, así como supuestos del análisis financiero realizado, costos estimados de mantenimiento, recursos para calefacción, entre otros.

Se deja planteado como tema de investigación complementaria, el estudio de la calidad de calor y sus parámetros determinantes de generación de confort para tecnologías disponibles en el mercado.

El modelo de análisis propuesto consta de tres fases: análisis de demanda, análisis de consumo y análisis financiero. En cada fase se consideraron supuestos fijos y parámetros variables. Se consta que estos parámetros naturalmente afectaron los resultados obtenidos. En este sentido, se entiende que los supuestos definidos para los análisis pudieran ser considerados también como casos de estudio. Se observó que para los dos supuestos de pago analizados los VPN del ACV no difieren notoriamente al final del periodo de ciclo de vida pues la tasa de interés bancaria y la tasa de descuento considerada son similares.

El estudio realizado se concentró en el análisis de desempeño energético producto de la envolvente opaca. Entendiendo la vivienda como un sistema integral debieran equilibrarse las inversiones realizadas en eficiencia energética de distintos componentes. Para conseguir un balance energético eficiente, debe procurarse ajustar óptimamente las pérdidas térmicas por ventilación y transmisión de calor, en régimen de calefacción como se mostró en el diagrama Sankey (Figura 2.5), buscando que la demanda teórica requerida sea la menor posible. Este balance debe estar en concordancia con los parámetros locales, normativa vigente y el estado de avance de las tecnologías disponibles

en el mercado. A modo de ejemplo, la normativa prevé regulaciones para los componentes vidriados de la envolvente y cálculo de puentes térmicos aceptables. A su vez, las condiciones de viento locales, hacen trascendente la evaluación de pérdidas por infiltraciones de aire. Se cree interesante como investigación a futuro analizar estos componentes para evaluar las directrices de un balance energético integral de la vivienda montevideana.

El balance energético no solo se aplica a la vivienda, sino a todo producto tecnológico que demanda energía para funcionar. En este sentido, se alinea a la definición de desarrollo sostenible entendiendo que aspectos sociales, ecológicos y económicos deben trabajarse sinérgicamente. Se considera que lo primero a garantizar como punto de partida, es el aspecto social referido a la calidad de vida –en este caso dentro de la vivienda–. Luego aspectos ecológicos, deben desarrollarse con el avance de la tecnología atendiendo las necesidades sociales y acompañado de la viabilidad económica que permita su inserción en los mercados. El desafío que implica el desarrollo sostenible debe ser visto como un camino a recorrer y solo es factible si cada uno contribuye desde sus posibilidades.

Referencias bibliográficas

AIE. *World Energy Outlook 2009*. [en línea] Energía y sociedad <www.energiaysociedad.es/documentos/1_8_isostenibilidad_del_sistema_energetico_y_vias_de_solucion.html> [consulta: 6 abril 2014]

ARISTONDO, Graciela. *Scripta nova la legislación de la vivienda popular en el Uruguay del siglo xx*. [en línea] 2005. <www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-29.htm> [consulta: 6 abril 2014]

ARTE PROPIEDADES. *Vivienda social*. [en línea] Arte Propiedades <viviendasocial.com.uy/faq.html> [consulta: 6 abril 2014]

BANCO MUNDIAL. [en línea] <wdi.worldbank.org> [consulta: 1 junio 2014]

BCU. [en línea] <www.bcu.gub.uy> [consulta: 6 abril 2014]

BHU. *Historia*. [en línea] <www.bhu.com.uy/historia.html> [consulta: 6 abril 2014]

BHU. *Préstamo Adquisición de Vivienda*. [en línea] <www.bhu.com.uy/PrestamosHipotecarios.php> [consulta: 25 julio 2014]

BOBADILLA, Ariel. *Calidad Energética y Ambiental Interior de la Edificación habitacional en Chile. Análisis de las tendencias, logros y desafíos pendientes. Disertación doctoral no publicada*. Bélgica. Universite Catholique de Louvain. 2014.

GUÍA de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social por Waldo Bustamante "et al". Ed. Grafhika Copy Center. Santiago de Chile. 2009.

CONTI DE QUEIRUGA, Nydia. *La vivienda de interés social en el Uruguay*. Montevideo, Udelar. 2^{da} Ed. 1986.

CORTÉS, Luis. *La cuestión residencial. Bases para una sociología del habitar*. [en línea] Madrid, Ed. MarcoGraf. 1995. <books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vOR4RBLvgKoC&oi=fnd&pg=PA9&dq=habitar&ots=E7u1KUI9sM&sig=twrRwPewdyVIYrJI7pixuexAce8#v=onepage&q&f=false> [consulta: 18 junio 2014] ISBN 84-245-0709-6.

CRECE *venta de unidades nuevas fuera de la costa*. [en línea] Revista Propiedades. <www.revistapropiedades.com.uy/sites/default/files/permisos/mercado002.pdf> [consulta: 30 marzo 2014]

DEVELOPMENT AND VALIDATION of regression models to predict monthly heating demand for residential buildings. [en línea] Science Direct. Energy and Buildings, Volume 40, Issue 10, 2008, Pages 1825-1832. <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778808000844> [consulta: 18 octubre 2013] ISSN 0378-7788.

DEVELOPMENT OF REGRESSION equations for predicting energy and hygrothermal performance of buildings. Energy and Buildings, Volume 40, Issue 5, 2008, Pages 810-820. Disponible en <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778807001739> [consulta: 18 octubre 2013] ISSN 0378-7788.

DIAZ, Victorio. BARRENECHE, Raúl. *Acondicionamiento térmico de edificios.* [en línea] Buenos Aires, Nobuko. 2005. <biblioteca-pdf.blogspot.com/2011/12/acondicionamiento-termico-de-edificios.html> [consulta: 6 abril 2014].

DINAVI. *Estándares de desempeño y requisitos para la vivienda de interés social* [en línea] Facultad de Arquitectura. Universidad de la República. 2011. <www.farq.edu.uy/joomla/images/stories/ic1/estandares_vivienda_social.pdf> [consulta: 30 julio 2013].

DNE. *Política Energética 2005-2030.* [en línea] Dirección Nacional de Energía. 2010. <www.dne.gub.uy/documents/49872/0/Pol%C3%ADtica%20energ%C3%A9tica%202005-2030?version=1.0&t=1378917147456> [consulta: 6 abril 2014]

DNE. [en línea] Dirección Nacional de Energía. <www.dne.gub.uy> [consulta: 6 abril 2014]

DNM. [en línea] Dirección Nacional de Meteorología. <www.meteorologia.gub.uy> [consulta: 6 abril 2014]

DOW BUILDING SOLUTIONS. *Reducir el riesgo de condensaciones en la edificación. Aislamiento térmico de XPS (poliestireno extruido) y resistividad a la difusión del vapor de agua.* [en línea] <building.dow.com/europe/es/resources/art/reduc.htm> [consulta: 30 noviembre 2013].

EDSL. [en línea] <www.edsl.net> [consulta: 14 junio 2014]

EL ESTUDIO de casos por Irene Barrio del Castillo “et al” [en línea] Universidad Autónoma de Madrid. s.f. <www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Est_Casos_doc.pdf> [consulta: 24 junio 2014]

EL PAÍS. [en línea] <www.elpais.com.uy/tag/vivienda-de-interes-social> [consulta: 6 abril 2014]

EVISOS. [en línea] <montevideo.evisos.com.uy/venta-de-lena-seca-para-estufas-la-mejor-id-34724> [consulta: 6 abril 2014]

EXPERIMENTAL study on hygrothermal behaviour of retrofit solutions applied to old building walls. [en línea] Science Direct. Construction and Building Materials, Volume 35, October 2012, Pages 864-873. <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006181200342X> [consulta: 17 octubre 2013] ISSN 0950-0618.

FAJARDO, Laura. *Invertir en ladrillos es una opción conveniente.* [en línea] El Observador. 2012. <www.elobservador.com.uy/noticia/225464/invertir-en-ladrillos-es-hoy-una-opcion-conveniente> [consulta: 29 junio 2014]

GARCÍA PARDO, 199?. video *Vivienda Social Prefabricada.* [en formato digital] .

GARCÍA-MORALES S., LÓPEZ-GONZÁLEZ L., COLLADO-GÓMEZ A. *Metodología de inspección higrotérmica para la determinación de un factor intensidad de evaporación en edificios históricos,* Informes de la Construcción Vol. 64, Nº EXTRA, 69-78, diciembre 2012. Disponible en <informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewArticle/2438> [consulta: 30 noviembre 2013] ISSN: 0020-0883 e ISSN: 1988-3234.

GAVIRA, María Jesús. LINARES, María Pilar. *Comportamiento higrotérmico de la envolvente del edificio según el cte. Análisis de las condensaciones mediante el cálculo de la humedad relativa interior. Soluciones alternativas: sistemas de ventilación por caudal variable.* [en línea] <digital.csic.es/bitstream/10261/5832/1/Gavira_IETCC.pdf> [consulta: 28 julio 2013].

GILBOA, Felicia. "et al". *La vivienda social. Evaluación de programas y tecnologías.* Montevideo. FARq.UdelaR-SAU, 1999.

LA VIVIENDA social. Evaluación de programas y tecnologías por Felicia Gilboa "et al". Montevideo, Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República y Sociedad de Arquitectos del Uruguay. 1999.

GONZÁLEZ, Alex. *Evaluación de herramientas de simulación energética: estudio del caso de la determinación de la demanda de calefacción en viviendas en concepción. Tesis para optar al grado de magíster en hábitat sustentable y eficiencia energética.* Concepción, Universidad del Bío-Bío. 2012.

HATT, Tobías. *El estándar "Passivhaus" en el centro-sur de Chile un estudio paramétrico multifactorial. Tesis doctoral.* Concepción, Universidad del Bío-Bío. 2012.

HENDRON, Robert. ENGBRECHT, Cheryn. *Building America House Simulation Protocols.* Building America. U. S. Department of Energy. 2010.

HERNANDEZ S., Roberto. *Metodología de la investigación*. McGrawHill. México. 5ta ed. 2010. ISBN 978-607-15-0291-9

HYGROTHERMAL properties of building envelopes: Reliability of the effectiveness of energy saving [en línea] Science Direct. Energy and Buildings, Volume 57, February 2013, Pages 187-192. <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778812006020> [consulta: 18 octubre 2013] ISSN 0378-7788.

IMM. *Volumen XV Planeamiento de la Edificación*. [en línea] 2009. <normativa.montevideo.gub.uy/articulos/86220> [consulta: 30 julio 2013]

IMM. *Reglamentación de aislación térmica de las edificaciones*. [en línea] 2011. <www.montevideo.gub.uy/ciudadania/contralor-de-la-edificacion/reglamentacion-de-aislacion-termica-de-las-edificaciones> [consulta: 1 junio 2014]

IMM. *Cálculo de transmitancia térmica*. [en línea] 2012. <www.montevideo.gub.uy/ciudadania/contralor-de-la-edificacion/calculo-de-transmitancia-termica> [consulta: 1 junio 2014]

IMM. *Modelo SUAMVI. Sustentabilidad Ambiental de la Vivienda. Obra Nueva*. [en línea] 2012. <mvd2030.montevideo.gub.uy/sites/mvd2030.montevideo.gub.uy/files/descargas/modelo_suamvi.pdf> [consulta: 30 julio 2013]

INE. *Informe de Divulgación sobre Situación de la Vivienda en Uruguay* [en línea] 2006. <www.ine.gub.uy/enha2006/ENHA_Vivienda_%20Final_Corr.pdf> [consulta: 28 julio 2013].

INE. *Indicadores de actividad y precios del sector inmobiliario*. [en línea] 2011. <www.ine.gub.uy/biblioteca/valorvenal/2011%20Publicacion%20indicadores%20inmobiliarios.pdf> [consulta: 16 marzo 2014].

INE. [en línea] <www.ine.gub.uy> [consulta: 30 julio 2013].

IPIE. *Infraestructura y construcción*. [en línea] 2013. <www.uruguayxxi.gub.uy/wp-content/uploads/2011/11/Construcci%C3%B3n-2013-Uruguay-XXI1.pdf> [consulta: 16 marzo 2014]

JANDA, Kathryn. *Buildings don't use energy: people do* [en línea] Quebec. 2009. <www.eci.ox.ac.uk/publications/downloads/janda09buildingsdont.pdf> [consulta: 18 octubre 2013] ISSN 0950-0618.

JOHANSSON, ROLF. *Case Study Methodology*. [en línea] 2003. <www.psyking.net/htmlobj-3839/case_study_methodology-_rolf_johansson_ver_2.pdf> [consulta: 16 junio 2014]

LAZENBY, G. *La casa sana: cómo saber que su casa ejerce una influencia positiva en su salud*, Barcelona, Blume. 2007.

LEY Nº 18.125. URUGUAY. *Modificación a la carta orgánica del banco hipotecario del Uruguay*. [en línea] 2007. <www.parlamento.gub.uy/leyes/AccesoTextoLey.asp?Ley=18125&Anchor=> [consulta: 6 abril 2014]

LEY Nº 18.795. URUGUAY. *Acceso a la Vivienda de Interés Social*. [en línea] Poder Legislativo. 2011. <www.parlamento.gub.uy/leyes/AccesoTextoLey.asp?Ley=18795&Anchor=> [consulta: 6 abril 2014]

MAGRI DÍAZ, Altaïr Jesica. *El rol de las políticas de vivienda en la eficiencia sistémica de los países en desarrollo: análisis aplicado a la experiencia en Uruguay*. [en línea] Revista INVI vol.28 no.79 Santiago, 2013. <www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-83582013000300002&script=sci_arttext> [consulta: 18 junio 2014] ISSN 0718-8358.

MAGRI DÍAZ, Altaïr Jesica. *Una reforma 'exitosa': la política de vivienda en Uruguay entre 1990 y 2000*. [en línea] 2002. <habitat.aq.upm.es/boletin/n29/aamag.html> [consulta: 30 marzo 2014]

MAGRI, Altaïr Jesica. *La política social de vivienda en Uruguay Itinerarios, cambios y continuidades en el debate político, las instituciones y los actores en los siglos XX y XXI en perspectiva comparada con países del cono sur de América Latina*. [en línea] 2012. <[www.fcs.edu.uy/archivos/La%20Politica%20Social%20de%20Vivienda%20en%20Uruguay...%20\(05-07-12\).pdf](http://www.fcs.edu.uy/archivos/La%20Politica%20Social%20de%20Vivienda%20en%20Uruguay...%20(05-07-12).pdf)> [consulta: 30 marzo 2014]

MERCOCIUDADES. *Río + 20. El rol de las ciudades a 20 años de la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro*. [en línea] 2012. <www.mercociudades.org/sites/portal.mercociudades.net/files/Documento_Mercociudades_hacia_Rio_20_10052012.pdf> [consulta: 30 marzo 2014]

MET URUGUAY. [en línea] <meturuguay.blogspot.com> [consulta: 6 abril 2014]

METEONORM. [en línea] <meteonorm.com> [consulta: 11 de junio]

METHOD and case study of quantitative uncertainty analysis in building energy consumption inventories. [en línea] Science Direct. Energy and Buildings, Volume 57, February 2013, Pages 193-198. <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778812005634> [consulta: 18 octubre 2013] ISSN 0378-7788.

MIEM. *Informe Encuesta Leña*. [en línea] 2012. <www.miem.gub.uy/documents/112315/1917292/Informe_Encuesta_Le%C3%B1a_2012.pdf> [consulta: 1 junio 2014]

MIEM. [en línea] <www.miem.gub.uy> [consulta: 1 junio 2014]

- MINISTERIO DE VIVIENDA. *Código Técnico de la Edificación*. Sección HS. España. 2006.
- MVOTMA. *Sistemas constructivos no tradicionales*. [en línea] <www.mvotma.gub.uy/tu-vivienda/construir/sistemas-constructivos-no-tradicionales> [consulta: 6 abril 2014]
- MVOTMA. [en línea] <www.mvotma.gub.uy> [consulta: 6 abril 2014]
- ESCORCIA, Olavo. *Manual para la investigación. Guía para la formulación, desarrollo y divulgación de proyectos*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2010.
- OLGYAY, V. *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona, GG, 1998.
- PARDIS, ALIZADEH. *Case Study as a Methodology in Architectural Research*. [en línea] 2006. <irandanesh.febpc.com/FileEssay/tahghighat-87-1-16-b-sy.pdf> [consulta: 16 junio 2014]
- SCHOENAUER, Norbert. 1984. *6.000 años de hábitat : de los poblados primitivos a la vivienda urbana en las culturas de oriente y occidente*. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- SEG INGENIERÍA. [en línea] <www.segingenieria.com> [consulta:15 junio 2014]
- UPME. *Propuestas de esquemas financieros aplicables a proyectos de eficiencia energética y fuentes no convencionales de energía*. [en línea] <www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=ef6pbeMehIU%3D&tabid=91&mid=449&language=en-US> [consulta: 1 junio 2014]
- UNCSO. RIO+20. *El futuro que queremos*. [en línea] 2012. <www.un.org/es/sustainablefuture/pdf/spanish_riomas20.pdf> [consulta: 28 junio 2014]
- UNVENU. *Histórico Precios de Combustible* [en línea] <www.unvenu.org.uy/categorias/historico-precios-de-combustible> [consulta: 1 junio 2014]
- URUGUAYSUSTENTABLE. *BHU y Campiglia Construcciones firman acuerdo para construcción de 116 apartamentos*. [en línea] <www.uruguaysustentable.com.uy/sociedad/bhu-y-campiglia-construcciones-firman-acuerdo-para-construccion-de-116-apartamentos> [consulta: 6 abril 2014]
- UTE. [en línea] <www.ute.com.uy> [consulta: 6 abril 2014]
- WADEL. *Los edificios y la eficiencia Energética*. [en línea] Fundación Gas Natural de Fenosa. 2009. <www.fundaciongasnaturalfenosa.org/SiteCollectionDocuments/Actividades/Seminarios/Logro%3B1o%20170309/2.%20Gerardo%20Wadel.pdf> [consulta: 6 abril 2014]

Anexo A – SCT

Generalidades

La construcción tradicional uruguaya es un sistema de construcción húmedo y artesanal. Está constituido por una estructura de muros portantes a base de ladrillos, bloques o piedra, o estructura independiente de hormigón armado con cerramientos de mampuestos cerámicos. Los tabiques interiores son de mampuestos de ladrillo, ticholos, bloques, entre otros. Las cubiertas pueden ser de chapa, losas de hormigón armado, tejas cerámicas, entre otras.

La ventaja de estos sistemas es que se ejecutan mayoritariamente con recursos locales y accesibles. Es sumamente versátil, otorgando libertad creativa a quien proyecta.

Es un sistema sucio y con altos niveles de desperdicio. En ciertos casos, requiere realizar marcha y contramarcha los procedimientos constructivos, por ejemplo, para prever las instalaciones deben picarse los muros y luego cubrir los paramentos con revoques a base de arena, portland.

La construcción tradicional requiere el uso de maquinaria pesada y equipos de acarreo de materiales. Este sistema lento y pesado suele ser consecuentemente costoso.

Por su larga difusión en Uruguay se cuenta con recursos humanos aptos para realizar construcciones sólidas y durables. Sin embargo, el control de calidad en obra es difícil y muchas veces se producen fallas en la ejecución, provocando posteriores patologías constructivas y consecuentes costos adicionales de mantenimiento.



Figuras A.1: Construcción tradicional

Fuente: MVOTMA

Componentes del sistema



Figuras A.2: Componentes del sistema tradicional

Procedimiento constructivo

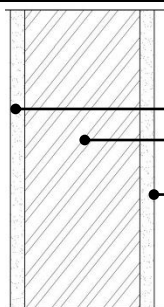
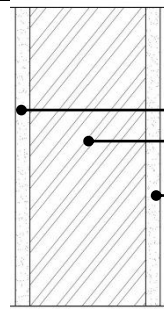
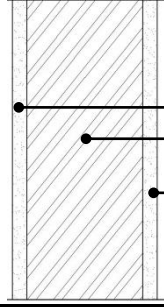
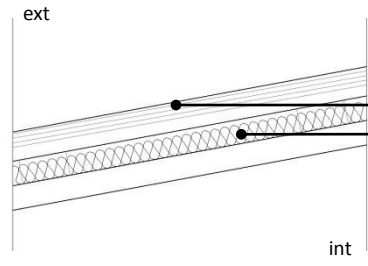


Figuras A.3: Procedimiento constructivo tradicional

Fuente: MVOTMA

Características técnicas de los componentes del SCT 1

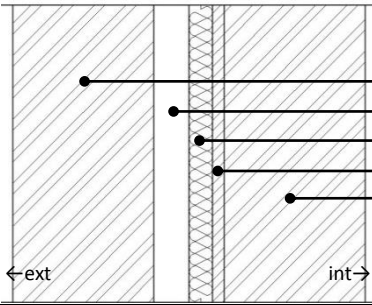
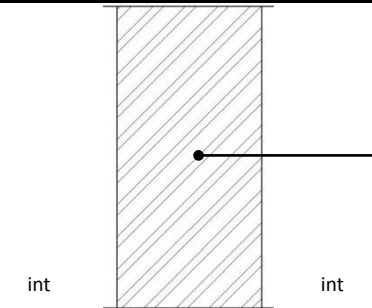
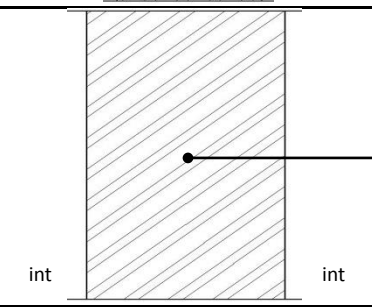
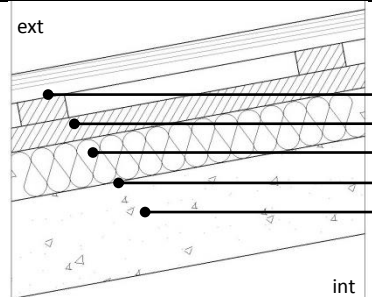
Tabla A.1: Características técnicas de los componentes del SCT 1

		Materiales	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/KgK	
SCT 1	ext		1-Mortero exterior 2-Bloque de hormig. de 8x19x39 3-Mortero interior	0,015 0,080 0,015	1,400 1,000 1,100	34,0 23,0 34,0	2100,0 1300,0 1800,0	920,0 920,0 920,0
	$U = 3,645 \text{ W/m}^2\text{K}$							
	int		1-Mortero interior 2-Bloque de hormig. de 8x19x39 3-Mortero interior	0,015 0,080 0,015	1,100 1,000 1,400	34,0 23,0 34,0	1800,0 1300,0 2100,0	920,0 920,0 920,0
	$U = 3,645 \text{ W/m}^2\text{K}$							
SCT 1	int		1-Mortero interior 2-Bloque de hormig. de 8x19x39 3-Mortero interior	0,015 0,080 0,015	1,100 1,000 1,100	34,00 23,00 34,00	1800,0 1300,0 2100,0	920,0 920,0 920,0
	$U = 3,645 \text{ W/m}^2\text{K}$							
SCT 1	ext		1-Chapa de Zinc 2-Poliestireno exp.	0,0020 0,0200	112,000 0,039	9999,99 21,00	7100,0 15,0	380,0 1210,0
	int		$U = 1,53 \text{ W/m}^2\text{K}$					

Fuente: elaboración propia en base a datos suministrado por biblioteca de materiales de TAS.

Características técnicas de los componentes del SCT 2

Tabla A.2: Características técnicas de los componentes del SCT 2

		Materiales	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/KgK
SCT 2		1-Ladrillo de campo	0,120	0,650	8,0	1300,0	750,0
		2-Cámara de aire	0,030	Conv. 1,01	1,0	0,0	0,0
		3-Poliestireno exp.	0,020	0,039	21,0	15,0	1210,0
		4-Hidrófugo	0,010	1,400	1,0	2100,0	920,0
		5-Ladrillo de campo (expuesto a la lluvia)	0,120	0,790	8,0	1300,0	750,0
		$U = 0,829 \text{ W/m}^2\text{K}$					
SCT 2		1-Ladrillo e campo	0,120	0,65	8,0	1300,0	750,0
SCT 2		1-Ladrillo de campo	0,200	0,65	8,00	1300,0	750,0
SCT 2		1-Chapa de Zinc	0,0020	112,000	9999,99	7100,0	380,0
		2-Cámara de aire	0,0500	Conv. 1,77	1,00	0,0	0,0
		3-Poliestireno exp.	0,0500	0,039	21,00	15,0	1210,0
		4-Film de polietileno	0,0002	14,000	0,001	1090,0	2100,0
		5-Losa de HA	0,1000	1,630	24,00	2400,0	920,0
		$U = 0,773 \text{ W/m}^2\text{K}$					

Fuente: elaboración propia en base a datos suministrado por biblioteca de materiales de TAS.

Anexo B – SCNT 1

Generalidades

SCNT 1 es un sistema de construcción prefabricado que puede desarrollarse in situ, o parte en taller y parte in situ. El mismo está compuesto por una estructura de acero (SCNT 1 Framing) y morteros proyectados (SCNT 1 Morteros: SCNT 1 Protect, SCNT 1 Finish y SCNT 1 Flooring).

Es un sistema que ofrece flexibilidad arquitectónica facilitando la construcción de muros según las indicaciones del proyecto, siendo compatible con otros sistemas constructivos. Requiere menos operarios en obra en relación al sistema de construcción tradicional y no requiere operarios de gran experiencia, por la facilidad de uso y manejo del producto.

Los productos SCNT 1 Framing son producidos con una perfiladora móvil, la cual dobla y perfora los perfiles en frío a partir de flejes de acero galvanizado. Las máquinas pueden ser montadas en cualquier parte de la fábrica o a pie de obra, quedando operativa para la producción de perfiles en cuestión de horas. Una ventaja característica del sistema es el bajo volumen de desperdicio que presenta. Los paneles de vigas, viguetas del piso, paneles de techo, cerchas y paneles de pared se producen de acuerdo al proyecto arquitectónico. SCNT 1 ofrece las ventajas de montaje de un sistema liviano y las ventajas de solidez de un sistema rígido. El ensamblaje requiere únicamente una remachadora de aire comprimido y remaches disponibles en el mercado local.

SCNT 1 utiliza un porcentaje de materiales naturales, reciclados y desechos incluyendo Poliuretano Expandido Reciclado. Siempre que sea posible se utiliza cemento reciclado, yeso, aditivos orgánicos de origen mineral que son mezclados con agua y arena.

SCNT 1 Pavimento es un mortero autonivelante que contiene un aglutinante orgánico a base de minerales, el cual le provee las propiedades autonivelantes. Sobre el mismo es posible aplicar cualquier tipo de terminación sin necesidad de realizar un alisado de nivelación.

SCNT 1 Protect (Insulterm 500 / Insulterm 600) es un mortero proyectado liviano con EPS, que contiene un mineral orgánico que le proporciona trabajabilidad. Es un material ignífugo, de prestaciones térmicas y acústicas acordes a las exigencias normativas. Este mortero puede aplicarse con distintos tipos de acabados (SCNT 1 en sitio oficial del sistema).

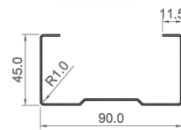


Figuras B.1: SCNT 1
Fuente: SCNT 1

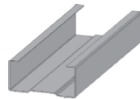
Componentes del sistema



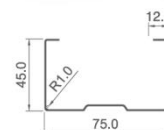
Perfil de salida



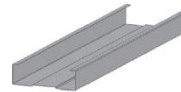
90x45x12.5mm
Perfil de espesor 0.75mm to 1.20mm
Bobina Ancho 190mm



Perfil de salida



75x45x12.5mm
Perfil de espesor 0,75 mm a 1,20 mm
Bobina Ancho



Figuras B.2: Componentes del SCNT 1

Fuente: SCNT 1

Procedimiento de montaje y ensamblado

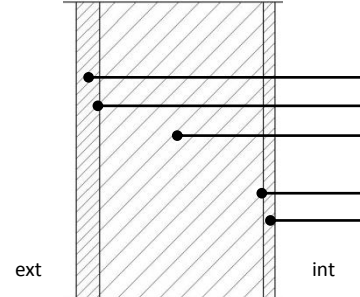
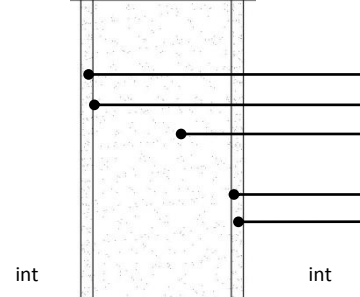
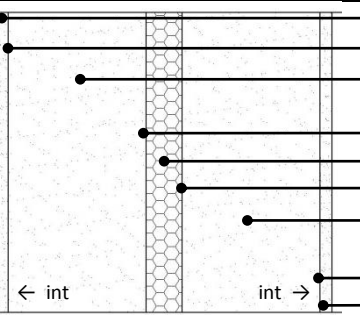
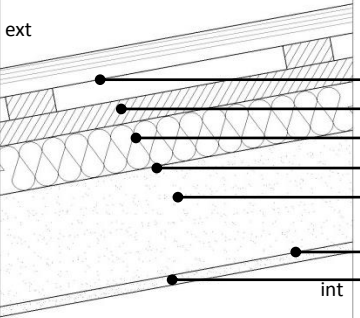


Figuras B.3: Procedimiento constructivo SCNT 1

Fuente: SCNT 1

Características técnicas de los componentes del sistema

Tabla B.1: Características técnicas de los componentes del SCNT 1

		Materiales	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/KgK	
SCNT 1		1-Acabado SCNT1	0,020	0,349	34,0	1355,0	920,0	
		2- Malla electrosol.						
		3-Protección SCNT1 /Estructura metálica	0,140	0,138	34,0	644,0	920,0	
		4-Malla electrosol.						
		5- Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,0	1355,0	920,0	
		U = 0,787 W/m²K						
SCNT 1		1-Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,0	1355,0	920,0	
		2- Malla electrosol.						
		3-Protección SCNT1 /Estructura metálica	0,115	0,138	34,0	644,0	920,0	
		4-Malla electrosol.						
		5- Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,0	1355,0	920,0	
SCNT 1		1-Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,00	1355,0	920,0	
		2- Malla electrosol.						
		3-Protección SCNT1 /Estructura metál.	0,115	0,138	34,00	644,0	920,0	
		4-Malla electrosol.						
		5- Lana de vidrio	0,030	0,040	2,88	12,0	833,0	
		6- Malla electrosol.						
		7-Protección SCNT1 /Estructura metál.	0,115	0,138	34,00	644,0	920,0	
		8-Malla electrosol.						
		9- Acabado SCNT1	0,010	0,349	34,00	1355,0	920,0	
SCNT 1		1-Chapa de Zinc	0,0020	112,000	9999,99	7100,0	380,0	
		2-Cámara de aire	0,0500	Conv. 1,77	1,00	0,0	0,0	
		3-Poliestireno exp.	0,0500	0,039	21,00	15,0	1210,0	
		4- Malla electrosol.						
		5-Protección SCNT1 /Estructura SCNT1	0,1400	0,138	12,00	644,0	920,0	
		6-Malla electrosol.						
		7-Acabado SCNT1	0,0100	0,349	12,00	1355,0	920,0	
		U = 0,440 W/m²K						

Fuente: elaboración propia en base a datos suministrado por biblioteca de materiales de TAS y proveedores.
 Los datos de SCNT fueron aprobados por los proveedores de los sistemas.

Anexo C – SCNT 2

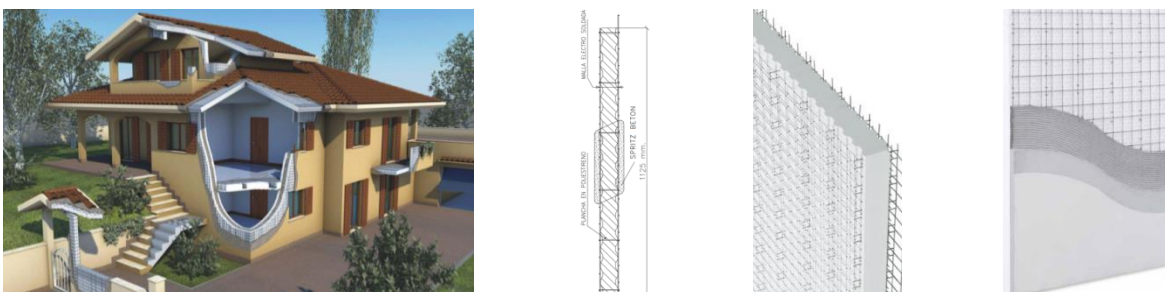
Generalidades

SCNT 2 es un sistema italiano que consiste en el montaje de paneles portantes de alma de poliestireno expandido sintetizado (EPS) y una estructura metálica cubierta de revoque proyectado o vaciado de hormigón según el caso. Es un sistema antisísmico que permite construir edificios diversos de hasta 20 pisos de altura. En Uruguay está habilitado por el MVOTMA la construcción de 3 pisos de altura. SCNT 2 está certificado en calidad por la norma UNI EN ISO 9001. SCNT 2 controla permanentemente sus componentes y sistema integral por medio de su laboratorio Para la emisión de certificados, realizan controles de calidad con técnicos externos.

Los paneles se producen industrialmente, disponiendo de distintos elementos constructivos: paredes portantes, tabiques divisorios, pisos, cubiertas, escaleras. Las construcciones son realizadas totalmente con el sistema, optimizando los tiempos de obra. El principal elemento del sistema es un panel modular compuesto por un alma de poliestireno expandido moldeada y dos o cuatro tramas de acero galvanizado electrosoldadas a cada lado del panel y unidas por conectores de acero galvanizado. El EPS es uno de los elementos básicos del sistema constructivo. Cumple con la doble función de encofrado perdido y capa aislante. Los bloques son producidos en la fábrica y seccionados con un pantógrafo con hilos de cobre caliente. La geometría, espesor y densidad de los paneles varía según los requerimientos. Normalmente, la densidad mínima empleada es de 15 kg/m³.

La estructura metálica de acero es producida en la fábrica de SCNT 2. La misma está compuesta por redes de acero conformada por barras de diámetros entre 2,5 y 5 mm dependiendo los requerimientos. Pueden proveerse paneles con mallas y características geométricas a medida. El equipo de ensamblaje y soldadura automática produce el sándwich de una o dos planchas de poliestireno y dos o cuatro mallas electrosoldadas, dependiendo el tipo de panel a confeccionar.

Una vez en obra, los paneles SCNT 2 se montan, anclan y completan con la aplicación de mortero proyectado en ambas caras, consolidándose la estructura autoportante. Los entrepisos llevan una carpeta de compresión que brinda resistencia adecuada. (SCNT 2 en sitio oficial del sistema).



Figuras C.1: SCNT 2

Fuente: SCNT 2.

Componentes del sistema



Figuras C.2: Componentes del sistema SCNT 2

Fuente: SCNT 2

Procedimiento de montaje y ensamblado



Figura C.3: Procedimiento constructivo SCNT 2
Fuente: SCNT 2

Características técnicas de los componentes del sistema

Tabla C.1: Características técnicas de los componentes del SCNT 2

		Materiales	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/KgK	
SCNT 2	<p>ext int</p>	1-Mortero	0,035	1,400	34,0	2100,0	920,0	
		2-Malla de acero						
		3-Poliestireno exp.	0,080	0,039	21,0	15,0	1210,0	
		4-Malla de acero						
		5-Mortero	0,035	1,100	34,0	1800,0	920,0	
		U = 0,439 W/m²K						
SCNT 2	<p>int int</p>	1-Revoque	0,035	1,100	34,0	1800,0	920,0	
		2-Malla de acero						
		3-Poliestireno exp.	0,060	0,039	21,0	15,0	1210,0	
		4-Malla de acero						
		5-Revoque	0,035	1,100	34,0	1800,0	920,0	
SCNT 2	<p>int int</p>	1-Revoque	0,035	1,100	34,00	1800,0	920,0	
		2-Malla de acero						
		3-Poliestireno exp.	0,050	0,039	21,00	15,0	1210,0	
		4-Malla de acero						
		5-Lana de vidrio	0,080	0,040	2,88	12,0	833,0	
		6-Malla de acero						
		7-Poliestireno exp.	0,050	0,039	21,00	15,0	1210,0	
		8-Malla de acero						
		9-Revoque	0,035	1,100	34,00	1800,0	920,0	
SCNT 2	<p>ext int</p>	1-Chapa de Zinc	0,0020	112,000	9999,99	7100,0	380,0	
		2-Cámara de aire	0,0500	Conv. 1,77	1,00	0,0	0,0	
		3-Carpteta de compresión	0,0500	2,000	34,00	2400,0	920,0	
		4-Malla de acero						
		5-Poliestireno exp.	0,0800	0,039	21,00	10,0	1210,0	
		6-Malla de acero						
		7-Revoque	0,0350	1,100	34,00	1800,0	920,0	
		U = 0,415 W/m²K						

Fuente: elaboración propia en base a datos suministrado por biblioteca de materiales de TAS y proveedor de SCNT 2.

Anexo D – SCNT 3

Generalidades

SCNT 3 es un sistema constructivo canadiense que se inserta en el mercado uruguayo en el año 1998. SCNT 3 es un sistema de muros completamente industrializado que consiste en el montaje de piezas de PVC. Los componentes son producidos en la planta industrial de La Plata - Argentina y transportados a pie de obra en camiones.

El sistema se compone de paneles y conectores de diversas secciones y de altura regulable que se ensamblan mediante un machihembrado, conformando distintos tipos de cerramientos. Según los requerimientos proyectuales las piezas de PVC pueden ser rellenas con hormigón portante, hormigón alivianado, poliestireno expandido, poliuretano, arena, etc. Los paneles se anclan conformando una estructura monolítica, viabilizando su utilización para edificios en altura.

Resiste agentes externos, radiaciones ultravioletas, y es inalterable con el tiempo. El PVC es lavable y puede permanecer como terminación, sin requerir pintura, ni mantenimiento. Admite revoques, enlucidos, revestimientos, pinturas, empapelados, entre otras terminaciones. SCNT 3 es compatible con distintos sistemas y se adecúa a las particulares del sitio de implantación. El sistema permite versatilidad de diseños y programas edilicios, adaptándose al proyecto, produciéndose las piezas para cada obra.

El sistema no requiere mano de obra especializada, promoviendo la autoconstrucción. Las piezas son livianas, por lo que se manipulan de forma manual, sin requerir equipos para su montaje. El desarrollo de la obra es limpio y los desperdicios de material son mínimos.



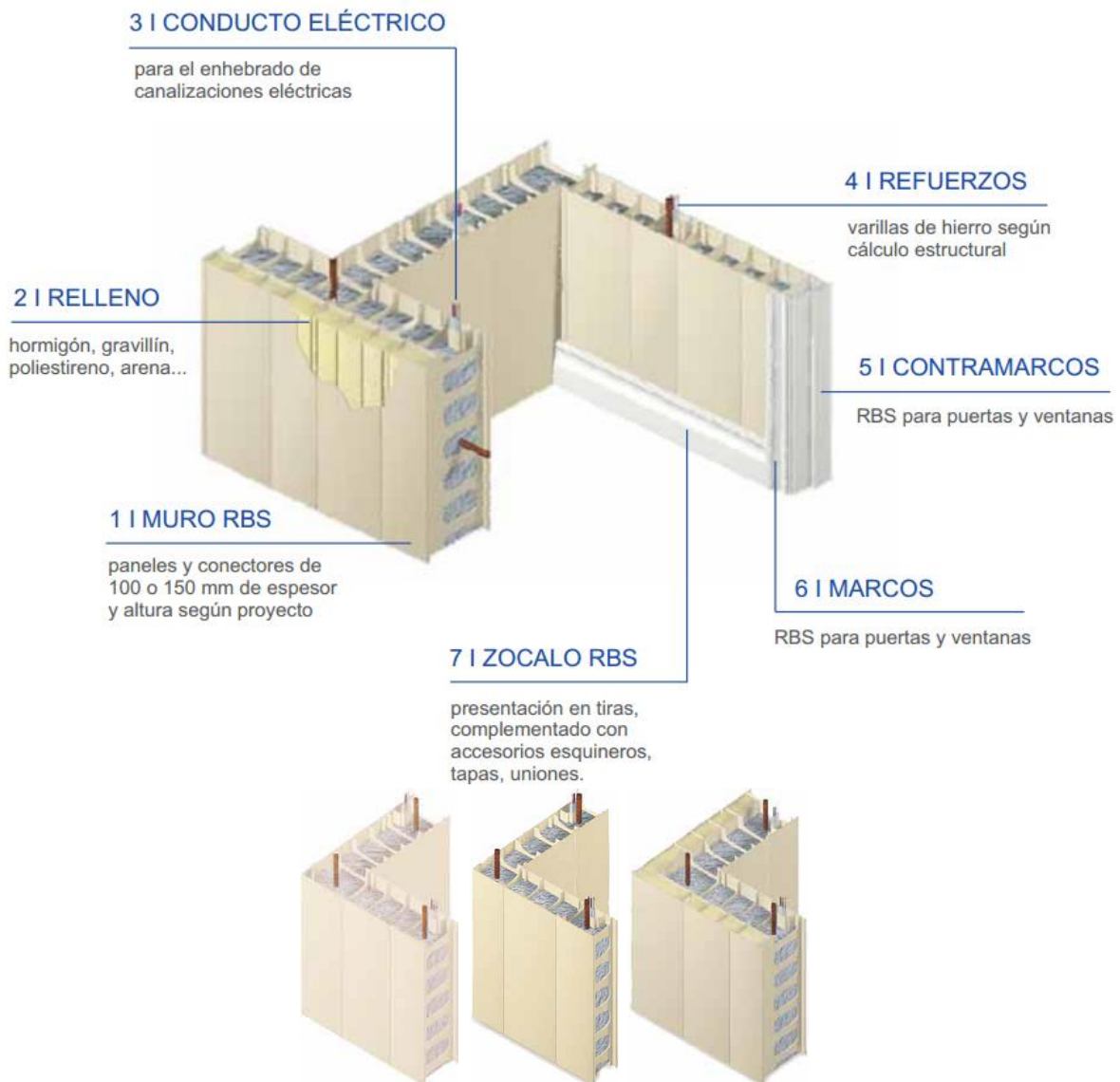
Figuras D.1: SCNT 3

Fuente: SCNT 3

Componentes del sistema

El aislamiento térmico y acústico consigue alcanzar exigencias normativas y verificadas a través de cálculos y ensayos. *“Es un sistema totalmente hermético a la entrada de aire y estanco al agua, lo cual lo hace apropiado para cualquier tipo de clima.*

Los componentes del sistema SCNT 3 representan entre un 40 y un 60% de la obra, completándose la construcción en forma tradicional o incluso combinando otros subsistemas en los rubros restantes como fundaciones, cubierta, instalaciones, equipamiento y terminaciones en pisos y revestimientos” (SCNT 3 en sitio web del sistema).



Figuras D.2: Componentes del sistema SCNT 3

Fuente: SCNT 3

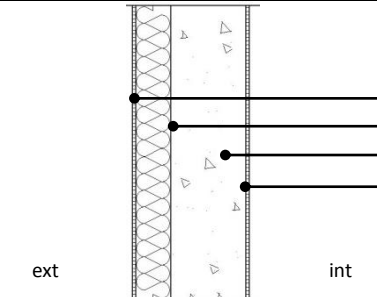
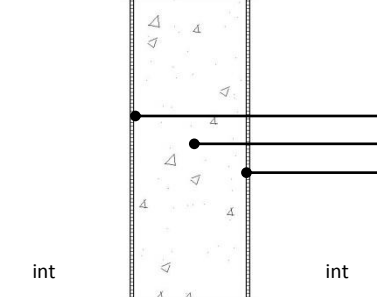
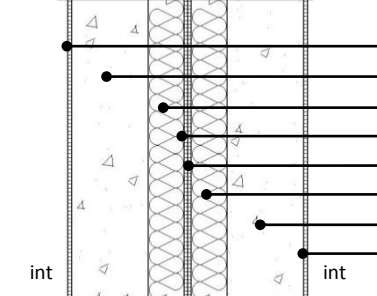
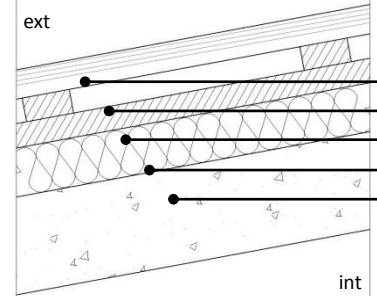
Procedimiento de montaje y ensamblado



Figuras D.3: Componentes del SCNT 3
Fuente: SCNT 3

Características técnicas del panel



Tabla D.1: Características técnicas del componentes del SCNT 3


		Materiales	Ancho m	Conduct. Térmica W/mK	Factor de difusión de vapor	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/KgK
SCNT 3		1-PVC SCNT3 2-Poliestireno exp. 3-Hormigón 4-PVC SCNT3	0,003 0,030 0,064 0,003	0,160 0,032 1,650 0,160	99,0 21,0 24,0 99,0	1390,0 24,0 2200,0 1390,0	837,0 1210,0 920,0 837,0
	U = 0,657 W/m²K						
SCNT 3		1-PVC SCNT3 2-Hormigón 3-PVC SCNT3	0,003 0,094 0,003	0,160 1,650 0,160	99,0 24,0 99,0	1050,0 2200,0 1050,0	837,0 920,0 837,0
	U = 0,657 W/m²K						
SCNT 3		1-PVC SCNT3 2-Hormigón 3-Poliestireno exp. 4-PVC SCNT3 5-PVC SCNT3 6-Poliestireno exp. 7-Hormigón 8-PVC SCNT3	0,003 0,064 0,030 0,003 0,003 0,030 0,064 0,003	0,160 1,650 0,032 0,160 0,160 0,032 1,650 0,160	99,00 24,00 21,00 99,00 99,00 21,00 24,00 99,00	1390,0 2200,0 24,0 1390,0 1390,0 24,0 2200,0 1390,0	837,0 920,0 1210,0 837,0 837,0 1210,0 920,0 837,0
	U = 0,657 W/m²K						
SCNT 3		1-Chapa de Zinc 2-Cámara de aire 3-Poliestireno exp. 4-Film de polietileno 5-Losa de HA	0,0020 0,0500 0,0500 0,0002 0,1000	112,000 Conv. 1,77 0,039 14,000 1,630	9999,99 1,00 21,00 0,001 24,00	7100,0 0,0 21,0 1090,0 2400,0	380,0 0,0 1210,0 2100,0 920,0
	U = 0,446 W/m²K						

Fuente: elaboración propia en base a datos suministrado por biblioteca de materiales de TAS y proveedores.
Los datos de SCNT fueron aprobados por los proveedores de los sistemas.

Anexo E – Sistemas de calefacción

Tabla E.1: Características de los sistemas de calefacción elegidos

Estufa a cuarzo 			
Descripción	Ventajas	Desventajas	Costo
<p>Son equipos independientes en los que el calentamiento del ambiente se realiza mediante resistencias eléctricas que transmiten el calor por medio de la radiación.</p> <p>Se tienen equipos desde 1.000W a 1.500W de potencia, en general, con 2 niveles de funcionamiento. Según su potencia pueden llegar a calefaccionar ambientes de hasta 10m2. Son aconsejables para ambientes pequeños.</p> <p>Deben encenderse en el momento deseado para calefaccionar, con una elevada potencia instantánea de consumo.</p>	<p>Instalación rápida y sin costo. Puede ser utilizado en cualquier tipo de vivienda.</p> <p>Baja inversión inicial con un sencillo y barato mantenimiento.</p> <p>No consume oxígeno ni emite gases dentro del ambiente.</p>	<p>No presentan un gran confort térmico pues generan un calor muy localizado.</p> <p>Elevado costo de energía asociada al equipo.</p> <p>Equipos a la vista con su peligro asociado puesto que no cuentan con dispositivos de seguridad.</p> <p>Generan luz en el ambiente, pudiendo molestar en el descanso.</p> <p>En general, no presentan un termostato para el encendido/apagado automático.</p>	<p>El precio de una estufa a cuarzo de 1.400W de potencia ronda los \$1.100.</p>
Salamandra 			
Descripción	Ventajas	Desventajas	Costo
<p>Estufas a leña del tipo cerradas. En general son de hierro fundido y presentan una regulación manual de entrada de aire.</p> <p>La combustión se realiza en una cámara de combustión de hierro y el humo es directamente evacuado a través del ducto o chimenea. Intercambian calor con el ambiente por medio de la radiación.</p> <p>Dependiendo de su tamaño, y por ende la capacidad de combustión de leña, pueden calefaccionar desde pequeños ambientes a grandes superficies, hasta 80m2. Además, se tienen en varias geometrías y modelos decorativos que pueden seleccionarse según la vivienda.</p> <p>Si bien son estufas cerradas, no son herméticas por lo que se puede tener humo en el ambiente.</p>	<p>Permite acceder a uno de los costos más bajos de energía de calefacción.</p> <p>Menor costo que las estufas a leña de alto rendimiento. Sencillo mantenimiento.</p> <p>Buen confort térmico ya que genera ambientes más acogedores.</p>	<p>Si bien el combustible utilizado es económico, el bajo rendimiento del equipo hace que el costo de calefacción sea elevado.</p> <p>Se necesita un depósito para la leña y deben ser alimentadas de forma manual.</p> <p>Se producen cenizas que deben ser removidas periódicamente.</p> <p>Se consume oxígeno del ambiente y se producen humos contaminantes.</p> <p>Bajo rendimiento energético. Se pierde mucho calor con la salida de humos calientes.</p> <p>Pueden ser peligrosas si se tiene contacto directo con ellas.</p>	<p>El precio de una salamandra o quematutti depende mucho del tipo, forma y material de la misma. El costo estimado se ubica entre \$3.000 y \$6.000. También depende del tipo de chimenea que se instale y del largo de la misma.</p>

Estufa con garrafa de 13 kg 			
Descripción	Ventajas	Desventajas	Costo
<p>Se trata de estufas donde se realiza la combustión de gas licuado de petróleo (GLP), contenido en garrafas de 13kg, en un quemador y un panel se encarga de irradiar el calor.</p> <p>Es así que el calor se transfiere mediante la radiación a través de una malla infrarroja instalada sobre una placa de cerámica que optimiza la irradiación. En general, cuentan con más de una pantalla que permite regular el calor del equipo.</p> <p>Estos dispositivos toman oxígeno del ambiente y los gases de combustión también quedan en el ambiente. Si bien los nuevos modelos presentan sistemas de seguridad donde cortan el suministro de gas ante la ausencia de llama o frente a altas concentraciones de CO2 en el ambiente, en el mercado se tienen equipos sin estos dispositivos. Esto hace que se deba ventilar el ambiente de forma periódica.</p> <p>Estos equipos permiten calefaccionar ambientes de hasta 40m2.</p>	<p>Una vez encendidos el sistema se alimenta automáticamente.</p> <p>Mantenimiento sencillo.</p> <p>La inversión inicial es muy inferior al caso de sistemas centralizados de calefacción a gas.</p> <p>Son dispositivos móviles, por lo que pueden ser trasladados a distintas habitaciones.</p>	<p>Presentan un panel infrarrojo a la vista que puede ser peligroso para los habitantes del hogar.</p> <p>Consumen oxígeno del ambiente a calefaccionar, esto hace que no se recomiende su uso en baños ni en dormitorios. Se debe realizar una ventilación adecuada de la vivienda.</p> <p>No producen un gran confort térmico ya que generan un calor localizado. Requieren un tiempo relativamente largo para calefaccionar ambientes grandes.</p> <p>Presentan un rendimiento sensiblemente inferior que los calefactores a gas.</p>	<p>El costo de una estufa a gas transportable de 3 paneles se ubica entre los \$2.500 y \$3.500.</p> <p>Al precio de la estufa hay que sumarle el costo de una garrafa de 13kg que ronda los \$1.500.</p>

Fuente: DNE-MIEM

Anexo F – Condiciones internas de las simulaciones

Zonas térmicas

Zones										
No.	Name	Description	Volume...	Area (m²)	No. Surf...	Internal Condition	IZAM	ConvCo...	Output	Daylight...
✓ 1	Cocina-Co...		58,755	22,323	31	IC - Cocina-comedor - Fin de semana; IC - Cocina-comedor - Semana		Default	Yes	0,000
✓ 2	Dormitorio1		21,873	8,406	12	IC - Dormitorio 1 - Fin de semana; IC - Dormitorio 1 - Semana		Default	Yes	0,000
✓ 3	Dormitorio2		21,944	8,435	12	IC - Dormitorio 2 - Fin de semana; IC - Dormitorio 2 - Semana		Default	Yes	0,000
✓ 4	Baño		8,333	3,239	10	IC - Baño		Default	Yes	0,000
✓ 5	Acceso		12,916	4,916	12	IC - Acceso		External	Yes	0,000

Horario de uso

Schedules																								
Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
24 Hours	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baño	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cocina-comedor-FinDeSemana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Cocina-comedor-Semana	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Dormitorio 1-FinDeSemana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Dormitorio 1-Semana	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Dormitorio 2-FinDeSemana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Dormitorio 2-Semana	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Ganancias internas y termostatos

Acceso

Name: IC - Acceso Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: Acceso

Description:

Radiant Proportion: Lighting 0,3 (0-1) | View Coefficient: Lighting 0,49 (0-1)
Occupant 0,2 (0-1) | Occupant 0,227 (0-1)
Equipment 0,1 (0-1) | Equipment 0,372 (0-1)

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0,0 ach	1,0	0,0 ach	24 Hours
Ventilation	0,0 ach	1,0	0,0 ach	24 Hours
Lighting Gain	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Occupancy Sensible Gain	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Occupancy Latent Gain	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Equipment Sensible Gain	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Equipment Latent Gain	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Pollutant Generation	0,0 g/hr/m²	1,0	0,0 g/hr/m²	

System Parameters: Metabolic Rate 100,0 w/p | DHW 0,0 l/d/m² | Outside Air 8,0 l/s/p | Target Room Illuminance 200,0 lx

Name: IC - Acceso Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: T - Baño / Acceso

Description:

Proportional Control
Control Range 0,0 (°C)

Gain	Value	Setback Value	Schedule
Upper Limit	100,0 °C	100,0 °C	
Lower Limit	-10,0 °C	-10,0 °C	
Humidity Upper L...	100,0%	100,0%	
Humidity Lower L...	0,0%	0,0%	

Baño

Name: IC - Baño Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: Baño

Description:

Radiant Proportion: Lighting 0,3 (0-1) | View Coefficient: Lighting 0,49 (0-1)
Occupant 0,2 (0-1) | Occupant 0,227 (0-1)
Equipment 0,1 (0-1) | Equipment 0,372 (0-1)

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0,5 ach	1,0	0,0 ach	24 Hours
Ventilation	4,0 ach	1,0	0,0 ach	Baño
Lighting Gain	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Occupancy Sensi...	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Occupancy Latent...	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Equipment Sensib...	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Equipment Latent...	0,0 W/m²	1,0	0,0 W/m²	24 Hours
Pollutant Generati...	0,0 g/hr/m²	1,0	0,0 g/hr/m²	

System Parameters: Metabolic Rate 100,0 w/p | DHW 0,0 l/d/m² | Outside Air 8,0 l/s/p | Target Room Illuminance 200,0 lx

Name: IC - Baño Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: T - Baño / Acceso

Description:

Proportional Control
Control Range 0,0 (°C)

Gain	Value	Setback Value	Schedule
Upper Limit	100,0 °C	100,0 °C	
Lower Limit	-10,0 °C	-10,0 °C	
Humidity Upper L...	100,0%	100,0%	
Humidity Lower L...	0,0%	0,0%	

Cocina-comedor Día de semana

Name: IC - Cocina-comedor - Semana Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain | Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: Cocina-comedor - Semana

Description:

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0,5 ach	1,0	0,0 ach	24 Hours
Ventilation	16,0 ach	1,0	0,0 ach	Cocina-comedor-Se...
Lighting Gain	8,1 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Se...
Occupancy Sensi...	11,6 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Se...
Occupancy Latent...	9,9 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Se...
Equipment Sensib...	14,6 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Se...
Equipment Latent...	2,4 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Se...
Pollutant Generati...	0,0 g/hr/m ²	1,0	0,0 g/hr/m ²	

System Parameters
Metabolic Rate: 100,0 W/p | DHW: 0,0 l/d/m² | Outside Air: 0,0 l/s/p | Target Room Illuminance: 200,0 lx

Name: IC - Cocina-comedor - Semana Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain | Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: T - Cocina-comedor - Semana

Description:

Proportional Control

Control Range: 0,0 (°C)

Gain	Value	Setback Value	Schedule
Upper Limit	25,0 °C	100,0 °C	Cocina-comedor-Se...
Lower Limit	20,0 °C	-10,0 °C	Cocina-comedor-Se...
Humidity Upper L...	60,0%	100,0%	
Humidity Lower L...	0,0%	0,0%	

Fin de semana/Feriado

Name: IC - Cocina-comedor - Fin de semana Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain | Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: Cocina-comedor - Fin de semana

Description:

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0,5 ach	1,0	0,0 ach	24 Hours
Ventilation	16,0 ach	1,0	0,0 ach	Cocina-comedor-Fi...
Lighting Gain	8,1 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Fi...
Occupancy Sensi...	11,6 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Fi...
Occupancy Latent...	9,9 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Fi...
Equipment Sensib...	14,6 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Fi...
Equipment Latent...	2,4 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Cocina-comedor-Fi...
Pollutant Generati...	0,0 g/hr/m ²	1,0	0,0 g/hr/m ²	

System Parameters
Metabolic Rate: 100,0 W/p | DHW: 0,0 l/d/m² | Outside Air: 0,0 l/s/p | Target Room Illuminance: 200,0 lx

Name: IC - Cocina-comedor - Fin de semana Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain | Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: T - Cocina-Comedor - Fin de semana

Description:

Proportional Control

Control Range: 0,0 (°C)

Gain	Value	Setback Value	Schedule
Upper Limit	25,0 °C	100,0 °C	Cocina-comedor-Fi...
Lower Limit	20,0 °C	-10,0 °C	Cocina-comedor-Fi...
Humidity Upper L...	60,0%	100,0%	
Humidity Lower L...	0,0%	0,0%	

Dormitorio 1 Día de semana

Name: IC - Dormitorio 1 - Semana Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain | Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: Dormitorio 1 - Semana

Description:

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0,5 ach	1,0	0,0 ach	24 Hours
Ventilation	8,0 ach	1,0	0,0 ach	Dormitorio 1-Semana
Lighting Gain	10,7 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-Semana
Occupancy Sensi...	14,3 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-Semana
Occupancy Latent...	9,5 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-Semana
Equipment Sensib...	20,8 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-Semana
Equipment Latent...	5,7 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-Semana
Pollutant Generati...	0,0 g/hr/m ²	1,0	0,0 g/hr/m ²	

System Parameters
Metabolic Rate: 70,0 W/p | DHW: 0,0 l/d/m² | Outside Air: 0,0 l/s/p | Target Room Illuminance: 200,0 lx

Name: IC - Dormitorio 1 - Semana Include Solar in MRT Día de semana
Fin de semana / Feriado

Description:

Internal Gain | Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: T - Dormitorio 1 - Semana

Description:

Proportional Control

Control Range: 0,0 (°C)

Gain	Value	Setback Value	Schedule
Upper Limit	25,0 °C	100,0 °C	Dormitorio 1-Semana
Lower Limit	20,0 °C	-10,0 °C	Dormitorio 1-Semana
Humidity Upper L...	60,0%	100,0%	
Humidity Lower L...	0,0%	0,0%	

Fin de semana/Feriado

Name: IC - Dormitorio 1 - Fin de semana

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: Dormitorio 1 - Fin de semana

Description:

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0,5 ach	1,0	0,0 ach	24 Hours
Ventilation	8,0 ach	1,0	0,0 ach	Dormitorio 1-FinDeS...
Lighting Gain	10,7 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-FinDeS...
Occupancy Sensib...	14,3 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-FinDeS...
Occupancy Latent...	9,5 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-FinDeS...
Equipment Sensib...	20,8 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-FinDeS...
Equipment Latent...	5,7 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 1-FinDeS...
Pollutant Generati...	0,0 g/hr/m ²	1,0	0,0 g/hr/m ²	Dormitorio 1-FinDeS...

System Parameters
Metabolic Rate: 70,0 W/p | DHW: 0,0 l/d/m² | Outside Air: 0,0 l/s/p | Target Room Illuminance: 200,0 lx

Name: IC - Dormitorio 1 - Fin de semana

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: T - Dormitorio 1 - Fin de Semana

Description:

Proportional Control:

Control Range: 0,0 (°C)

Gain	Value	Setback Value	Schedule
Upper Limit	25,0 °C	100,0 °C	Dormitorio 1-FinDeS...
Lower Limit	20,0 °C	-10,0 °C	Dormitorio 1-FinDeS...
Humidity Upper L...	60,0%	100,0%	
Humidity Lower L...	0,0%	0,0%	

Dormitorio 2 Día de semana

Name: IC - Dormitorio 2 - Semana

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: Dormitorio 2 - Semana

Description:

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0,5 ach	1,0	0,0 ach	24 Hours
Ventilation	8,0 ach	1,0	0,0 ach	Dormitorio 2-Semana
Lighting Gain	5,3 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-Semana
Occupancy Sensib...	14,2 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-Semana
Occupancy Latent...	9,5 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-Semana
Equipment Sensib...	20,8 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-Semana
Equipment Latent...	5,7 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-Semana
Pollutant Generati...	0,0 g/hr/m ²	1,0	0,0 g/hr/m ²	Dormitorio 2-Semana

System Parameters
Metabolic Rate: 70,0 W/p | DHW: 0,0 l/d/m² | Outside Air: 0,0 l/s/p | Target Room Illuminance: 200,0 lx

Name: IC - Dormitorio 2 - Semana

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: T - Dormitorio 2 - Semana

Description:

Proportional Control:

Control Range: 0,0 (°C)

Gain	Value	Setback Value	Schedule
Upper Limit	25,0 °C	100,0 °C	Dormitorio 2-Semana
Lower Limit	20,0 °C	-10,0 °C	Dormitorio 2-Semana
Humidity Upper L...	60,0%	100,0%	
Humidity Lower L...	0,0%	0,0%	

Fin de semana/Feriado

Name: IC - Dormitorio 2 - Fin de semana

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: Dormitorio 2 - Fin de semana

Description:

Gain	Value	Factor	Setback Value	Schedule
Infiltration	0,5 ach	1,0	0,0 ach	24 Hours
Ventilation	8,0 ach	1,0	0,0 ach	Dormitorio 2-FinDeS...
Lighting Gain	5,3 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-FinDeS...
Occupancy Sensib...	14,2 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-FinDeS...
Occupancy Latent...	9,5 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-FinDeS...
Equipment Sensib...	20,8 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-FinDeS...
Equipment Latent...	5,7 W/m ²	1,0	0,0 W/m ²	Dormitorio 2-FinDeS...
Pollutant Generati...	0,0 g/hr/m ²	1,0	0,0 g/hr/m ²	Dormitorio 2-FinDeS...

System Parameters
Metabolic Rate: 70,0 W/p | DHW: 0,0 l/d/m² | Outside Air: 0,0 l/s/p | Target Room Illuminance: 200,0 lx

Name: IC - Dormitorio 2 - Fin de semana

Description:

Internal Gain: Heating Emittor | Cooling Emittor | Thermostat

Name: T - Dormitorio 2 - Fin de Semana

Description:

Proportional Control:

Control Range: 0,0 (°C)

Gain	Value	Setback Value	Schedule
Upper Limit	25,0 °C	100,0 °C	Dormitorio 2-FinDeS...
Lower Limit	20,0 °C	-10,0 °C	Dormitorio 2-FinDeS...
Humidity Upper L...	60,0%	100,0%	
Humidity Lower L...	0,0%	0,0%	

Anexo G – Cotizaciones de las viviendas según sistema constructivo

Tabla G.1: Cotización Vivienda I y III SCT 1

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	5,07
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,66
03	ESTRUCTURA	39.785	8.753	38.176	35.886	122.599	12,71
04	ALBAÑILERÍA	151.464	33.322	85.997	80.838	351.621	36,46
05	SANITARIA	15.853	3.488	5.842	5.491	30.673	3,18
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	10.515	9.884	85.683	8,88
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	2,05
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,80
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,31
10	PINTURA	3.548	781	3.531	3.319	11.180	1,16
11	VARIOS	38.890	8.556	46.263	43.487	137.196	14,22
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	5,34
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	8,15
TOTALES		484.928	106.684	192.227	180.693	964.533	100,00
Precio por vivienda						48.227	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.020	usd/m²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla G.2: Cotización Vivienda I y III SCT 2

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	3,68
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,48
03	ESTRUCTURA	84.378	18.563	76.300	71.722	250.962	18,88
04	ALBAÑILERÍA	295.725	65.059	121.363	114.081	596.228	44,86
05	SANITARIA	15.853	3.488	5.842	5.491	30.673	2,31
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	10.515	9.884	85.683	6,45
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	1,49
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,31
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,23
10	PINTURA	840	185	836	786	2.646	0,20
11	VARIOS	38.890	8.556	46.263	43.487	137.196	10,32
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	3,87
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	5,92
TOTALES		671.073	147.636	263.020	247.239	1.328.969	100,00
Precio por vivienda						66.448	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.405	usd/m²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla G.3: Cotización Vivienda I y III SCNT 1

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	3,96
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,51
03	ESTRUCTURA	39.785	8.753	38.176	35.886	122.599	9,92
04	ALBAÑILERÍA	397.950	87.549	104.470	98.201	688.169	55,69
05	SANITARIA	15.853	3.488	2.921	2.746	25.007	2,02
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	5.257	4.942	75.483	6,11
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	1,60
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,41
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,24
10	PINTURA	2.646	582	2.633	2.475	8.335	0,67
11	VARIOS	37.363	8.220	23.131	21.744	90.458	7,32
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	4,17
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	6,36
TOTALES		728.984	160.376	178.491	167.782	1.235.633	100,00
Precio por vivienda						61.782	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.306	usd/m2

Fuente: Elaboración propia + proveedor SCNT 1.

Tabla G.4: Cotización Vivienda I y III SCNT 2

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	4,50
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,58
03	ESTRUCTURA	56.831	12.503	41.559	39.065	149.957	13,78
04	ALBAÑILERÍA	272.510	59.952	79.964	75.166	487.592	44,81
05	SANITARIA	15.853	3.488	4.381	4.118	27.840	2,56
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	7.886	7.413	80.583	7,41
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	1,82
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,60
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,28
10	PINTURA	840	185	836	786	2.646	0,24
11	VARIOS	38.126	8.388	34.697	32.615	113.827	10,46
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	4,73
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	7,23
TOTALES		619.548	136.301	171.225	160.952	1.088.026	100,00
Precio por vivienda						54.401	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.150	usd/m2

Fuente: Elaboración propia + proveedor SCNT 2.

Tabla G.5: Cotización viviendas I, II, III y IV SCNT 3

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	4,16
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,54
03	ESTRUCTURA	73.230	16.110	66.769	62.763	218.872	18,60
04	ALBAÑILERÍA	338.243	74.413	72.792	68.424	553.872	47,07
05	SANITARIA	15.853	3.488	2.921	2.746	25.007	2,13
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	5.257	4.942	75.483	6,42
07	CARPINTERÍA	3.675	809			4.484	0,38
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,48
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,26
10	PINTURA	840	185	836	786	2.646	0,22
11	VARIOS	37.363	8.220	23.131	21.744	90.458	7,69
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	4,38
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	6,68
TOTALES		688.393	151.447	173.609	163.192	1.176.641	100,00
Precio por vivienda						58.832	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.244	usd/m2

Fuente: Elaboración propia + proveedor SCNT 3.

Tabla G.6: Cotización Vivienda II SCT 1

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	5,07
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,66
03	ESTRUCTURA	39.785	8.753	38.176	35.886	122.599	12,71
04	ALBAÑILERÍA	144.460	31.781	83.639	78.621	338.502	36,46
05	SANITARIA	15.853	3.488	5.842	5.491	30.673	3,18
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	10.515	9.884	85.683	8,88
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	2,05
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,80
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,31
10	PINTURA	3.548	781	3.531	3.319	11.180	1,16
11	VARIOS	38.890	8.556	46.263	43.487	137.196	14,22
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	5,34
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	8,15
TOTALES		477.924	105.143	189.869	178.477	951.413	100,00
Precio por vivienda						47.571	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.006	usd/m2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla G.7: Cotización Vivienda II SCT 2

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	3,68
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,48
03	ESTRUCTURA	84.378	18.563	76.300	71.722	250.962	18,88
04	ALBAÑILERÍA	272.379	59.923	113.502	59.923	505.728	44,86
05	SANITARIA	15.853	3.488	5.842	5.491	30.673	2,31
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	10.515	9.884	85.683	6,45
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	1,49
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,31
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,23
10	PINTURA	840	185	836	786	2.646	0,20
11	VARIOS	38.890	8.556	46.263	43.487	137.196	10,32
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	3,87
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	5,92
TOTALES		647.728	142.500	255.160	193.081	1.238.469	100,00
Precio por vivienda						61.923	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.309	usd/m²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla G.8: Cotización Vivienda II SCNT 1

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	3,96
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,51
03	ESTRUCTURA	39.785	8.753	38.176	35.886	122.599	9,92
04	ALBAÑILERÍA	384.434	84.575	101.766	95.660	666.436	55,69
05	SANITARIA	15.853	3.488	2.921	2.746	25.007	2,02
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	5.257	4.942	75.483	6,11
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	1,60
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,41
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,24
10	PINTURA	2.646	582	2.633	2.475	8.335	0,67
11	VARIOS	37.363	8.220	23.131	21.744	90.458	7,32
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	4,17
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	6,36
TOTALES		715.468	157.403	175.788	165.241	1.213.899	100,00
Precio por vivienda						60.695	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.283	usd/m²

Fuente: Elaboración propia + proveedor SCNT 1.

Tabla G.9: Cotización Vivienda II SCNT 2

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	4,50
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,58
03	ESTRUCTURA	56.831	12.503	41.559	39.065	149.957	13,78
04	ALBAÑILERÍA	264.101	58.102	78.475	73.767	474.445	44,81
05	SANITARIA	15.853	3.488	4.381	4.118	27.840	2,56
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	7.886	7.413	80.583	7,41
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	1,82
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,60
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,28
10	PINTURA	840	185	836	786	2.646	0,24
11	VARIOS	38.126	8.388	34.697	32.615	113.827	10,46
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	4,73
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	7,23
TOTALES		611.139	134.451	169.737	159.553	1.074.879	100,00
Precio por vivienda						53.744	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.136	usd/m2

Fuente: Elaboración propia + proveedor SCNT 2.

Tabla G.10: Cotización Vivienda IV SCT 1

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	5,07
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,66
03	ESTRUCTURA	39.785	8.753	38.176	35.886	122.599	12,71
04	ALBAÑILERÍA	147.962	32.552	84.818	79.729	345.061	36,46
05	SANITARIA	15.853	3.488	5.842	5.491	30.673	3,18
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	10.515	9.884	85.683	8,88
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	2,05
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,80
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,31
10	PINTURA	3.548	781	3.531	3.319	11.180	1,16
11	VARIOS	38.890	8.556	46.263	43.487	137.196	14,22
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	5,34
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	8,15
TOTALES		481.426	105.914	191.048	179.585	957.973	100,00
Precio por vivienda						47.899	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.013	usd/m2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla G.11: Cotización Vivienda IV SCT 2

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	3,68
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,48
03	ESTRUCTURA	84.378	18.563	76.300	71.722	250.962	18,88
04	ALBAÑILERÍA	284.052	62.491	117.433	110.387	574.362	44,86
05	SANITARIA	15.853	3.488	5.842	5.491	30.673	2,31
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	10.515	9.884	85.683	6,45
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	1,49
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,31
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,23
10	PINTURA	840	185	836	786	2.646	0,20
11	VARIOS	38.890	8.556	46.263	43.487	137.196	10,32
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	3,87
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	5,92
TOTALES		659.400	145.068	259.090	243.545	1.307.103	100,00
Precio por vivienda						65.355	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.382	usd/m²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla G.12: Cotización Vivienda IV SCNT 1

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	3,96
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,51
03	ESTRUCTURA	39.785	8.753	38.176	35.886	122.599	9,92
04	ALBAÑILERÍA	391.192	86.062	103.118	96.931	677.302	55,69
05	SANITARIA	15.853	3.488	2.921	2.746	25.007	2,02
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	5.257	4.942	75.483	6,11
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	1,60
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,41
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,24
10	PINTURA	2.646	582	2.633	2.475	8.335	0,67
11	VARIOS	37.363	8.220	23.131	21.744	90.458	7,32
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	4,17
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	6,36
TOTALES		722.226	158.890	177.139	166.511	1.224.766	100,00
Precio por vivienda						61.238	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.295	usd/m²

Fuente: Elaboración propia + proveedor SCNT 1.

Tabla G.13: Cotización Vivienda IV SCNT 2

CÓD.	RUBRO	B.I. (usd)	IVA (usd)	MO s/LS (usd)	Leyes Sociales (usd)	Subtotales por rubro (usd)	Incidencia (%)
01	IMPLANTACIÓN Y REPLANTEO	38.085	8.379	1.275	1.198	48.937	4,50
02	MOVIMIENTO DE TIERRA	4.446	978	480	451	6.355	0,58
03	ESTRUCTURA	56.831	12.503	41.559	39.065	149.957	13,78
04	ALBAÑILERÍA	268.306	59.027	79.220	74.466	481.019	44,81
05	SANITARIA	15.853	3.488	4.381	4.118	27.840	2,56
06	ELÉCTRICA	53.511	11.772	7.886	7.413	80.583	7,41
07	CARPINTERÍA	16.198	3.564			19.761	1,82
08	ALUMINIO	14.250	3.135			17.385	1,60
09	MARMOLES Y GRANITOS	2.475	545			3.020	0,28
10	PINTURA	840	185	836	786	2.646	0,24
11	VARIOS	38.126	8.388	34.697	32.615	113.827	10,46
12	PROMOSIÓN Y VENTA	41.964	9.232	148	139	51.483	4,73
13	SERVICIOS PROFESIONALES	64.460	14.181			78.641	7,23
TOTALES		615.344	135.376	170.481	160.252	1.081.453	100,00
Precio por vivienda						54.073	usd/vivienda
Precio por metro cuadrado						1.143	usd/m2

Fuente: Elaboración propia + proveedor SCNT 2.

Anexo H – Evaluaciones económicas

Vivienda I - Sistema A

Tabla H.1: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA I SISTEMA A PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		
		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		
Ciclo de vida (años)		20												
Fecha		Mayo de 2014		Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales													
	Costo inicial de la vivienda	100%		48.227	48.227	66.448	66.448	61.782	61.782	54.401	54.401	58.832	58.832	
	Costo del sistema de calefacción		8	402	402	6	302	302	6	302	302	6	302	
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			48.629		66.750		62.083		54.703		59.134		
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE					-18.121		-13.454		-6.074		-10.505			
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual			año	FVP									
	Costo del sistema de calefacción	5	0,76	8	402	305	6	302	229	6	302	229	6	302
	Costo del sistema de calefacción	10	0,57	8	402	231	6	302	173	6	302	173	6	302
	Costo del sistema de calefacción	15	0,44	8	402	175	6	302	131	6	302	131	6	302
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	8	402	133	6	302	100	6	302	100	6	302
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL			843		633		633		633		633		
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE					211		211		211		211			
Costos Anuales	Costos Anuales			FVP s/escal.										
	Costo de mantenimiento de la vivienda		11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526	
	Tasa Escalonamiento			FVP/escal.										
	Costo de energía para calefacción	8,35%	26,20	1.273	33.361	896	23.475	892	23.364	855	22.406	890	23.332	
	TOTAL COSTOS ANUALES			43.940		27.001		29.241		28.284		26.859		
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE					16.939		14.699		15.656		17.081			
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)			93.412		94.384		91.957		83.619		86.625		
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 1		-972		1.455		9.793		6.787		
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 2		972		2.427		10.764		7.759		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.2: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA I SISTEMA A PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		
		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		
Ciclo de vida (años)		20												
Fecha		Mayo de 2014		Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales													
	Costo inicial de la vivienda	20%		9.645	9.645	13.290	13.290	12.356	12.356	10.880	10.880	11.766	11.766	
	Costo del sistema de calefacción		8	402	402	6	302	302	6	302	302	6	302	
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			10.047		13.591		12.658		11.182		12.068		
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE					-3.544		-2.610		-1.134		-2.021			
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual			año	FVP									
	Costo del sistema de calefacción	5	0,76	8	402	305	6	302	229	6	302	229	6	302
	Costo del sistema de calefacción	10	0,57	8	402	231	6	302	173	6	302	173	6	302
	Costo del sistema de calefacción	15	0,44	8	402	175	6	302	131	6	302	131	6	302
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	8	402	133	6	302	100	6	302	100	6	302
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL			843		633		633		633		633		
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE					211		211		211		211			
Costos Anuales	Costos Anuales			FVP s/escal.										
	Costo de cuota anual de la vivienda		11,75	3.552	41.752	4.884	57.409	4.548	53.460	3.996	46.971	4.332	50.921	
	Costo de mantenimiento de la vivienda		11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526	
	Tasa Escalonamiento			FVP/escal.										
	Costo de energía para calefacción	8,35%	26,20	1.273	33.361	896	23.475	892	23.364	855	22.406	890	23.332	
TOTAL COSTOS ANUALES			85.692		84.410		82.701		75.255		77.779			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE					1.282		2.991		10.437		7.913			
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)			96.583		98.634		95.991		87.069		90.480		
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 1		-2.051		592		9.513		6.103		
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 2		2.051		2.643		11.565		8.154		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.3: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	48.227																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	402					402					402					402					402	
Costo de energía para calefacción		1.379	1.495	1.619	1.755	1.901	2.060	2.232	2.418	2.620	2.839	3.076	3.333	3.611	3.913	4.239	4.593	4.977	5.393	5.843	6.331	
Total	48.629	2.279	2.395	2.519	2.655	3.203	2.960	3.132	3.318	3.520	4.141	3.976	4.233	4.511	4.813	5.541	5.493	5.877	6.293	6.743	7.633	
Valor Presente	48.629	2.157	2.143	2.133	2.127	2.428	2.122	2.125	2.130	2.137	2.379	2.161	2.176	2.194	2.215	2.413	2.263	2.290	2.320	2.352	2.519	93.412
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	66.448																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		971	1.052	1.140	1.235	1.338	1.449	1.570	1.702	1.844	1.998	2.164	2.345	2.541	2.753	2.983	3.232	3.502	3.795	4.111	4.455	
Total	66.750	1.271	1.352	1.440	1.535	1.939	1.749	1.870	2.002	2.144	2.599	2.464	2.645	2.841	3.053	3.585	3.532	3.802	4.095	4.411	5.056	
Valor Presente	66.750	1.202	1.210	1.219	1.229	1.470	1.254	1.269	1.285	1.302	1.493	1.339	1.360	1.382	1.405	1.561	1.455	1.482	1.510	1.539	1.668	94.384
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	61.782																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		966	1.047	1.134	1.229	1.331	1.443	1.563	1.694	1.835	1.988	2.154	2.334	2.529	2.740	2.969	3.217	3.486	3.777	4.092	4.434	
Total	62.083	1.466	1.547	1.634	1.729	2.133	1.943	2.063	2.194	2.335	2.790	2.654	2.834	3.029	3.240	3.771	3.717	3.986	4.277	4.592	5.235	
Valor Presente	62.083	1.387	1.384	1.384	1.385	1.617	1.393	1.400	1.408	1.418	1.603	1.442	1.457	1.473	1.491	1.642	1.531	1.553	1.577	1.602	1.728	91.957
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	54.401																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		926	1.004	1.088	1.178	1.277	1.384	1.499	1.624	1.760	1.907	2.066	2.238	2.425	2.628	2.847	3.085	3.343	3.622	3.924	4.252	
Total	54.703	1.426	1.504	1.588	1.678	2.078	1.884	1.999	2.124	2.260	2.708	2.566	2.738	2.925	3.128	3.649	3.585	3.843	4.122	4.424	5.054	
Valor Presente	54.703	1.350	1.346	1.344	1.345	1.575	1.351	1.356	1.363	1.372	1.556	1.395	1.408	1.423	1.439	1.589	1.477	1.497	1.520	1.543	1.668	83.619
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		965	1.045	1.133	1.227	1.330	1.441	1.561	1.691	1.833	1.986	2.151	2.331	2.526	2.737	2.965	3.213	3.481	3.771	4.086	4.428	
Total	59.134	1.265	1.345	1.433	1.527	1.931	1.741	1.861	1.991	2.133	2.587	2.451	2.631	2.826	3.037	3.567	3.513	3.781	4.071	4.386	5.029	
Valor Presente	59.134	1.197	1.204	1.213	1.223	1.464	1.248	1.262	1.278	1.295	1.486	1.332	1.353	1.374	1.397	1.553	1.447	1.473	1.501	1.530	1.660	86.625
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	18.121	17.167	16.233	15.319	14.422	13.464	12.596	11.740	10.895	10.059	9.174	8.352	7.536	6.724	5.914	5.062	4.254	3.445	2.635	1.822	972	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.454	12.685	11.926	11.176	10.435	9.624	8.894	8.169	7.447	6.728	5.951	5.233	4.514	3.793	3.069	2.298	1.566	829	86	- 664	- 1.455	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	6.074	5.267	4.470	3.681	2.899	2.046	1.275	506	- 260	- 1.026	- 1.849	- 2.615	- 3.383	- 4.155	- 4.930	- 5.754	- 6.540	- 7.333	- 8.133	- 8.942	- 9.793	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	10.505	9.545	8.606	7.685	6.782	5.818	4.944	4.082	3.230	2.388	1.495	666	- 157	- 977	- 1.795	- 2.654	- 3.470	- 4.287	- 5.106	- 5.928	- 6.787	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.4: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago financiado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	9.645																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	402					402					402				402					402		
Costo de energía para calefacción		1.379	1.495	1.619	1.755	1.901	2.060	2.232	2.418	2.620	2.839	3.076	3.333	3.611	3.913	4.239	4.593	4.977	5.393	5.843	6.331	
Total	10.047	5.831	5.947	6.071	6.207	6.755	6.512	6.684	6.870	7.072	7.693	7.528	7.785	8.063	8.365	9.093	9.045	9.429	9.845	10.295	11.185	
Valor Presente	10.047	5.517	5.323	5.141	4.972	5.120	4.669	4.534	4.409	4.294	4.419	4.091	4.003	3.922	3.849	3.959	3.726	3.674	3.629	3.591	3.691	96.583
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	13.290																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302				302					302		
Costo de energía para calefacción		971	1.052	1.140	1.235	1.338	1.449	1.570	1.702	1.844	1.998	2.164	2.345	2.541	2.753	2.983	3.232	3.502	3.795	4.111	4.455	
Total	13.591	6.155	6.236	6.324	6.419	6.823	6.633	6.754	6.886	7.028	7.483	7.348	7.529	7.725	7.937	8.469	8.416	8.686	8.979	9.295	9.940	
Valor Presente	13.591	5.823	5.581	5.355	5.142	5.172	4.757	4.582	4.419	4.267	4.299	3.994	3.871	3.758	3.653	3.687	3.467	3.385	3.310	3.242	3.280	98.634
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	12.356																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302				302					302		
Costo de energía para calefacción		966	1.047	1.134	1.229	1.331	1.443	1.563	1.694	1.835	1.988	2.154	2.334	2.529	2.740	2.969	3.217	3.486	3.777	4.092	4.434	
Total	12.658	6.014	6.095	6.182	6.277	6.681	6.491	6.611	6.742	6.883	7.338	7.202	7.382	7.577	7.788	8.319	8.265	8.534	8.825	9.140	9.783	
Valor Presente	12.658	5.690	5.455	5.235	5.029	5.064	4.654	4.485	4.327	4.179	4.215	3.914	3.796	3.686	3.584	3.622	3.404	3.325	3.253	3.188	3.228	95.991
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	10.880																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302				302					302		
Costo de energía para calefacción		926	1.004	1.088	1.178	1.277	1.384	1.499	1.624	1.760	1.907	2.066	2.238	2.425	2.628	2.847	3.085	3.343	3.622	3.924	4.252	
Total	11.182	5.422	5.500	5.584	5.674	6.074	5.880	5.995	6.120	6.256	6.704	6.562	6.734	6.921	7.124	7.645	7.581	7.839	8.118	8.420	9.050	
Valor Presente	11.182	5.130	4.923	4.728	4.546	4.604	4.216	4.067	3.928	3.798	3.851	3.566	3.463	3.367	3.278	3.328	3.123	3.055	2.993	2.937	2.986	87.069
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302				302					302		
Costo de energía para calefacción		965	1.045	1.133	1.227	1.330	1.441	1.561	1.691	1.833	1.986	2.151	2.331	2.526	2.737	2.965	3.213	3.481	3.771	4.086	4.428	
Total	12.068	5.597	5.677	5.765	5.859	6.263	6.073	6.193	6.323	6.465	6.919	6.783	6.963	7.158	7.369	7.899	7.845	8.113	8.403	8.718	9.361	
Valor Presente	12.068	5.295	5.082	4.881	4.694	4.747	4.354	4.201	4.058	3.925	3.975	3.687	3.580	3.482	3.391	3.439	3.231	3.162	3.098	3.041	3.089	90.480
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.544	3.850	4.108	4.322	4.492	4.543	4.631	4.678	4.688	4.661	4.541	4.443	4.312	4.147	3.951	3.679	3.419	3.130	2.811	2.462	2.051	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.610	2.783	2.916	3.010	3.066	3.010	2.994	2.945	2.862	2.747	2.543	2.366	2.159	1.923	1.657	1.320	999	650	274	- 129	- 592	
Año 3																						
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	1.134	748	348	65	- 492	- 1.008	- 1.461	- 1.928	- 2.410	- 2.905	- 3.473	- 3.998	- 4.539	- 5.094	- 5.665	- 6.296	- 6.899	- 7.518	- 8.155	- 8.809	- 9.513	
Año 7																						
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	2.021	1.799	1.558	1.298	1.019	646	332	- 1	- 353	- 721	- 1.166	- 1.571	- 1.993	- 2.434	- 2.892	- 3.412	- 3.907	- 4.420	- 4.951	- 5.501	- 6.103	

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda I - Sistema B

Tabla H.5: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema B – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA I SISTEMA B PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:			
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP		
Costos Iniciales	Costos Iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	100%	48.227	48.227	66.448	66.448	61.782	61.782	54.401	54.401	58.832	58.832			
	Costo del sistema de calefacción		2 822	822	1 411	411	1 411	411	1 411	411	1 411	411			
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			49.049		66.860		62.193		54.813		59.243			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-17.811		-13.144		-5.763		-10.194			
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.												
	Costo de mantenimiento de la vivienda		11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526		
	Tasa Escalonamiento		FVP/ escal.												
	Costo de energía para calefacción	5,88%	20,36	647	13.176	455	9.271	453	9.227	435	8.849	453	9.215		
	TOTAL COSTOS ANUALES			23.755		12.798		15.105		14.727		12.741			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						10.957		8.650		9.028		11.013			
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3				
			72.804		79.657		77.298		69.539		71.985				
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3				
		6.853		-6.853		-4.494		3.265		819					
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		6.853		2.360		10.118		7.673					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.6: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema B – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA I SISTEMA B PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:			
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP		
Costos Iniciales	Costos Iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	20%	9.645	9.645	13.290	13.290	12.356	12.356	10.880	10.880	11.766	11.766			
	Costo del sistema de calefacción		2 822	822	1 411	411	1 411	411	1 411	411	1 411	411			
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			10.468		13.701		12.768		11.291		12.178			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-3.233		-2.300		-824		-1.710			
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.												
	Costo de cuota anual de la vivienda		11,75	3.552	41.752	4.884	57.409	4.548	53.460	3.996	46.971	4.332	50.921		
	Tasa Escalonamiento		FVP/ escal.												
	Costo de energía para calefacción	5,88%	20,36	647	13.176	455	9.271	453	9.227	435	8.849	453	9.215		
	TOTAL COSTOS ANUALES			65.507		70.207		68.565		61.698		63.662			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						-4.700		-3.057		3.809		1.845			
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3				
			75.975		83.908		81.332		72.989		75.840				
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3				
		7.933		-7.933		-5.357		2.985		135					
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		7.933		2.576		10.918		8.068					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.7: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema B – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	48.227																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	822	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción		685	725	768	813	861	912	965	1.022	1.082	1.146	1.213	1.285	1.360	1.440	1.525	1.614	1.709	1.810	1.916	2.029	
Costo de energía para calefacción																						
Total	49.049	1.585	1.625	1.668	1.713	1.761	1.812	1.865	1.922	1.982	2.046	2.113	2.185	2.260	2.340	2.425	2.514	2.609	2.710	2.816	2.929	
Valor Presente	49.049	1.500	1.455	1.413	1.373	1.335	1.299	1.265	1.234	1.204	1.175	1.148	1.123	1.099	1.077	1.056	1.036	1.017	999	982	966	VPN 72.804
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	66.448																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción		482	510	540	572	606	642	679	719	761	806	854	904	957	1.013	1.073	1.136	1.203	1.273	1.348	1.428	
Costo de energía para calefacción																						
Total	66.860	782	810	840	872	906	942	979	1.019	1.061	1.106	1.154	1.204	1.257	1.313	1.373	1.436	1.503	1.573	1.648	1.728	
Valor Presente	66.860	740	725	712	699	687	675	664	654	645	635	627	619	611	604	598	591	586	580	575	570	VPN 79.657
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	61.782																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción		480	508	538	570	603	638	676	716	758	802	850	900	952	1.008	1.068	1.131	1.197	1.267	1.342	1.421	
Costo de energía para calefacción																						
Total	62.193	980	1.008	1.038	1.070	1.103	1.138	1.176	1.216	1.258	1.302	1.350	1.400	1.452	1.508	1.568	1.631	1.697	1.767	1.842	1.921	
Valor Presente	62.193	927	902	879	857	836	816	798	780	764	748	733	720	707	694	683	672	661	652	642	634	VPN 77.298
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	54.401																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción		460	487	516	546	578	612	648	686	727	770	815	863	913	967	1.024	1.084	1.148	1.216	1.287	1.363	
Costo de energía para calefacción																						
Total	54.813	960	987	1.016	1.046	1.078	1.112	1.148	1.186	1.227	1.270	1.315	1.363	1.413	1.467	1.524	1.584	1.648	1.716	1.787	1.863	
Valor Presente	54.813	908	884	860	838	817	798	779	761	745	729	715	701	688	675	664	653	642	632	623	615	VPN 69.539
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción		479	507	537	569	602	638	675	715	757	801	848	898	951	1.007	1.066	1.129	1.195	1.266	1.340	1.419	
Costo de energía para calefacción																						
Total	59.243	779	807	837	869	902	938	975	1.015	1.057	1.101	1.148	1.198	1.251	1.307	1.366	1.429	1.495	1.566	1.640	1.719	
Valor Presente	59.243	737	723	709	696	684	672	662	651	642	633	624	616	609	602	595	589	583	577	572	567	VPN 71.985
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	17.811	17.051	16.321	15.621	14.947	14.299	13.675	13.074	12.494	11.935	11.395	10.874	10.370	9.882	9.409	8.951	8.507	8.076	7.657	7.250	6.853	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.144	12.571	12.019	11.485	10.969	10.470	9.988	9.520	9.067	8.627	8.200	7.785	7.382	6.989	6.606	6.233	5.869	5.513	5.166	4.826	4.494	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	5.763	5.172	4.601	4.049	3.514	2.997	2.495	2.009	1.537	1.078	632	198	- 224	- 636	- 1.038	- 1.430	- 1.813	- 2.187	- 2.554	- 2.913	- 3.265	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	10.194	9.432	8.699	7.996	7.319	6.668	6.042	5.438	4.856	4.294	3.751	3.227	2.720	2.229	1.754	1.293	846	412	- 10	- 420	- 819	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.8: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema B – supuesto de pago financiado

CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN	
Costo inicial de la vivienda	9.645																						
Costo de cuota anual de la vivienda		3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	822																						
Costo de energía para calefacción		685	725	768	813	861	912	965	1.022	1.082	1.146	1.213	1.285	1.360	1.440	1.525	1.614	1.709	1.810	1.916	2.029		
Total	10.468	5.137	5.177	5.220	5.265	5.313	5.364	5.417	5.474	5.534	5.598	5.665	5.737	5.812	5.892	5.977	6.066	6.161	6.262	6.368	6.481		
Valor Presente	10.468	4.860	4.634	4.420	4.218	4.027	3.846	3.675	3.513	3.360	3.216	3.079	2.949	2.827	2.712	2.602	2.499	2.401	2.309	2.221	2.139	75.975	

ALTERNATIVA 1

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN	
Costo inicial de la vivienda	13.290																						
Costo de cuota anual de la vivienda		4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411																						
Costo de energía para calefacción		482	510	540	572	606	642	679	719	761	806	854	904	957	1.013	1.073	1.136	1.203	1.273	1.348	1.428		
Total	13.701	5.666	5.694	5.724	5.756	5.790	5.826	5.863	5.903	5.945	5.990	6.038	6.088	6.141	6.197	6.257	6.320	6.387	6.457	6.532	6.612		
Valor Presente	13.701	5.361	5.097	4.847	4.611	4.388	4.177	3.978	3.789	3.610	3.441	3.281	3.130	2.987	2.852	2.724	2.603	2.489	2.381	2.278	2.182	83.908	

ALTERNATIVA 2

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN	
Costo inicial de la vivienda	12.356																						
Costo de cuota anual de la vivienda		4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411																						
Costo de energía para calefacción		480	508	538	570	603	638	676	716	758	802	850	900	952	1.008	1.068	1.131	1.197	1.267	1.342	1.421		
Total	12.768	5.528	5.556	5.586	5.618	5.651	5.686	5.724	5.764	5.806	5.850	5.898	5.948	6.000	6.056	6.116	6.179	6.245	6.315	6.390	6.469		
Valor Presente	12.768	5.230	4.973	4.730	4.500	4.283	4.078	3.883	3.699	3.525	3.361	3.205	3.058	2.919	2.787	2.663	2.545	2.434	2.328	2.229	2.135	81.332	

ALTERNATIVA 3

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN	
Costo inicial de la vivienda	10.880																						
Costo de cuota anual de la vivienda		3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411																						
Costo de energía para calefacción		460	487	516	546	578	612	648	686	727	770	815	863	913	967	1.024	1.084	1.148	1.216	1.287	1.363		
Total	11.291	4.956	4.983	5.012	5.042	5.074	5.108	5.144	5.182	5.223	5.266	5.311	5.359	5.409	5.463	5.520	5.580	5.644	5.712	5.783	5.859		
Valor Presente	11.291	4.689	4.460	4.244	4.039	3.846	3.663	3.490	3.326	3.171	3.025	2.886	2.755	2.631	2.514	2.403	2.299	2.199	2.106	2.017	1.933	72.989	

ALTERNATIVA 4

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN	
Costo inicial de la vivienda	11.766																						
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411																						
Costo de energía para calefacción		479	507	537	569	602	638	675	715	757	801	848	898	951	1.007	1.066	1.129	1.195	1.266	1.340	1.419		
Total	12.178	5.111	5.139	5.169	5.201	5.234	5.270	5.307	5.347	5.389	5.433	5.480	5.530	5.583	5.639	5.698	5.761	5.827	5.898	5.972	6.051		
Valor Presente	12.178	4.836	4.600	4.377	4.166	3.967	3.779	3.600	3.432	3.272	3.121	2.978	2.844	2.716	2.595	2.481	2.373	2.271	2.174	2.083	1.997	75.840	

Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.233	3.734	4.196	4.623	5.017	5.378	5.709	6.012	6.287	6.537	6.763	6.965	7.146	7.306	7.446	7.568	7.673	7.760	7.833	7.890	7.933	
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.300	2.669	3.008	3.318	3.600	3.856	4.088	4.296	4.482	4.647	4.792	4.918	5.027	5.119	5.194	5.255	5.301	5.334	5.353	5.361	5.357	
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	824	653	479	302	124	-57	-240	-426	-613	-802	-993	-1.185	-1.379	-1.575	-1.773	-1.971	-2.172	-2.373	-2.576	-2.780	-2.985	
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	1.710	1.685	1.651	1.608	1.556	1.497	1.429	1.355	1.273	1.185	1.090	990	884	773	656	535	409	279	145	7	135	
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	--

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda I - Sistema C

Tabla H.9: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema C – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA I SISTEMA C PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	100%		48.227	48.227	66.448	66.448	61.782	61.782	54.401	54.401	58.832	58.832		
	Costo del sistema de calefacción			3 617	617	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411		
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES				48.843		66.860		62.193		54.813		59.243		
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-18.016		-13.349		-5.969		-10.400			
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual														
	Costo del sistema de calefacción	año	FVP	3 617	354	2 411	236	2 411	236	2 411	236	2 411	236		
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	3 617	204	2 411	136	2 411	136	2 411	136	2 411	136		
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL				558		372		372		372		372		
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE						186		186		186		186			
Costos Anuales	Costos Anuales														
	Costo de mantenimiento de la vivienda		FVP / s/escal.	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526		
	Tasa Escalonamiento		FVP/escal.												
	Costo de energía para calefacción	13,20%	44,37	835	37.049	588	26.070	585	25.947	561	24.884	584	25.912		
TOTAL COSTOS ANUALES				47.628		29.597		31.824		30.761		29.438			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						18.032		15.804		16.867		18.190			
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)					97.030		96.828		94.389		85.946		89.054	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 1				202		2.641		11.084		7.976	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 2		-202				2.439		10.883		7.775	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.10: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema C – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA I SISTEMA C PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	20%		9.645	9.645	13.290	13.290	12.356	12.356	10.880	10.880	11.766	11.766		
	Costo del sistema de calefacción			3 617	617	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411		
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES				10.262		13.701		12.768		11.291		12.178		
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-3.439		-2.505		-1.029		-1.915			
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual														
	Costo del sistema de calefacción	año	FVP	3 617	354	2 411	236	2 411	236	2 411	236	2 411	236		
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	3 617	204	2 411	136	2 411	136	2 411	136	2 411	136		
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL				558		372		372		372		372		
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE						186		186		186		186			
Costos Anuales	Costos Anuales														
	Costo de cuota anual de la vivienda		FVP / s/escal.	11.75	3.552	41.752	4.884	57.409	4.548	53.460	3.996	46.971	4.332	50.921	
	Costo de mantenimiento de la vivienda		FVP/escal.	11.75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526	
	Costo de energía para calefacción	13,20%	44,37	835	37.049	588	26.070	585	25.947	561	24.884	584	25.912		
TOTAL COSTOS ANUALES				89.381		87.006		85.284		77.732		80.359			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						2.375		4.097		11.648		9.021			
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)					100.201		101.079		98.423		89.396		92.909	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 1				-878		1.777		10.805		7.292	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 2		878				2.655		11.683		8.170	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.11: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema C – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	48.227																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	617	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción		945	1.070	1.211	1.371	1.552	1.757	1.989	2.252	2.549	2.885	3.266	3.697	4.185	4.738	5.363	6.071	6.873	7.780	8.807	9.969	
Costo de energía para calefacción																						
Total	48.843	1.845	1.970	2.111	2.271	2.452	2.657	2.889	3.152	3.449	4.402	4.166	4.597	5.085	5.638	6.263	6.971	7.773	8.680	9.707	11.486	
Valor Presente	48.843	1.746	1.763	1.788	1.820	1.859	1.905	1.960	2.023	2.094	2.529	2.264	2.364	2.474	2.595	2.727	2.872	3.029	3.200	3.386	3.790	VPN 97.030
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	66.448																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción		665	753	852	965	1.092	1.236	1.400	1.584	1.794	2.030	2.298	2.602	2.945	3.334	3.774	4.272	4.836	5.474	6.197	7.015	
Costo de energía para calefacción																						
Total	66.860	965	1.053	1.152	1.265	1.392	1.536	1.700	1.884	2.094	2.742	2.598	2.902	3.245	3.634	4.074	4.572	5.136	5.774	6.497	7.726	
Valor Presente	66.860	913	942	976	1.013	1.055	1.102	1.153	1.209	1.271	1.575	1.412	1.492	1.579	1.672	1.774	1.883	2.001	2.129	2.266	2.550	VPN 96.828
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	61.782																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción		662	749	848	960	1.087	1.231	1.393	1.577	1.785	2.021	2.287	2.589	2.931	3.318	3.756	4.252	4.813	5.449	6.168	6.982	
Costo de energía para calefacción																						
Total	62.193	1.162	1.249	1.348	1.460	1.587	1.731	1.893	2.077	2.285	2.932	2.787	3.089	3.431	3.818	4.256	4.752	5.313	5.949	6.668	7.893	
Valor Presente	62.193	1.099	1.118	1.142	1.170	1.203	1.241	1.284	1.333	1.387	1.684	1.515	1.588	1.669	1.757	1.853	1.957	2.071	2.193	2.326	2.605	VPN 94.389
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	54.401																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción		635	719	814	921	1.043	1.180	1.336	1.512	1.712	1.938	2.194	2.483	2.811	3.182	3.602	4.078	4.616	5.225	5.915	6.696	
Costo de energía para calefacción																						
Total	54.813	1.135	1.219	1.314	1.421	1.543	1.680	1.836	2.012	2.212	2.849	2.694	2.983	3.311	3.682	4.102	4.578	5.116	5.725	6.415	7.607	
Valor Presente	54.813	1.074	1.091	1.112	1.138	1.169	1.205	1.246	1.292	1.343	1.637	1.464	1.534	1.611	1.695	1.786	1.886	1.994	2.111	2.238	2.510	VPN 85.946
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción		661	748	847	959	1.086	1.229	1.391	1.575	1.783	2.018	2.284	2.586	2.927	3.314	3.751	4.246	4.807	5.441	6.159	6.973	
Costo de energía para calefacción																						
Total	59.243	961	1.048	1.147	1.259	1.386	1.529	1.691	1.875	2.083	2.729	2.584	2.886	3.227	3.614	4.051	4.546	5.107	5.741	6.459	7.684	
Valor Presente	59.243	909	938	971	1.009	1.050	1.096	1.147	1.203	1.265	1.568	1.405	1.484	1.570	1.663	1.764	1.873	1.990	2.117	2.253	2.536	VPN 89.054
Año 20																						
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	18.016	17.184	16.363	15.551	14.744	13.941	13.137	12.330	11.517	10.694	9.740	8.888	8.016	7.121	6.199	5.246	4.257	3.230	2.159	1.039	- 202	
Año 18																						
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.349	12.703	12.058	11.412	10.762	10.106	9.442	8.766	8.077	7.370	6.525	5.776	5.001	4.196	3.358	2.485	1.570	612	- 395	- 1.455	- 2.641	
Año 9																						
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	5.969	5.297	4.624	3.949	3.268	2.578	1.878	1.163	432	- 319	- 1.211	- 2.011	- 2.841	- 3.704	- 4.604	- 5.545	- 6.531	- 7.567	- 8.656	- 9.804	- 11.084	
Año 13																						
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	10.400	9.563	8.738	7.922	7.111	6.303	5.494	4.681	3.861	3.032	2.071	1.211	331	- 573	- 1.504	- 2.467	- 3.466	- 4.505	- 5.589	- 6.721	- 7.976	

Fuente: Elaboración propia

Tabla H.12: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema C – supuesto de pago financiado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	9.645																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	617										617										617	
Costo de energía para calefacción		945	1.070	1.211	1.371	1.552	1.757	1.989	2.252	2.549	2.885	3.266	3.697	4.185	4.738	5.363	6.071	6.873	7.780	8.807	9.969	
Total	10.262	5.397	5.522	5.663	5.823	6.004	6.209	6.441	6.704	7.001	7.954	7.718	8.149	8.637	9.190	9.815	10.523	11.325	12.232	13.259	15.038	
Valor Presente	10.262	5.106	4.943	4.796	4.665	4.551	4.452	4.370	4.302	4.251	4.569	4.195	4.190	4.202	4.229	4.273	4.335	4.413	4.510	4.625	4.962	VPN 100.201
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	13.290																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		665	753	852	965	1.092	1.236	1.400	1.584	1.794	2.030	2.298	2.602	2.945	3.334	3.774	4.272	4.836	5.474	6.197	7.015	
Total	13.701	5.849	5.937	6.036	6.149	6.276	6.420	6.584	6.768	6.978	7.626	7.482	7.786	8.129	8.518	8.958	9.456	10.020	10.658	11.381	12.610	
Valor Presente	13.701	5.534	5.314	5.112	4.926	4.757	4.604	4.466	4.344	4.237	4.380	4.066	4.003	3.954	3.920	3.900	3.895	3.905	3.930	3.970	4.161	VPN 101.079
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	12.356																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		662	749	848	960	1.087	1.231	1.393	1.577	1.785	2.021	2.287	2.589	2.931	3.318	3.756	4.252	4.813	5.449	6.168	6.982	
Total	12.768	5.710	5.797	5.896	6.008	6.135	6.279	6.441	6.625	6.833	7.480	7.335	7.637	7.979	8.366	8.804	9.300	9.861	10.497	11.216	12.441	
Valor Presente	12.768	5.402	5.189	4.993	4.813	4.650	4.502	4.370	4.252	4.149	4.297	3.987	3.927	3.881	3.850	3.833	3.831	3.843	3.870	3.912	4.105	VPN 98.423
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	10.880																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		635	719	814	921	1.043	1.180	1.336	1.512	1.712	1.938	2.194	2.483	2.811	3.182	3.602	4.078	4.616	5.225	5.915	6.696	
Total	11.291	5.131	5.215	5.310	5.417	5.539	5.676	5.832	6.008	6.208	6.845	6.690	6.979	7.307	7.678	8.098	8.574	9.112	9.721	10.411	11.603	
Valor Presente	11.291	4.854	4.667	4.496	4.340	4.198	4.070	3.956	3.856	3.769	3.932	3.636	3.589	3.554	3.534	3.526	3.532	3.551	3.584	3.631	3.829	VPN 89.396
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		661	748	847	959	1.086	1.229	1.391	1.575	1.783	2.018	2.284	2.586	2.927	3.314	3.751	4.246	4.807	5.441	6.159	6.973	
Total	12.178	5.293	5.380	5.479	5.591	5.718	5.861	6.023	6.207	6.415	7.061	6.916	7.218	7.559	7.946	8.383	8.878	9.439	10.073	10.791	12.016	
Valor Presente	12.178	5.008	4.816	4.640	4.479	4.334	4.203	4.086	3.984	3.895	4.056	3.759	3.711	3.677	3.657	3.650	3.657	3.678	3.714	3.764	3.965	VPN 92.909
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.439	3.866	4.238	4.553	4.814	5.021	5.172	5.269	5.310	5.296	5.107	4.979	4.792	4.545	4.236	3.862	3.423	2.914	2.334	1.679	878	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.505	2.801	3.048	3.245	3.393	3.492	3.542	3.542	3.492	3.390	3.117	2.909	2.646	2.326	1.947	1.506	1.002	432	- 208	- 920	- 1.777	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	1.029	777	502	203	- 123	- 476	- 858	- 1.271	- 1.718	- 2.199	- 2.836	- 3.395	- 3.997	- 4.644	- 5.339	- 6.087	- 6.890	- 7.752	- 8.678	- 9.671	- 10.805	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	1.915	1.817	1.690	1.534	1.348	1.131	881	598	279	- 77	- 590	- 1.026	- 1.505	- 2.029	- 2.602	- 3.225	- 3.903	- 4.638	- 5.434	- 6.294	- 7.292	

Fuente: Elaboración propia

Vivienda II - Sistema A

Tabla H.13: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema A – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA II SISTEMA A PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		
Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		Descripción:		
Tasa de descuento	5,70%													
Ciclo de vida (años)	20													
Fecha	Mayo de 2014	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales													
	Costo inicial de la vivienda	100%	47.263	47.263	64.262	64.262	60.695	60.695	53.744	53.744	58.832	58.832		
	Costo del sistema de calefacción		7 352	352	6 302	302	6 302	302	6 302	302	6 302	302	6 302	302
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			47.615		64.563		60.997		54.046		59.134		
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-16.949		-13.382		-6.431		-11.519		
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual		año	FVP										
	Costo del sistema de calefacción		5	0,76	7 352	267	6 302	229	6 302	229	6 302	229	6 302	229
	Costo del sistema de calefacción		10	0,57	7 352	202	6 302	173	6 302	173	6 302	173	6 302	173
	Costo del sistema de calefacción		15	0,44	7 352	153	6 302	131	6 302	131	6 302	131	6 302	131
	Costo del sistema de calefacción		20	0,33	7 352	116	6 302	100	6 302	100	6 302	100	6 302	100
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL				738		633		633		633		633	
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE						105		105		105		105		
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.											
	Costo de mantenimiento de la vivienda		11,75		900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526
	Tasa Escalonamiento		FVP/ escal.											
	Costo de energía para calefacción		8,35%	26,20	1.182	30.976	876	22.968	869	22.762	842	22.052	870	22.805
	TOTAL COSTOS ANUALES				41.555		26.494		28.640		27.929		26.331	
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						15.061		12.915		13.626		15.224		
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)				89.908		91.690		90.269		82.607		86.098	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1				-1.782		-361		7.301		3.810	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		1.782				1.421		9.083		5.592	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.14: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema A – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA II SISTEMA A PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		
Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		Descripción:		
Tasa de descuento	5,70%													
Ciclo de vida (años)	20													
Fecha	Mayo de 2014	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales													
	Costo inicial de la vivienda	20%	9.453	9.453	12.852	12.852	12.139	12.139	10.749	10.749	11.766	11.766		
	Costo del sistema de calefacción		7 352	352	6 302	302	6 302	302	6 302	302	6 302	302	6 302	302
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			9.804		13.154		12.441		11.050		12.068		
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-3.349		-2.636		-1.246		-2.264		
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual		año	FVP										
	Costo del sistema de calefacción		5	0,76	7 352	267	6 302	229	6 302	229	6 302	229	6 302	229
	Costo del sistema de calefacción		10	0,57	7 352	202	6 302	173	6 302	173	6 302	173	6 302	173
	Costo del sistema de calefacción		15	0,44	7 352	153	6 302	131	6 302	131	6 302	131	6 302	131
	Costo del sistema de calefacción		20	0,33	7 352	116	6 302	100	6 302	100	6 302	100	6 302	100
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL				738		633		633		633		633	
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE						105		105		105		105		
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.											
	Costo de cuota anual de la vivienda		11,75		3.480	40.906	4.728	55.576	4.464	52.472	3.948	46.407	4.332	50.921
	Costo de mantenimiento de la vivienda		11,75		900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526
	Tasa Escalonamiento		FVP/ escal.											
	Costo de energía para calefacción		8,35%	26,20	1.182	30.976	876	22.968	869	22.762	842	22.052	870	22.805
TOTAL COSTOS ANUALES				82.461		82.069		81.112		74.336		77.252		
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						391		1.349		8.125		5.209		
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)				93.003		95.856		94.185		86.019		89.953	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1				-2.853		-1.182		6.985		3.051	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		2.853				1.671		9.837		5.903	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.15: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema A – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	47.263																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	352	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción						352																
Costo de energía para calefacción		1.281	1.388	1.504	1.629	1.765	1.913	2.072	2.245	2.433	2.636	2.856	3.095	3.353	3.633	3.936	4.265	4.621	5.007	5.425	5.878	
Total	47.615	2.181	2.288	2.404	2.529	3.017	2.813	2.972	3.145	3.333	3.888	3.756	3.995	4.253	4.533	5.188	5.165	5.521	5.907	6.325	7.130	
Valor Presente	47.615	2.063	2.048	2.035	2.026	2.287	2.017	2.016	2.019	2.024	2.233	2.041	2.054	2.069	2.086	2.259	2.128	2.152	2.178	2.206	2.353	VPN 89.908
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	64.262																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	302	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción																						
Costo de energía para calefacción		950	1.029	1.115	1.208	1.309	1.418	1.537	1.665	1.804	1.955	2.118	2.295	2.486	2.694	2.919	3.162	3.426	3.713	4.023	4.358	
Total	64.563	1.250	1.329	1.415	1.508	1.910	1.718	1.837	1.965	2.104	2.556	2.418	2.595	2.786	2.994	3.520	3.462	3.726	4.013	4.323	4.960	
Valor Presente	64.563	1.182	1.190	1.198	1.208	1.448	1.232	1.246	1.261	1.277	1.468	1.314	1.334	1.355	1.378	1.533	1.426	1.452	1.479	1.508	1.637	VPN 91.690
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	60.695																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	302	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción																						
Costo de energía para calefacción		941	1.020	1.105	1.197	1.297	1.405	1.523	1.650	1.788	1.937	2.099	2.274	2.464	2.670	2.893	3.134	3.396	3.679	3.987	4.319	
Total	60.997	1.441	1.520	1.605	1.697	2.099	1.905	2.023	2.150	2.288	2.739	2.599	2.774	2.964	3.170	3.694	3.634	3.896	4.179	4.487	5.121	
Valor Presente	60.997	1.363	1.360	1.359	1.360	1.591	1.366	1.372	1.380	1.389	1.573	1.412	1.426	1.442	1.459	1.608	1.497	1.518	1.541	1.565	1.690	VPN 90.269
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	53.744																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	302	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción																						
Costo de energía para calefacción		912	988	1.070	1.160	1.257	1.362	1.475	1.598	1.732	1.877	2.033	2.203	2.387	2.586	2.802	3.036	3.290	3.564	3.862	4.185	
Total	54.046	1.412	1.488	1.570	1.660	2.058	1.862	1.975	2.098	2.232	2.678	2.533	2.703	2.887	3.086	3.604	3.536	3.790	4.064	4.362	4.986	
Valor Presente	54.046	1.336	1.332	1.330	1.330	1.560	1.335	1.340	1.347	1.355	1.538	1.377	1.390	1.404	1.420	1.569	1.457	1.477	1.498	1.522	1.645	VPN 82.607
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	302	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción																						
Costo de energía para calefacción		943	1.022	1.107	1.199	1.300	1.408	1.526	1.653	1.791	1.941	2.103	2.278	2.469	2.675	2.898	3.140	3.402	3.686	3.994	4.328	
Total	59.134	1.243	1.322	1.407	1.499	1.901	1.708	1.826	1.953	2.091	2.542	2.403	2.578	2.769	2.975	3.500	3.440	3.702	3.986	4.294	4.929	
Valor Presente	59.134	1.176	1.183	1.191	1.201	1.441	1.225	1.239	1.253	1.270	1.460	1.306	1.326	1.347	1.369	1.524	1.417	1.443	1.470	1.498	1.627	VPN 86.098
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	16.949	16.068	15.209	14.372	13.554	12.715	11.930	11.160	10.402	9.656	8.891	8.164	7.444	6.730	6.022	5.296	4.594	3.895	3.196	2.498	1.782	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.382	12.682	11.994	11.318	10.652	9.956	9.305	8.661	8.022	7.388	6.727	6.098	5.471	4.844	4.216	3.566	2.935	2.302	1.665	1.024	361	
Año 10																						
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	6.431	5.703	4.987	4.282	3.585	2.858	2.176	1.500	828	160	- 535	- 1.200	- 1.864	- 2.528	- 3.194	- 3.884	- 4.555	- 5.230	- 5.909	- 6.594	- 7.301	
Año 15																						
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	11.519	10.631	9.767	8.923	8.098	7.252	6.460	5.682	4.917	4.163	3.390	2.654	1.926	1.204	487	- 248	- 959	- 1.668	- 2.376	- 3.084	- 3.810	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.16: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema A – supuesto de pago financiado
CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	9.453																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	352					352					352					352					352	
Costo de energía para calefacción		1.281	1.388	1.504	1.629	1.765	1.913	2.072	2.245	2.433	2.636	2.856	3.095	3.353	3.633	3.936	4.265	4.621	5.007	5.425	5.878	
Total	9.804	5.661	5.768	5.884	6.009	6.497	6.293	6.452	6.625	6.813	7.368	7.236	7.475	7.733	8.013	8.668	8.645	9.001	9.387	9.805	10.610	
Valor Presente	9.804	5.356	5.162	4.982	4.814	4.924	4.512	4.377	4.252	4.137	4.232	3.933	3.843	3.762	3.688	3.774	3.561	3.508	3.461	3.420	3.501	93.003
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	12.852																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		950	1.029	1.115	1.208	1.309	1.418	1.537	1.665	1.804	1.955	2.118	2.295	2.486	2.694	2.919	3.162	3.426	3.713	4.023	4.358	
Total	13.154	5.978	6.057	6.143	6.236	6.638	6.446	6.565	6.693	6.832	7.284	7.146	7.323	7.514	7.722	8.248	8.190	8.454	8.741	9.051	9.688	
Valor Presente	13.154	5.655	5.421	5.202	4.996	5.031	4.622	4.453	4.295	4.148	4.184	3.883	3.765	3.655	3.554	3.591	3.374	3.295	3.222	3.157	3.197	95.856
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	12.139																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		941	1.020	1.105	1.197	1.297	1.405	1.523	1.650	1.788	1.937	2.099	2.274	2.464	2.670	2.893	3.134	3.396	3.679	3.987	4.319	
Total	12.441	5.905	5.984	6.069	6.161	6.563	6.369	6.487	6.614	6.752	7.203	7.063	7.238	7.428	7.634	8.158	8.098	8.360	8.643	8.951	9.585	
Valor Presente	12.441	5.587	5.356	5.139	4.936	4.974	4.567	4.401	4.245	4.100	4.138	3.838	3.722	3.613	3.513	3.552	3.336	3.258	3.187	3.122	3.163	94.185
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	10.749																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		912	988	1.070	1.160	1.257	1.362	1.475	1.598	1.732	1.877	2.033	2.203	2.387	2.586	2.802	3.036	3.290	3.564	3.862	4.185	
Total	11.050	5.360	5.436	5.518	5.608	6.006	5.810	5.923	6.046	6.180	6.626	6.481	6.651	6.835	7.034	7.552	7.484	7.738	8.012	8.310	8.934	
Valor Presente	11.050	5.071	4.865	4.673	4.493	4.552	4.166	4.018	3.881	3.752	3.806	3.522	3.420	3.325	3.237	3.288	3.083	3.015	2.954	2.899	2.948	86.019
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		943	1.022	1.107	1.199	1.300	1.408	1.526	1.653	1.791	1.941	2.103	2.278	2.469	2.675	2.898	3.140	3.402	3.686	3.994	4.328	
Total	12.068	5.575	5.654	5.739	5.831	6.233	6.040	6.158	6.285	6.423	6.874	6.735	6.910	7.101	7.307	7.832	7.772	8.034	8.318	8.626	9.261	
Valor Presente	12.068	5.274	5.060	4.860	4.672	4.724	4.331	4.177	4.034	3.900	3.949	3.660	3.553	3.454	3.363	3.410	3.201	3.131	3.067	3.009	3.056	89.953
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.349	3.649	3.908	4.128	4.309	4.416	4.527	4.603	4.646	4.658	4.609	4.560	4.482	4.376	4.242	4.059	3.871	3.658	3.420	3.157	2.853	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.636	2.867	3.061	3.218	3.339	3.389	3.444	3.468	3.460	3.423	3.328	3.234	3.112	2.964	2.789	2.567	2.342	2.092	1.818	1.520	1.182	
Año 5																						
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	1.246	961	664	355	33	- 339	- 685	- 1.044	- 1.416	- 1.800	- 2.226	- 2.636	- 3.060	- 3.496	- 3.947	- 4.433	- 4.911	- 5.403	- 5.910	- 6.432	- 6.985	
Año 12																						
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	2.264	2.182	2.080	1.958	1.815	1.615	1.434	1.234	1.016	779	496	223	- 67	- 375	- 700	- 1.064	- 1.424	- 1.800	- 2.194	- 2.606	- 3.051	

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda II - Sistema B

Tabla H.17: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema B – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA II SISTEMA B PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:			
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	100%		47.263	47.263	64.262	64.262	60.695	60.695	53.744	53.744	58.832	58.832		
	Costo del sistema de calefacción			822	822	411	411	411	411	411	411	411	411		
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			48.086		64.673		61.106		54.155		59.243			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE					-16.588		-13.021		-6.070		-11.158				
Costos Anuales	Costos Anuales														
	Costo de mantenimiento de la vivienda		FVP s/escal.	11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526	
	Tasa Escalonamiento		FVP/ escal.												
	Costo de energía para calefacción	5,88%	20,36	601	12.234	445	9.071	442	8.990	428	8.709	442	9.007		
	TOTAL COSTOS ANUALES			22.813		12.597		14.867		14.587		12.533			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE					10.216		7.946		8.227		10.280				
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)			70.899		77.271		75.973		68.742		71.776			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 1		-6.372		-5.075		2.157		-878			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 2		6.372		1.297		8.529		5.494			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.18: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema B – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA II SISTEMA B PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:			
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	20%		9.453	9.453	12.852	12.852	12.139	12.139	10.749	10.749	11.766	11.766		
	Costo del sistema de calefacción			822	822	411	411	411	411	411	411	411	411		
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			10.275		13.264		12.550		11.160		12.178			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE					-2.989		-2.275		-885		-1.903				
Costos Anuales	Costos Anuales														
	Costo de cuota anual de la vivienda		FVP s/escal.	11,75	3.480	40.906	4.728	55.576	4.464	52.472	3.948	46.407	4.332	50.921	
	Tasa Escalonamiento		FVP/ escal.												
	Costo de energía para calefacción	5,88%	20,36	601	12.234	445	9.071	442	8.990	428	8.709	442	9.007		
	TOTAL COSTOS ANUALES			63.719		68.173		67.340		60.994		63.454			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE					-4.454		-3.621		2.725		265				
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)			73.994		81.437		79.890		72.154		75.632			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 1		-7.443		-5.896		1.840		-1.638			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 2		7.443		1.547		9.283		5.805			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.19: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema B – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	47.263																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	822	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción		636	674	713	755	800	847	896	949	1.005	1.064	1.126	1.193	1.263	1.337	1.416	1.499	1.587	1.680	1.779	1.884	
Costo de energía para calefacción																						
Total	48.086	1.536	1.574	1.613	1.655	1.700	1.747	1.796	1.849	1.905	1.964	2.026	2.093	2.163	2.237	2.316	2.399	2.487	2.580	2.679	2.784	
Valor Presente	48.086	1.453	1.408	1.366	1.326	1.288	1.252	1.219	1.187	1.157	1.128	1.101	1.076	1.052	1.030	1.008	988	969	951	934	919	70.899
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	64.262																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción		472	499	529	560	593	628	665	704	745	789	835	884	936	991	1.050	1.111	1.177	1.246	1.319	1.397	
Costo de energía para calefacción																						
Total	64.673	772	799	829	860	893	928	965	1.004	1.045	1.089	1.135	1.184	1.236	1.291	1.350	1.411	1.477	1.546	1.619	1.697	
Valor Presente	64.673	730	716	702	689	677	665	654	644	635	625	617	609	601	594	588	581	575	570	565	560	77.271
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	60.695																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción		467	495	524	555	588	622	659	697	738	782	828	876	928	983	1.040	1.101	1.166	1.235	1.307	1.384	
Costo de energía para calefacción																						
Total	61.106	967	995	1.024	1.055	1.088	1.122	1.159	1.197	1.238	1.282	1.328	1.376	1.428	1.483	1.540	1.601	1.666	1.735	1.807	1.884	
Valor Presente	61.106	915	891	867	845	824	805	786	768	752	736	722	708	695	682	671	660	649	640	630	622	75.973
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	53.744																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción		453	480	508	538	569	603	638	676	715	757	802	849	899	952	1.008	1.067	1.130	1.196	1.267	1.341	
Costo de energía para calefacción																						
Total	54.155	953	980	1.008	1.038	1.069	1.103	1.138	1.176	1.215	1.257	1.302	1.349	1.399	1.452	1.508	1.567	1.630	1.696	1.767	1.841	
Valor Presente	54.155	901	877	853	831	810	791	772	754	738	722	708	694	681	668	656	645	635	625	616	608	68.742
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción		468	496	525	556	589	623	660	699	740	783	829	878	930	984	1.042	1.104	1.168	1.237	1.310	1.387	
Costo de energía para calefacción																						
Total	59.243	768	796	825	856	889	923	960	999	1.040	1.083	1.129	1.178	1.230	1.284	1.342	1.404	1.468	1.537	1.610	1.687	
Valor Presente	59.243	727	712	699	686	674	662	651	641	631	622	614	606	598	591	584	578	572	567	562	557	71.776
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	16.588	15.864	15.171	14.507	13.870	13.259	12.672	12.107	11.565	11.043	10.540	10.056	9.589	9.138	8.703	8.282	7.875	7.482	7.100	6.731	6.372	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.021	12.483	11.965	11.466	10.985	10.521	10.073	9.641	9.223	8.818	8.426	8.046	7.678	7.321	6.973	6.636	6.307	5.987	5.676	5.372	5.075	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	6.070	5.518	4.986	4.473	3.979	3.501	3.039	2.593	2.160	1.742	1.336	942	560	188	- 173	- 525	- 867	- 1.202	- 1.527	- 1.846	- 2.157	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	11.158	10.431	9.735	9.068	8.428	7.813	7.223	6.655	6.109	5.584	5.078	4.591	4.121	3.667	3.228	2.804	2.394	1.997	1.613	1.240	878	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.20: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema B – supuesto de pago financiado

CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	9.453																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
Costo del sistema de calefacción	822																					
Costo de energía para calefacción		636	674	713	755	800	847	896	949	1.005	1.064	1.126	1.193	1.263	1.337	1.416	1.499	1.587	1.680	1.779	1.884	
Total	10.275	5.016	5.054	5.093	5.135	5.180	5.227	5.276	5.329	5.385	5.444	5.506	5.573	5.643	5.717	5.796	5.879	5.967	6.060	6.159	6.264	73.994
Valor Presente	10.275	4.746	4.523	4.313	4.114	3.926	3.748	3.579	3.420	3.270	3.127	2.993	2.865	2.745	2.631	2.523	2.422	2.325	2.234	2.148	2.067	73.994

ALTERNATIVA 1

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	12.852																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		472	499	529	560	593	628	665	704	745	789	835	884	936	991	1.050	1.111	1.177	1.246	1.319	1.397	
Total	13.264	5.500	5.527	5.557	5.588	5.621	5.656	5.693	5.732	5.773	5.817	5.863	5.912	5.964	6.019	6.078	6.139	6.205	6.274	6.347	6.425	81.437
Valor Presente	13.264	5.203	4.947	4.705	4.477	4.260	4.055	3.862	3.679	3.505	3.341	3.186	3.040	2.901	2.770	2.646	2.529	2.418	2.313	2.214	2.120	81.437

ALTERNATIVA 2

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	12.139																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		467	495	524	555	588	622	659	697	738	782	828	876	928	983	1.040	1.101	1.166	1.235	1.307	1.384	
Total	12.550	5.431	5.459	5.488	5.519	5.552	5.586	5.623	5.661	5.702	5.746	5.792	5.840	5.892	5.947	6.004	6.065	6.130	6.199	6.271	6.348	79.890
Valor Presente	12.550	5.139	4.886	4.647	4.421	4.208	4.005	3.814	3.633	3.462	3.301	3.148	3.003	2.866	2.737	2.614	2.498	2.389	2.285	2.187	2.095	79.890

ALTERNATIVA 3

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	10.749																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		453	480	508	538	569	603	638	676	715	757	802	849	899	952	1.008	1.067	1.130	1.196	1.267	1.341	
Total	11.160	4.901	4.928	4.956	4.986	5.017	5.051	5.086	5.124	5.163	5.205	5.250	5.297	5.347	5.400	5.456	5.515	5.578	5.644	5.715	5.789	72.154
Valor Presente	11.160	4.637	4.410	4.196	3.994	3.803	3.622	3.450	3.288	3.135	2.990	2.853	2.724	2.601	2.485	2.375	2.272	2.174	2.081	1.993	1.910	72.154

ALTERNATIVA 4

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		468	496	525	556	589	623	660	699	740	783	829	878	930	984	1.042	1.104	1.168	1.237	1.310	1.387	
Total	12.178	5.100	5.128	5.157	5.188	5.221	5.255	5.292	5.331	5.372	5.415	5.461	5.510	5.562	5.616	5.674	5.736	5.800	5.869	5.942	6.019	75.632
Valor Presente	12.178	4.825	4.590	4.367	4.156	3.957	3.768	3.590	3.421	3.262	3.111	2.968	2.833	2.705	2.585	2.470	2.363	2.260	2.164	2.073	1.986	75.632

Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	2.989	3.446	3.870	4.263	4.625	4.960	5.268	5.550	5.808	6.044	6.258	6.452	6.627	6.783	6.922	7.045	7.153	7.245	7.324	7.389	7.443	
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.275	2.668	3.031	3.365	3.673	3.955	4.213	4.447	4.661	4.854	5.027	5.182	5.320	5.441	5.547	5.637	5.714	5.778	5.829	5.868	5.896	
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

Año 8																						
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	885	776	663	547	427	304	178	49	- 83	- 218	- 355	- 494	- 636	- 780	- 926	- 1.074	- 1.224	- 1.375	- 1.529	- 1.684	- 1.840	
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--

Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	1.903	1.982	2.049	2.103	2.145	2.176	2.197	2.207	2.208	2.201	2.184	2.160	2.127	2.088	2.042	1.989	1.930	1.865	1.794	1.718	1.638	
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda II - Sistema C

Tabla H.21: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema C – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA II SISTEMA C PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		
Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3				
Tasa de descuento	5,70%													
Ciclo de vida (años)	20													
Fecha	Mayo de 2014	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales													
	Costo inicial de la vivienda	100%	47.263	47.263	64.262	64.262	60.695	60.695	53.744	53.744	58.832	58.832		
	Costo del sistema de calefacción		3 617	617	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			47.880		64.673		61.106		54.155		59.243		
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-16.793		-13.226		-6.275		-11.363		
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual		año	FVP										
	Costo del sistema de calefacción		10	0,57	3 617	354	2 411	236	2 411	236	2 411	236	2 411	236
	Costo del sistema de calefacción		20	0,33	3 617	204	2 411	136	2 411	136	2 411	136	2 411	136
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL					558		372		372		372		372
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE						186		186		186		186		
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.											
	Costo de mantenimiento de la vivienda			11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526
	Tasa Escalonamiento			FVP/escal.										
	Costo de energía para calefacción		13,20%	44,37	775	34.401	575	25.507	570	25.279	552	24.490	571	25.326
TOTAL COSTOS ANUALES					44.980		29.033		31.156		30.367		28.853	
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						15.947		13.824		14.613		16.127		
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)				93.418		94.078		92.634		84.894		88.468	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1				-661		783		8.524		4.950	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		661				1.444		9.184		5.610	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.22: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema C – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA II SISTEMA C PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		
Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3				
Tasa de descuento	5,70%													
Ciclo de vida (años)	20													
Fecha	Mayo de 2014	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales													
	Costo inicial de la vivienda	20%	9.453	9.453	12.852	12.852	12.139	12.139	10.749	10.749	11.766	11.766		
	Costo del sistema de calefacción		3 617	617	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			10.069		13.264		12.550		11.160		12.178		
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-3.194		-2.481		-1.091		-2.108		
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual		año	FVP										
	Costo del sistema de calefacción		10	0,57	3 617	354	2 411	236	2 411	236	2 411	236	2 411	236
	Costo del sistema de calefacción		20	0,33	3 617	204	2 411	136	2 411	136	2 411	136	2 411	136
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL					558		372		372		372		372
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE						186		186		186		186		
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.											
	Costo de cuota anual de la vivienda			11,75	3.480	40.906	4.728	55.576	4.464	52.472	3.948	46.407	4.332	50.921
	Costo de mantenimiento de la vivienda			11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526
	Tasa Escalonamiento			FVP/escal.										
Costo de energía para calefacción		13,20%	44,37	775	34.401	575	25.507	570	25.279	552	24.490	571	25.326	
TOTAL COSTOS ANUALES					85.886		84.609		83.629		76.774		79.774	
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						1.277		2.257		9.112		6.112		
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)				96.513		98.244		96.551		88.306		92.323	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1				-1.731		-38		8.207		4.190	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		1.731				1.694		9.938		5.921	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.23: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema C – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	47.263																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	617										617										617	
Costo de energía para calefacción		878	994	1.125	1.273	1.441	1.632	1.847	2.091	2.367	2.679	3.033	3.433	3.886	4.399	4.980	5.637	6.381	7.224	8.177	9.257	
Total	47.880	1.778	1.894	2.025	2.173	2.341	2.532	2.747	2.991	3.267	4.196	3.933	4.333	4.786	5.299	5.880	6.537	7.281	8.124	9.077	10.774	
Valor Presente	47.880	1.682	1.695	1.715	1.741	1.775	1.815	1.863	1.919	1.984	2.410	2.137	2.228	2.328	2.439	2.560	2.693	2.838	2.995	3.166	3.555	93.418
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	64.262																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		651	737	834	944	1.069	1.210	1.369	1.550	1.755	1.986	2.249	2.546	2.882	3.262	3.692	4.180	4.732	5.356	6.063	6.863	
Total	64.673	951	1.037	1.134	1.244	1.369	1.510	1.669	1.850	2.055	2.698	2.549	2.846	3.182	3.562	3.992	4.480	5.032	5.656	6.363	7.575	
Valor Presente	64.673	900	928	960	997	1.037	1.083	1.133	1.187	1.248	1.550	1.385	1.463	1.548	1.639	1.738	1.845	1.961	2.085	2.219	2.500	94.078
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	60.695																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		645	730	827	936	1.059	1.199	1.357	1.536	1.739	1.969	2.229	2.523	2.856	3.233	3.659	4.142	4.689	5.308	6.009	6.802	
Total	61.106	1.145	1.230	1.327	1.436	1.559	1.699	1.857	2.036	2.239	2.880	2.729	3.023	3.356	3.733	4.159	4.642	5.189	5.808	6.509	7.713	
Valor Presente	61.106	1.083	1.101	1.123	1.150	1.182	1.218	1.260	1.307	1.360	1.654	1.483	1.554	1.632	1.718	1.811	1.912	2.022	2.141	2.270	2.545	92.634
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	53.744																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		625	707	801	906	1.026	1.162	1.315	1.488	1.685	1.907	2.159	2.444	2.767	3.132	3.545	4.013	4.543	5.143	5.821	6.590	
Total	54.155	1.125	1.207	1.301	1.406	1.526	1.662	1.815	1.988	2.185	2.818	2.659	2.944	3.267	3.632	4.045	4.513	5.043	5.643	6.321	7.501	
Valor Presente	54.155	1.064	1.081	1.101	1.127	1.157	1.191	1.231	1.276	1.327	1.619	1.445	1.514	1.589	1.671	1.761	1.859	1.965	2.080	2.205	2.475	84.894
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		646	732	828	937	1.061	1.201	1.360	1.539	1.742	1.972	2.233	2.527	2.861	3.239	3.666	4.150	4.698	5.318	6.020	6.815	
Total	59.243	946	1.032	1.128	1.237	1.361	1.501	1.660	1.839	2.042	2.684	2.533	2.827	3.161	3.539	3.966	4.450	4.998	5.618	6.320	7.526	
Valor Presente	59.243	895	923	955	991	1.032	1.076	1.126	1.180	1.240	1.542	1.376	1.454	1.538	1.629	1.727	1.833	1.948	2.071	2.204	2.484	88.468
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	16.793	16.011	15.244	14.490	13.745	13.008	12.275	11.544	10.812	10.076	9.216	8.464	7.699	6.918	6.119	5.297	4.449	3.573	2.663	1.716	661	Año 20
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.226	12.628	12.034	11.442	10.852	10.259	9.662	9.058	8.446	7.822	7.066	6.411	5.738	5.042	4.321	3.572	2.791	1.976	1.122	226	- 783	Año 10
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	6.275	5.658	5.043	4.430	3.816	3.198	2.574	1.942	1.298	642	- 150	- 842	- 1.556	- 2.295	- 3.063	- 3.862	- 4.695	- 5.568	- 6.482	- 7.444	- 8.524	Año 15
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	11.363	10.577	9.805	9.046	8.296	7.553	6.814	6.077	5.338	4.594	3.725	2.965	2.190	1.400	590	- 243	- 1.103	- 1.993	- 2.917	- 3.878	- 4.950	Año 15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.24: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema C – supuesto de pago financiado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	9.453																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	617										617										617	
Costo de energía para calefacción		878	994	1.125	1.273	1.441	1.632	1.847	2.091	2.367	2.679	3.033	3.433	3.886	4.399	4.980	5.637	6.381	7.224	8.177	9.257	
Total	10.069	5.258	5.374	5.505	5.653	5.821	6.012	6.227	6.471	6.747	7.076	7.413	7.813	8.266	8.779	9.360	10.017	10.761	11.604	12.557	14.254	
Valor Presente	10.069	4.974	4.810	4.661	4.529	4.412	4.311	4.224	4.153	4.097	4.049	4.029	4.017	4.021	4.040	4.075	4.126	4.194	4.278	4.380	4.704	VPN 96.513
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	12.852																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	4.728	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		651	737	834	944	1.069	1.210	1.369	1.550	1.755	1.986	2.249	2.546	2.882	3.262	3.692	4.180	4.732	5.356	6.063	6.863	
Total	13.264	5.679	5.765	5.862	5.972	6.097	6.238	6.397	6.578	6.783	7.026	7.277	7.574	7.910	8.290	8.720	9.208	9.760	10.384	11.091	12.303	
Valor Presente	13.264	5.373	5.160	4.964	4.784	4.621	4.473	4.340	4.222	4.118	4.026	3.955	3.894	3.847	3.815	3.797	3.793	3.803	3.828	3.869	4.060	VPN 98.244
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	12.139																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	4.464	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		645	730	827	936	1.059	1.199	1.357	1.536	1.739	1.969	2.229	2.523	2.856	3.233	3.659	4.142	4.689	5.308	6.009	6.802	
Total	12.550	5.609	5.694	5.791	5.900	6.023	6.163	6.321	6.500	6.703	7.344	7.193	7.487	7.820	8.197	8.623	9.106	9.653	10.272	10.973	12.177	
Valor Presente	12.550	5.307	5.097	4.903	4.726	4.565	4.419	4.288	4.172	4.070	4.219	3.909	3.849	3.804	3.772	3.755	3.751	3.762	3.787	3.827	4.018	VPN 96.551
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	10.749																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	3.948	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		625	707	801	906	1.026	1.162	1.315	1.488	1.685	1.907	2.159	2.444	2.767	3.132	3.545	4.013	4.543	5.143	5.821	6.590	
Total	11.160	5.073	5.155	5.249	5.354	5.474	5.610	5.763	5.936	6.133	6.366	6.607	6.892	7.215	7.580	7.993	8.461	8.991	9.591	10.269	11.449	
Valor Presente	11.160	4.799	4.614	4.445	4.290	4.149	4.022	3.909	3.810	3.724	3.887	3.591	3.544	3.509	3.488	3.480	3.485	3.504	3.536	3.582	3.778	VPN 88.306
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		646	732	828	937	1.061	1.201	1.360	1.539	1.742	1.972	2.233	2.527	2.861	3.239	3.666	4.150	4.698	5.318	6.020	6.815	
Total	12.178	5.278	5.364	5.460	5.569	5.693	5.833	5.992	6.171	6.374	7.016	6.865	7.159	7.493	7.871	8.298	8.782	9.330	9.950	10.652	11.858	
Valor Presente	12.178	4.994	4.801	4.624	4.462	4.315	4.183	4.065	3.961	3.870	4.030	3.731	3.681	3.645	3.622	3.613	3.617	3.636	3.668	3.715	3.913	VPN 92.323
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.194	3.593	3.943	4.245	4.500	4.709	4.871	4.987	5.056	5.078	4.934	4.860	4.737	4.563	4.338	4.060	3.726	3.336	2.886	2.375	1.731	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.481	2.813	3.100	3.342	3.539	3.692	3.801	3.865	3.884	3.857	3.667	3.547	3.379	3.162	2.894	2.573	2.198	1.766	1.275	723	38	
Año 6																						
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	1.091	916	720	503	264	1	- 287	- 602	- 945	- 1.318	- 1.840	- 2.278	- 2.752	- 3.263	- 3.815	- 4.411	- 5.051	- 5.741	- 6.484	- 7.282	- 8.207	
Año 13																						
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	2.108	2.128	2.118	2.081	2.013	1.916	1.788	1.629	1.437	1.211	831	533	197	- 179	- 597	- 1.059	- 1.568	- 2.126	- 2.735	- 3.400	- 4.190	

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda III -Sistema A

Tabla H.25: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema A – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA III SISTEMA A PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	100%		48.227	48.227	66.448	66.448	61.782	61.782	54.401	54.401	58.832	58.832		
	Costo del sistema de calefacción			8 402	402	6 302	302	6 302	302	6 302	302	6 302	302		
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			48.629		66.750		62.083		54.703		59.134			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE					-18.121		-13.454		-6.074		-10.505				
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual			año	FVP										
	Costo del sistema de calefacción	5	0,76	8 402	305	6 302	229	6 302	229	6 302	229	6 302	229		
	Costo del sistema de calefacción	10	0,57	8 402	231	6 302	173	6 302	173	6 302	173	6 302	173		
	Costo del sistema de calefacción	15	0,44	8 402	175	6 302	131	6 302	131	6 302	131	6 302	131		
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	8 402	133	6 302	100	6 302	100	6 302	100	6 302	100		
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL			843		633		633		633		633			
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE					211		211		211		211				
Costos Anuales	Costos Anuales			FVP s/escal.											
	Costo de mantenimiento de la vivienda		11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526		
	Tasa Escalonamiento			FVP/ escal.											
	Costo de energía para calefacción	8,35%	26,20	1.262	33.078	892	23.364	884	23.158	848	22.225	885	23.195		
	TOTAL COSTOS ANUALES			43.657		26.890		29.035		28.103		26.721			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE					16.767		14.622		15.554		16.936				
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)			SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			93.129		94.273		91.751		83.438		86.487			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 2		1.143		2.521		10.834		7.785			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.26: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema A – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA III SISTEMA A PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D			
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)		20													
Fecha		Mayo de 2014		Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales														
	Costo inicial de la vivienda	20%		9.645	9.645	13.290	13.290	12.356	12.356	10.880	10.880	11.766	11.766		
	Costo del sistema de calefacción			8 402	402	6 302	302	6 302	302	6 302	302	6 302	302		
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES			10.047		13.591		12.658		11.182		12.068			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE					-3.544		-2.610		-1.134		-2.021				
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual			año	FVP										
	Costo del sistema de calefacción	5	0,76	8 402	305	6 302	229	6 302	229	6 302	229	6 302	229		
	Costo del sistema de calefacción	10	0,57	8 402	231	6 302	173	6 302	173	6 302	173	6 302	173		
	Costo del sistema de calefacción	15	0,44	8 402	175	6 302	131	6 302	131	6 302	131	6 302	131		
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	8 402	133	6 302	100	6 302	100	6 302	100	6 302	100		
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL			843		633		633		633		633			
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE					211		211		211		211				
Costos Anuales	Costos Anuales			FVP s/escal.											
	Costo de cuota anual de la vivienda		11,75	3.552	41.752	4.884	57.409	4.548	53.460	3.996	46.971	4.332	50.921		
	Costo de mantenimiento de la vivienda		11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526		
	Tasa Escalonamiento			FVP/ escal.											
	Costo de energía para calefacción	8,35%	26,20	1.262	33.078	892	23.364	884	23.158	848	22.225	885	23.195		
TOTAL COSTOS ANUALES			85.409		84.299		82.495		75.074		77.642				
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE					1.110		2.914		10.335		7.767				
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)			SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			96.300		98.523		95.786		86.888		90.343			
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE			SCT 2		2.223		2.738		11.635		8.180			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.27: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema A – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	48.227																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	402					402					402					402				402		
Costo de energía para calefacción		1.368	1.482	1.606	1.740	1.885	2.042	2.213	2.398	2.598	2.815	3.050	3.305	3.581	3.880	4.203	4.554	4.935	5.347	5.793	6.277	
Total	48.629	2.268	2.382	2.506	2.640	3.187	2.942	3.113	3.298	3.498	4.117	3.950	4.205	4.481	4.780	5.506	5.454	5.835	6.247	6.693	7.579	
Valor Presente	48.629	2.145	2.132	2.122	2.115	2.416	2.110	2.112	2.117	2.124	2.365	2.147	2.162	2.179	2.200	2.397	2.247	2.274	2.303	2.335	2.501	VPN 93.129
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	66.448																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302				302		
Costo de energía para calefacción		966	1.047	1.134	1.229	1.331	1.443	1.563	1.694	1.835	1.988	2.154	2.334	2.529	2.740	2.969	3.217	3.486	3.777	4.092	4.434	
Total	66.750	1.266	1.347	1.434	1.529	1.933	1.743	1.863	1.994	2.135	2.590	2.454	2.634	2.829	3.040	3.571	3.517	3.786	4.077	4.392	5.035	
Valor Presente	66.750	1.198	1.205	1.214	1.225	1.465	1.250	1.264	1.279	1.296	1.488	1.334	1.354	1.376	1.399	1.555	1.449	1.475	1.503	1.532	1.662	VPN 94.273
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	61.782																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302				302		
Costo de energía para calefacción		958	1.038	1.124	1.218	1.320	1.430	1.549	1.679	1.819	1.971	2.135	2.314	2.507	2.716	2.943	3.189	3.455	3.743	4.056	4.395	
Total	62.083	1.458	1.538	1.624	1.718	2.121	1.930	2.049	2.179	2.319	2.772	2.635	2.814	3.007	3.216	3.744	3.689	3.955	4.243	4.556	5.196	
Valor Presente	62.083	1.379	1.376	1.375	1.376	1.608	1.384	1.390	1.398	1.408	1.593	1.432	1.447	1.463	1.480	1.630	1.519	1.541	1.564	1.589	1.715	VPN 91.751
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	54.401																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302				302		
Costo de energía para calefacción		919	996	1.079	1.169	1.267	1.372	1.487	1.611	1.746	1.891	2.049	2.220	2.406	2.607	2.824	3.060	3.316	3.593	3.893	4.218	
Total	54.703	1.419	1.496	1.579	1.669	2.068	1.872	1.987	2.111	2.246	2.693	2.549	2.720	2.906	3.107	3.626	3.560	3.816	4.093	4.393	5.019	
Valor Presente	54.703	1.342	1.339	1.337	1.337	1.567	1.343	1.348	1.355	1.364	1.547	1.385	1.399	1.413	1.430	1.579	1.466	1.487	1.509	1.532	1.656	VPN 83.438
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302				302		
Costo de energía para calefacción		959	1.039	1.126	1.220	1.322	1.432	1.552	1.681	1.822	1.974	2.139	2.317	2.511	2.720	2.948	3.194	3.460	3.749	4.062	4.402	
Total	59.134	1.259	1.339	1.426	1.520	1.923	1.732	1.852	1.981	2.122	2.575	2.439	2.617	2.811	3.020	3.549	3.494	3.760	4.049	4.362	5.003	
Valor Presente	59.134	1.191	1.199	1.207	1.218	1.458	1.242	1.256	1.272	1.288	1.479	1.325	1.346	1.367	1.390	1.545	1.439	1.465	1.493	1.522	1.651	VPN 86.487
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	18.121	17.174	16.247	15.340	14.450	13.499	12.639	11.791	10.954	10.126	9.249	8.436	7.629	6.825	6.025	5.182	4.384	3.586	2.786	1.983	1.143	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.454	12.688	11.932	11.186	10.447	9.639	8.913	8.192	7.474	6.758	5.985	5.271	4.556	3.839	3.119	2.352	1.625	892	154	- 592	- 1.378	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	6.074	5.271	4.478	3.693	2.915	2.067	1.300	536	- 225	- 986	- 1.804	- 2.565	- 3.328	- 4.094	- 4.864	- 5.682	- 6.463	- 7.250	- 8.044	- 8.846	- 9.691	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	10.505	9.551	8.617	7.703	6.806	5.848	4.980	4.125	3.280	2.444	1.559	737	- 79	- 891	- 1.701	- 2.552	- 3.360	- 4.168	- 4.979	- 5.792	- 6.642	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.28: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema A – supuesto de pago financiado
CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	9.645																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	402																					
Costo de energía para calefacción		1.368	1.482	1.606	1.740	1.885	2.042	2.213	2.398	2.598	2.815	3.050	3.305	3.581	3.880	4.203	4.554	4.935	5.347	5.793	6.277	
Total	10.047	5.820	5.934	6.058	6.192	6.739	6.494	6.665	6.850	7.050	7.669	7.502	7.757	8.033	8.332	9.058	9.006	9.387	9.799	10.245	11.131	
Valor Presente	10.047	5.506	5.311	5.130	4.960	5.108	4.657	4.521	4.396	4.281	4.405	4.077	3.988	3.907	3.834	3.944	3.710	3.658	3.613	3.574	3.673	96.300
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	13.290																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302																					
Costo de energía para calefacción		966	1.047	1.134	1.229	1.331	1.443	1.563	1.694	1.835	1.988	2.154	2.334	2.529	2.740	2.969	3.217	3.486	3.777	4.092	4.434	
Total	13.591	6.150	6.231	6.318	6.413	6.817	6.627	6.747	6.878	7.019	7.474	7.338	7.518	7.713	7.924	8.455	8.401	8.670	8.961	9.276	9.919	
Valor Presente	13.591	5.818	5.577	5.350	5.137	5.167	4.752	4.577	4.414	4.262	4.293	3.988	3.866	3.752	3.647	3.681	3.460	3.378	3.304	3.235	3.273	98.523
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	12.356																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302																					
Costo de energía para calefacción		958	1.038	1.124	1.218	1.320	1.430	1.549	1.679	1.819	1.971	2.135	2.314	2.507	2.716	2.943	3.189	3.455	3.743	4.056	4.395	
Total	12.658	6.006	6.086	6.172	6.266	6.669	6.478	6.597	6.727	6.867	7.320	7.183	7.362	7.555	7.764	8.292	8.237	8.503	8.791	9.104	9.744	
Valor Presente	12.658	5.682	5.447	5.227	5.020	5.055	4.645	4.476	4.317	4.169	4.205	3.904	3.785	3.675	3.573	3.610	3.393	3.314	3.241	3.175	3.215	95.786
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	10.880																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302																					
Costo de energía para calefacción		919	996	1.079	1.169	1.267	1.372	1.487	1.611	1.746	1.891	2.049	2.220	2.406	2.607	2.824	3.060	3.316	3.593	3.893	4.218	
Total	11.182	5.415	5.492	5.575	5.665	6.064	5.868	5.983	6.107	6.242	6.689	6.545	6.716	6.902	7.103	7.622	7.556	7.812	8.089	8.389	9.015	
Valor Presente	11.182	5.123	4.915	4.721	4.538	4.596	4.208	4.059	3.920	3.790	3.842	3.557	3.453	3.357	3.269	3.318	3.112	3.044	2.982	2.926	2.975	86.888
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302																					
Costo de energía para calefacción		959	1.039	1.126	1.220	1.322	1.432	1.552	1.681	1.822	1.974	2.139	2.317	2.511	2.720	2.948	3.194	3.460	3.749	4.062	4.402	
Total	12.068	5.591	5.671	5.758	5.852	6.255	6.064	6.184	6.313	6.454	6.907	6.771	6.949	7.143	7.352	7.881	7.826	8.092	8.381	8.694	9.335	
Valor Presente	12.068	5.290	5.076	4.876	4.688	4.741	4.348	4.195	4.052	3.919	3.968	3.680	3.573	3.474	3.384	3.431	3.223	3.154	3.090	3.033	3.080	90.343
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.544	3.856	4.122	4.343	4.520	4.579	4.673	4.729	4.747	4.728	4.616	4.527	4.404	4.249	4.062	3.799	3.550	3.270	2.961	2.623	2.223	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.610	2.786	2.922	3.019	3.078	3.025	3.014	2.968	2.889	2.778	2.577	2.404	2.201	1.968	1.707	1.374	1.057	713	341	- 57	- 515	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	1.134	752	356	- 53	- 475	- 987	- 1.436	- 1.898	- 2.375	- 2.866	- 3.429	- 3.949	- 4.484	- 5.034	- 5.599	- 6.224	- 6.822	- 7.435	- 8.066	- 8.713	- 9.412	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	2.021	1.804	1.569	1.315	1.043	676	368	41	- 303	- 665	- 1.102	- 1.500	- 1.915	- 2.348	- 2.798	- 3.310	- 3.797	- 4.301	- 4.824	- 5.365	- 5.957	

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda III -Sistema B

Tabla H.29: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema B – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA III SISTEMA B PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D	
Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		Descripción:	
Tasa de descuento	5,70%	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Ciclo de vida (años)	20	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Fecha	Mayo de 2014	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales													
Costo inicial de la vivienda	100%	48.227	48.227	66.448	66.448	61.782	61.782	54.401	54.401	58.832	58.832	58.832	58.832
Costo del sistema de calefacción		822	822	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411
TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES		49.049		66.860		62.193		54.813		59.243			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE				-17.811		-13.144		-5.763		-10.194			
Costos Anuales													
Costo de mantenimiento de la vivienda	11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526	300	3.526
Costo de energía para calefacción	5,88%	642	13.064	453	9.227	449	9.146	431	8.778	450	9.161	450	9.161
TOTAL COSTOS ANUALES		23.643		12.754		15.024		14.655		12.687			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE				10.889		8.620		8.988		10.956			
Costos Ciclos de Vida													
Costos Ciclo de Vida (valor presente)		72.692		79.614		77.216		69.468		71.930			
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1		-6.921		-4.524		3.225		762			
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		6.921		2.397		10.146		7.683			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.30: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema B – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA III SISTEMA B PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D	
Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		Descripción:	
Tasa de descuento	5,70%	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Ciclo de vida (años)	20	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Fecha	Mayo de 2014	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales													
Costo inicial de la vivienda	20%	9.645	9.645	13.290	13.290	12.356	12.356	10.880	10.880	11.766	11.766	11.766	11.766
Costo del sistema de calefacción		822	822	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411
TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES		10.468		13.701		12.768		11.291		12.178			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE				-3.233		-2.300		-824		-1.710			
Costos Anuales													
Costo de cuota anual de la vivienda	11,75	3.552	41.752	4.884	57.409	4.548	53.460	3.996	46.971	4.332	50.921	4.332	50.921
Costo de mantenimiento de la vivienda	11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526	300	3.526
Costo de energía para calefacción	5,88%	642	13.064	453	9.227	449	9.146	431	8.778	450	9.161	450	9.161
TOTAL COSTOS ANUALES		65.396		70.163		68.483		61.627		63.608			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE				-4.768		-3.088		3.769		1.787			
Costos Ciclos de Vida													
Costos Ciclo de Vida (valor presente)		75.863		83.864		81.251		72.918		75.786			
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1		-8.001		-5.388		2.945		78			
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		8.001		2.613		10.946		8.078			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.31: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema B – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	48.227																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	822																					
Costo de energía para calefacción		679	719	762	806	854	904	957	1.013	1.073	1.136	1.203	1.274	1.349	1.428	1.512	1.601	1.695	1.794	1.900	2.012	
Total	49.049	1.579	1.619	1.662	1.706	1.754	1.804	1.857	1.913	1.973	2.036	2.103	2.174	2.249	2.328	2.412	2.501	2.595	2.694	2.800	2.912	
Valor Presente	49.049	1.494	1.449	1.407	1.367	1.329	1.294	1.260	1.228	1.198	1.170	1.143	1.118	1.094	1.071	1.050	1.030	1.011	993	977	961	72.692
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	66.448																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		480	508	538	570	603	638	676	716	758	802	850	900	952	1.008	1.068	1.131	1.197	1.267	1.342	1.421	
Total	66.860	780	808	838	870	903	938	976	1.016	1.058	1.102	1.150	1.200	1.252	1.308	1.368	1.431	1.497	1.567	1.642	1.721	
Valor Presente	66.860	738	723	710	697	684	673	662	652	642	633	625	617	609	602	596	589	583	578	573	568	79.614
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	61.782																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		476	504	533	565	598	633	670	709	751	795	842	892	944	1.000	1.058	1.121	1.187	1.256	1.330	1.408	
Total	62.193	976	1.004	1.033	1.065	1.098	1.133	1.170	1.209	1.251	1.295	1.342	1.392	1.444	1.500	1.558	1.621	1.687	1.756	1.830	1.908	
Valor Presente	62.193	923	898	875	853	832	812	794	776	760	744	729	716	702	690	678	668	657	648	638	630	77.216
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	54.401																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		456	483	512	542	574	607	643	681	721	763	808	856	906	959	1.016	1.075	1.139	1.206	1.277	1.352	
Total	54.813	956	983	1.012	1.042	1.074	1.107	1.143	1.181	1.221	1.263	1.308	1.356	1.406	1.459	1.516	1.575	1.639	1.706	1.777	1.852	
Valor Presente	54.813	905	880	857	835	814	794	775	758	741	726	711	697	684	672	660	649	639	629	620	611	69.468
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		476	504	534	565	599	634	671	711	752	797	843	893	946	1.001	1.060	1.122	1.188	1.258	1.332	1.411	
Total	59.243	776	804	834	865	899	934	971	1.011	1.052	1.097	1.143	1.193	1.246	1.301	1.360	1.422	1.488	1.558	1.632	1.711	
Valor Presente	59.243	734	720	706	693	681	670	659	649	639	630	621	613	606	599	592	586	580	575	569	564	71.930
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	17.811	17.054	16.328	15.631	14.960	14.315	13.695	13.097	12.521	11.965	11.429	10.911	10.410	9.926	9.457	9.002	8.561	8.134	7.718	7.314	6.921	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.144	12.573	12.022	11.489	10.975	10.478	9.997	9.531	9.079	8.641	8.215	7.802	7.400	7.008	6.627	6.256	5.893	5.539	5.193	4.855	4.524	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	5.763	5.174	4.605	4.055	3.522	3.007	2.507	2.023	1.553	1.096	652	220	- 200	- 610	- 1.010	- 1.400	- 1.781	- 2.153	- 2.518	- 2.875	- 3.225	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	10.194	9.435	8.705	8.004	7.331	6.683	6.059	5.458	4.878	4.319	3.780	3.258	2.754	2.266	1.794	1.336	892	461	42	- 366	- 762	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.32: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema B – supuesto de pago financiado

CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	9645																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552	3552
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
Costo del sistema de calefacción	822																					
Costo de energía para calefacción		679	719	762	806	854	904	957	1013	1073	1136	1203	1274	1349	1428	1512	1601	1695	1794	1900	2012	
Total	10468	5131	5171	5214	5258	5306	5356	5409	5465	5525	5588	5655	5726	5801	5880	5964	6053	6147	6246	6352	6464	75.863
Valor Presente	10468	4855	4629	4415	4213	4021	3841	3669	3508	3355	3210	3073	2944	2822	2706	2597	2493	2395	2303	2216	2133	75.863

ALTERNATIVA 1

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	13290																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884	4884
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		480	508	538	570	603	638	676	716	758	802	850	900	952	1008	1068	1131	1197	1267	1342	1421	
Total	13701	5664	5692	5722	5754	5787	5822	5860	5900	5942	5986	6034	6084	6136	6192	6252	6315	6381	6451	6526	6605	83.864
Valor Presente	13701	5358	5095	4845	4609	4386	4175	3975	3786	3608	3439	3279	3128	2985	2850	2722	2601	2487	2379	2276	2180	83.864

ALTERNATIVA 2

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	12356																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548	4548
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		476	504	533	565	598	633	670	709	751	795	842	892	944	1000	1058	1121	1187	1256	1330	1408	
Total	12768	5524	5552	5581	5613	5646	5681	5718	5757	5799	5843	5890	5940	5992	6048	6106	6169	6235	6304	6378	6456	81.251
Valor Presente	12768	5226	4969	4726	4496	4279	4073	3879	3695	3521	3357	3201	3054	2915	2783	2659	2541	2430	2324	2225	2131	81.251

ALTERNATIVA 3

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	10880																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996	3996
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		456	483	512	542	574	607	643	681	721	763	808	856	906	959	1016	1075	1139	1206	1277	1352	
Total	11291	4952	4979	5008	5038	5070	5103	5139	5177	5217	5259	5304	5352	5402	5455	5512	5571	5635	5702	5773	5848	72.918
Valor Presente	11291	4685	4457	4240	4036	3842	3659	3486	3323	3168	3021	2883	2752	2628	2511	2400	2295	2196	2102	2013	1930	72.918

ALTERNATIVA 4

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	11766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332	4332
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		476	504	534	565	599	634	671	711	752	797	843	893	946	1001	1060	1122	1188	1258	1332	1411	
Total	12178	5108	5136	5166	5197	5231	5266	5303	5343	5384	5429	5475	5525	5578	5633	5692	5754	5820	5890	5964	6043	75.786
Valor Presente	12178	4833	4597	4375	4164	3964	3776	3598	3429	3269	3118	2976	2841	2713	2592	2478	2370	2268	2172	2080	1994	75.786

	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20					
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3233	3737	4203	4633	5030	5395	5729	6035	6314	6567	6796	7002	7186	7349	7493	7619	7727	7818	7893	7954	8001
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2300	2671	3011	3323	3606	3864	4097	4307	4494	4660	4807	4935	5045	5138	5215	5278	5325	5360	5381	5390	5388
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	824	654	483	308	132	-47	-228	-412	-597	-784	-973	-1163	-1355	-1549	-1745	-1941	-2140	-2339	-2540	-2742	-2945
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	1710	1688	1657	1617	1568	1511	1446	1374	1296	1210	1119	1021	918	810	696	578	455	328	197	61	-78

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda III -Sistema C

Tabla H.33: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema C – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA III SISTEMA C PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D												
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3												
Ciclo de vida (años)		20																						
Fecha		Mayo de 2014		Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP											
Costos Iniciales	Costos iniciales																							
	Costo inicial de la vivienda	100%		48.227	48.227	66.448	66.448	61.782	61.782	54.401	54.401	58.832	58.832											
	Costo del sistema de calefacción		3	617	617	2	411	411	2	411	411	2	411	411										
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES				48.843		66.860		62.193		54.813		59.243											
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE															-18.016		-13.349		-5.969		-10.400			
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual																							
	Costo del sistema de calefacción	año	FVP	3	617	354	2	411	236	2	411	236	2	411	236									
	Costo del sistema de calefacción	10	0,57	3	617	204	2	411	136	2	411	136	2	411	136									
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL				558		372		372		372		372											
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE															186		186		186		186			
Costos Anuales	Costos Anuales																							
	Costo de mantenimiento de la vivienda		FVP s/escal.		900	10.579		300	3.526		500	5.877		500	5.877		300	3.526						
		Tasa Escalonamiento	FVP/ escal.																					
	Costo de energía para calefacción	13,20%		44,37	828	36.735	585	25.947	580	25.718	556	24.683	581	25.760										
TOTAL COSTOS ANUALES				47.314		29.473		31.596		30.560		29.286												
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE															17.841		15.719		16.754		18.028			
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)															96.716		96.705		94.161		85.745		88.901
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE													SCT 1			11		2.555		10.971		7.815	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE													SCT 2		-11		2.544		10.960		7.804		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.34: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema C – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA III SISTEMA C PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D												
Tasa de descuento		5,70%		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3												
Ciclo de vida (años)		20																						
Fecha		Mayo de 2014		Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP											
Costos Iniciales	Costos iniciales																							
	Costo inicial de la vivienda	20%		9.645	9.645	13.290	13.290	12.356	12.356	10.880	10.880	11.766	11.766											
	Costo del sistema de calefacción		3	617	617	2	411	411	2	411	411	2	411	411										
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES				10.262		13.701		12.768		11.291		12.178											
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE															-3.439		-2.505		-1.029		-1.915			
Reemplazo / Vida residual	Reemplazo / Vida residual																							
	Costo del sistema de calefacción	año	FVP	3	617	354	2	411	236	2	411	236	2	411	236									
	Costo del sistema de calefacción	10	0,33	3	617	204	2	411	136	2	411	136	2	411	136									
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL				558		372		372		372		372											
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE															186		186		186		186			
Costos Anuales	Costos Anuales																							
	Costo de cuota anual de la vivienda		FVP s/escal.		3.552	41.752		4.884	57.409		4.548	53.460		3.996	46.971		4.332	50.921						
	Costo de mantenimiento de la vivienda		FVP/ escal.		900	10.579		300	3.526		500	5.877		500	5.877		300	3.526						
	Costo de energía para calefacción	13,20%		44,37	828	36.735	585	25.947	580	25.718	556	24.683	581	25.760										
TOTAL COSTOS ANUALES				89.067		86.883		85.056		77.531		80.207												
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE															2.184		4.011		11.535		8.860			
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)															99.887		100.955		98.195		89.195		92.756
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE													SCT 1			-1.069		1.692		10.692		7.130	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE													SCT 2		1.069		2.760		11.760		8.199		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.35: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema C – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	48.227																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	617										617										617	
Costo de energía para calefacción		937	1.061	1.201	1.360	1.539	1.742	1.972	2.233	2.527	2.861	3.239	3.666	4.150	4.698	5.318	6.020	6.814	7.714	8.732	9.885	
Total	48.843	1.837	1.961	2.101	2.260	2.439	2.642	2.872	3.133	3.427	4.378	4.139	4.566	5.050	5.598	6.218	6.920	7.714	8.614	9.632	11.402	
Valor Presente	48.843	1.738	1.755	1.779	1.810	1.849	1.895	1.948	2.011	2.081	2.515	2.249	2.348	2.456	2.576	2.707	2.850	3.006	3.176	3.360	3.762	96.716
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	66.448																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		662	749	848	960	1.087	1.231	1.393	1.577	1.785	2.021	2.287	2.589	2.931	3.318	3.756	4.252	4.813	5.449	6.168	6.982	
Total	66.860	962	1.049	1.148	1.260	1.387	1.531	1.693	1.877	2.085	2.732	2.587	2.889	3.231	3.618	4.056	4.552	5.113	5.749	6.468	7.693	
Valor Presente	66.860	910	939	972	1.010	1.051	1.098	1.149	1.205	1.266	1.569	1.406	1.486	1.572	1.665	1.766	1.875	1.993	2.119	2.256	2.539	96.705
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	61.782																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		656	743	841	952	1.078	1.220	1.381	1.563	1.769	2.003	2.267	2.567	2.905	3.289	3.723	4.215	4.771	5.401	6.113	6.920	
Total	62.193	1.156	1.243	1.341	1.452	1.578	1.720	1.881	2.063	2.269	2.914	2.767	3.067	3.405	3.789	4.223	4.715	5.271	5.901	6.613	7.832	
Valor Presente	62.193	1.094	1.112	1.135	1.163	1.196	1.233	1.276	1.324	1.378	1.674	1.504	1.577	1.657	1.744	1.839	1.942	2.054	2.175	2.307	2.584	94.161
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	54.401																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		630	713	807	914	1.034	1.171	1.325	1.500	1.698	1.922	2.176	2.463	2.788	3.156	3.573	4.045	4.579	5.183	5.867	6.642	
Total	54.813	1.130	1.213	1.307	1.414	1.534	1.671	1.825	2.000	2.198	2.834	2.676	2.963	3.288	3.656	4.073	4.545	5.079	5.683	6.367	7.553	
Valor Presente	54.813	1.069	1.086	1.107	1.132	1.163	1.198	1.238	1.284	1.335	1.628	1.454	1.524	1.600	1.683	1.773	1.872	1.979	2.095	2.221	2.492	85.745
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411										411										411	
Costo de energía para calefacción		657	744	842	953	1.079	1.222	1.383	1.566	1.772	2.006	2.271	2.571	2.910	3.294	3.729	4.221	4.778	5.409	6.123	6.931	
Total	59.243	957	1.044	1.142	1.253	1.379	1.522	1.683	1.866	2.072	2.717	2.571	2.871	3.210	3.594	4.029	4.521	5.078	5.709	6.423	7.643	
Valor Presente	59.243	906	934	967	1.004	1.045	1.091	1.142	1.197	1.258	1.561	1.397	1.476	1.561	1.654	1.754	1.862	1.979	2.105	2.240	2.522	88.901
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	18.016	17.188	16.372	15.565	14.765	13.968	13.170	12.370	11.565	10.750	9.804	8.961	8.099	7.214	6.303	5.362	4.387	3.373	2.317	1.213	- 11	Año 20
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.349	12.705	12.062	11.418	10.771	10.118	9.457	8.784	8.098	7.395	6.554	5.809	5.038	4.238	3.405	2.537	1.629	676	- 324	- 1.377	- 2.555	Año 18
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	5.969	5.300	4.630	3.958	3.280	2.594	1.897	1.187	460	286	- 1.173	- 1.968	- 2.792	- 3.649	- 4.542	- 5.476	- 6.455	- 7.482	- 8.562	- 9.701	- 10.971	Año 9
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	10.400	9.567	8.746	7.934	7.128	6.325	5.522	4.715	3.902	3.079	2.125	1.273	401	- 494	- 1.416	- 2.369	- 3.357	- 4.384	- 5.455	- 6.574	- 7.815	Año 13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.36: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema C – supuesto de pago financiado
CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Costo inicial de la vivienda	9.645																				
Costo de cuota anual de la vivienda		3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552	3.552
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
Costo del sistema de calefacción	617																				
Costo de energía para calefacción		937	1.061	1.201	1.360	1.539	1.742	1.972	2.233	2.527	2.861	3.239	3.666	4.150	4.698	5.318	6.020	6.814	7.714	8.732	9.885
Total	10.262	5.389	5.513	5.653	5.812	5.991	6.194	6.424	6.685	6.979	7.930	7.691	8.118	8.602	9.150	9.770	10.472	11.266	12.166	13.184	14.954
Valor Presente	10.262	5.099	4.934	4.787	4.656	4.541	4.442	4.358	4.290	4.238	4.555	4.180	4.174	4.184	4.211	4.254	4.313	4.390	4.485	4.599	4.935
VPN																					99.887
ALTERNATIVA 1																					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Costo inicial de la vivienda	13.290																				
Costo de cuota anual de la vivienda		4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411																				
Costo de energía para calefacción		662	749	848	960	1.087	1.231	1.393	1.577	1.785	2.021	2.287	2.589	2.931	3.318	3.756	4.252	4.813	5.449	6.168	6.982
Total	13.701	5.846	5.933	6.032	6.144	6.271	6.415	6.577	6.761	6.969	7.616	7.471	7.773	8.115	8.502	8.940	9.436	9.997	10.633	11.352	12.577
Valor Presente	13.701	5.531	5.311	5.108	4.922	4.753	4.600	4.462	4.339	4.232	4.375	4.061	3.997	3.948	3.913	3.892	3.887	3.896	3.920	3.959	4.150
VPN																					100.955
ALTERNATIVA 2																					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Costo inicial de la vivienda	12.356																				
Costo de cuota anual de la vivienda		4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548	4.548
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411																				
Costo de energía para calefacción		656	743	841	952	1.078	1.220	1.381	1.563	1.769	2.003	2.267	2.567	2.905	3.289	3.723	4.215	4.771	5.401	6.113	6.920
Total	12.768	5.704	5.791	5.889	6.000	6.126	6.268	6.429	6.611	6.817	7.462	7.315	7.615	7.953	8.337	8.771	9.263	9.819	10.449	11.161	12.380
Valor Presente	12.768	5.397	5.183	4.987	4.807	4.643	4.494	4.361	4.243	4.139	4.287	3.976	3.915	3.869	3.837	3.819	3.815	3.826	3.852	3.893	4.085
VPN																					98.195
ALTERNATIVA 3																					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Costo inicial de la vivienda	10.880																				
Costo de cuota anual de la vivienda		3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996	3.996
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411																				
Costo de energía para calefacción		630	713	807	914	1.034	1.171	1.325	1.500	1.698	1.922	2.176	2.463	2.788	3.156	3.573	4.045	4.579	5.183	5.867	6.642
Total	11.291	5.126	5.209	5.303	5.410	5.530	5.667	5.821	5.996	6.194	6.830	6.672	6.959	7.284	7.652	8.069	8.541	9.075	9.679	10.363	11.549
Valor Presente	11.291	4.849	4.662	4.491	4.334	4.191	4.063	3.949	3.848	3.761	3.923	3.626	3.578	3.543	3.522	3.513	3.518	3.536	3.568	3.615	3.811
VPN																					89.195
ALTERNATIVA 4																					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Costo inicial de la vivienda	11.766																				
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411																				
Costo de energía para calefacción		657	744	842	953	1.079	1.222	1.383	1.566	1.772	2.006	2.271	2.571	2.910	3.294	3.729	4.221	4.778	5.409	6.123	6.931
Total	12.178	5.289	5.376	5.474	5.585	5.711	5.854	6.015	6.198	6.404	7.049	6.903	7.203	7.542	7.926	8.361	8.853	9.410	10.041	10.755	11.975
Valor Presente	12.178	5.004	4.812	4.636	4.475	4.329	4.197	4.080	3.978	3.889	4.049	3.752	3.703	3.669	3.648	3.640	3.647	3.667	3.702	3.751	3.952
VPN																					92.756
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.439	3.871	4.247	4.568	4.835	5.047	5.205	5.309	5.358	5.351	5.171	5.052	4.875	4.638	4.340	3.979	3.552	3.057	2.492	1.853	1.069
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.505	2.803	3.052	3.252	3.402	3.504	3.557	3.560	3.513	3.415	3.146	2.942	2.683	2.368	1.994	1.559	1.061	497	- 137	- 842	- 1.692
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	1.029	780	508	211	- 111	- 460	- 838	- 1.248	- 1.689	- 2.166	- 2.798	- 3.352	- 3.948	- 4.588	- 5.278	- 6.018	- 6.813	- 7.667	- 8.584	- 9.568	- 10.692
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	1.915	1.821	1.698	1.547	1.365	1.153	909	632	319	- 30	- 536	- 964	- 1.435	- 1.950	- 2.513	- 3.127	- 3.793	- 4.517	- 5.300	- 6.147	- 7.130

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda IV - Sistema A

Tabla H.37: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema A – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA IV SISTEMA A		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D	
		PAGO CONTADO		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:	
Tasa de descuento	5,70%	SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)	20	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Fecha	Mayo de 2014 <th colspan="2">Costo</th> <th colspan="2">VP</th> <th colspan="2">Costo</th> <th colspan="2">VP</th> <th colspan="2">Costo</th> <th colspan="2">VP</th>	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales													
Costo inicial de la vivienda	100%	47.745	47.745	65.355	65.355	61.238	61.238	54.073	54.073	58.832	58.832		
Costo del sistema de calefacción		7 352	352	6 302	302	6 302	302	6 302	302	6 302	302		
TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES		48.097		65.657		61.540		54.374		59.134			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE				-17.560		-13.443		-6.278		-11.037			
Reemplazo / Vida residual		año	FVP										
Costo del sistema de calefacción	5	0,76	7 352	267	6 302	229	6 302	229	6 302	229	6 302	229	
Costo del sistema de calefacción	10	0,57	7 352	202	6 302	173	6 302	173	6 302	173	6 302	173	
Costo del sistema de calefacción	15	0,44	7 352	153	6 302	131	6 302	131	6 302	131	6 302	131	
Costo del sistema de calefacción	20	0,33	7 352	116	6 302	100	6 302	100	6 302	100	6 302	100	
TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL		738		633		633		633		633			
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE				105		105		105		105			
Costos Anuales		FVP s/escal.											
Costo de mantenimiento de la vivienda	11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526		
Tasa Escalonamiento		FVP/ escal.											
Costo de energía para calefacción	8,35%	26,20	1.152	30.198	875	22.923	862	22.590	837	21.926	866	22.701	
TOTAL COSTOS ANUALES		40.777		26.449		28.467		27.803		26.227			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE				14.327		12.310		12.974		14.549			
Costos Ciclo de Vida (valor presente)		89.611		92.739		90.640		82.810		85.994			
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE SCT 1		3.127		-3.127		-1.028		6.802		3.618			
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE SCT 2				2.099		9.929		6.745					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.38: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema A – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA IV SISTEMA A		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D	
		PAGO FINANCIADO		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:		Descripción:	
Tasa de descuento	5,70%	SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3			
Ciclo de vida (años)	20	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Fecha	Mayo de 2014 <th colspan="2">Costo</th> <th colspan="2">VP</th> <th colspan="2">Costo</th> <th colspan="2">VP</th> <th colspan="2">Costo</th> <th colspan="2">VP</th>	Costo		VP		Costo		VP		Costo		VP	
Costos Iniciales													
Costo inicial de la vivienda	20%	9.549	9.549	13.071	13.071	12.248	12.248	10.815	10.815	11.766	11.766		
Costo del sistema de calefacción		7 352	352	6 302	302	6 302	302	6 302	302	6 302	302		
TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES		9.901		13.373		12.549		11.116		12.068			
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE				-3.472		-2.648		-1.215		-2.167			
Reemplazo / Vida residual		año	FVP										
Costo del sistema de calefacción	5	0,76	7 352	267	6 302	229	6 302	229	6 302	229	6 302	229	
Costo del sistema de calefacción	10	0,57	7 352	202	6 302	173	6 302	173	6 302	173	6 302	173	
Costo del sistema de calefacción	15	0,44	7 352	153	6 302	131	6 302	131	6 302	131	6 302	131	
Costo del sistema de calefacción	20	0,33	7 352	116	6 302	100	6 302	100	6 302	100	6 302	100	
TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL		738		633		633		633		633			
DIFERENCIA COSTO REMPLAZO VALOR PRESENTE				105		105		105		105			
Costos Anuales		FVP s/escal.											
Costo de cuota anual de la vivienda	11,75	3.516	41.329	4.812	56.563	4.500	52.896	3.972	46.689	4.332	50.921		
Costo de mantenimiento de la vivienda	11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526		
Tasa Escalonamiento		FVP/ escal.											
Costo de energía para calefacción	8,35%	26,20	1.152	30.198	875	22.923	862	22.590	837	21.926	866	22.701	
TOTAL COSTOS ANUALES		82.106		83.012		81.363		74.492		77.148			
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE				-906		743		7.614		4.958			
Costos Ciclo de Vida (valor presente)		92.745		97.017		94.545		86.241		89.849			
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE SCT 1		4.273		-4.273		-1.800		6.504		2.896			
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE SCT 2				2.473		10.777		7.169					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.39: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema A – supuesto de pago contado
CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	47.745																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	352					352					352					352					352	
Costo de energía para calefacción		1.249	1.353	1.466	1.588	1.721	1.865	2.020	2.189	2.372	2.570	2.784	3.017	3.269	3.542	3.837	4.158	4.505	4.881	5.289	5.730	
Total	48.097	2.149	2.253	2.366	2.488	2.973	2.765	2.920	3.089	3.272	3.822	3.684	3.917	4.169	4.442	5.089	5.058	5.405	5.781	6.189	6.982	89.611
Valor Presente	48.097	2.033	2.016	2.003	1.993	2.253	1.982	1.981	1.983	1.987	2.195	2.002	2.014	2.028	2.044	2.216	2.083	2.106	2.131	2.159	2.304	89.611
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	65.355																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		948	1.027	1.113	1.206	1.306	1.415	1.534	1.662	1.800	1.951	2.114	2.290	2.481	2.689	2.913	3.156	3.420	3.705	4.015	4.350	
Total	65.657	1.248	1.327	1.413	1.506	1.908	1.715	1.834	1.962	2.100	2.552	2.414	2.590	2.781	2.989	3.515	3.456	3.720	4.005	4.315	4.952	92.739
Valor Presente	65.657	1.181	1.188	1.196	1.206	1.446	1.230	1.244	1.259	1.275	1.466	1.312	1.332	1.353	1.375	1.530	1.424	1.450	1.477	1.505	1.634	92.739
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	61.238																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		934	1.012	1.097	1.188	1.287	1.395	1.511	1.637	1.774	1.922	2.083	2.257	2.445	2.649	2.871	3.110	3.370	3.651	3.956	4.287	
Total	61.540	1.434	1.512	1.597	1.688	2.089	1.895	2.011	2.137	2.274	2.724	2.583	2.757	2.945	3.149	3.672	3.610	3.870	4.151	4.456	5.088	90.640
Valor Presente	61.540	1.357	1.353	1.352	1.352	1.583	1.359	1.364	1.372	1.381	1.565	1.404	1.417	1.433	1.449	1.599	1.487	1.508	1.531	1.554	1.679	90.640
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	54.073																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		907	982	1.064	1.153	1.249	1.354	1.467	1.589	1.722	1.866	2.022	2.190	2.373	2.572	2.786	3.019	3.271	3.544	3.840	4.161	
Total	54.374	1.407	1.482	1.564	1.653	2.051	1.854	1.967	2.089	2.222	2.667	2.522	2.690	2.873	3.072	3.588	3.519	3.771	4.044	4.340	4.962	82.810
Valor Presente	54.374	1.331	1.327	1.325	1.324	1.555	1.329	1.334	1.341	1.349	1.532	1.370	1.383	1.398	1.414	1.562	1.449	1.470	1.491	1.514	1.637	82.810
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		939	1.017	1.102	1.194	1.294	1.402	1.519	1.646	1.783	1.932	2.093	2.268	2.457	2.662	2.885	3.126	3.387	3.669	3.976	4.308	
Total	59.134	1.239	1.317	1.402	1.494	1.895	1.702	1.819	1.946	2.083	2.533	2.393	2.568	2.757	2.962	3.486	3.426	3.687	3.969	4.276	4.909	85.994
Valor Presente	59.134	1.172	1.179	1.187	1.197	1.436	1.220	1.234	1.249	1.265	1.455	1.301	1.320	1.341	1.363	1.518	1.411	1.437	1.463	1.491	1.620	85.994
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	17.560	16.708	15.879	15.072	14.285	13.478	12.725	11.988	11.265	10.553	9.824	9.134	8.451	7.777	7.108	6.422	5.762	5.106	4.451	3.797	3.127	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.443	12.767	12.104	11.453	10.812	10.142	9.518	8.901	8.291	7.685	7.055	6.456	5.859	5.264	4.670	4.053	3.456	2.858	2.257	1.653	1.028	
Año 10																						
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	6.278	5.575	4.886	4.207	3.538	2.839	2.186	1.540	898	261	- 402	- 1.034	- 1.665	- 2.295	- 2.926	- 3.579	- 4.213	- 4.850	- 5.490	- 6.135	- 6.802	
Año 15																						
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	11.037	10.176	9.338	8.522	7.726	6.909	6.147	5.400	4.666	3.944	3.204	2.502	1.809	1.122	441	- 257	- 929	- 1.599	- 2.267	- 2.934	- 3.618	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.40: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema A – supuesto de pago financiado
CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	9.549																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
Costo del sistema de calefacción	352					352					352					352					352	
Costo de energía para calefacción		1.249	1.353	1.466	1.588	1.721	1.865	2.020	2.189	2.372	2.570	2.784	3.017	3.269	3.542	3.837	4.158	4.505	4.881	5.289	5.730	
Total	9.901	5.665	5.769	5.882	6.004	6.489	6.281	6.436	6.605	6.788	7.338	7.200	7.433	7.685	7.958	8.605	8.574	8.921	9.297	9.705	10.498	92.745
Valor Presente	9.901	5.359	5.163	4.981	4.810	4.918	4.503	4.366	4.239	4.121	4.215	3.913	3.822	3.738	3.662	3.747	3.532	3.476	3.428	3.385	3.464	92.745
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	13.071																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		948	1.027	1.113	1.206	1.306	1.415	1.534	1.662	1.800	1.951	2.114	2.290	2.481	2.689	2.913	3.156	3.420	3.705	4.015	4.350	
Total	13.373	6.060	6.139	6.225	6.318	6.720	6.527	6.646	6.774	6.912	7.364	7.226	7.402	7.593	7.801	8.327	8.268	8.532	8.817	9.127	9.764	97.017
Valor Presente	13.373	5.733	5.495	5.271	5.061	5.093	4.680	4.508	4.347	4.197	4.230	3.927	3.806	3.694	3.590	3.625	3.406	3.325	3.251	3.183	3.222	97.017
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	12.248																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		934	1.012	1.097	1.188	1.287	1.395	1.511	1.637	1.774	1.922	2.083	2.257	2.445	2.649	2.871	3.110	3.370	3.651	3.956	4.287	
Total	12.549	5.934	6.012	6.097	6.188	6.589	6.395	6.511	6.637	6.774	7.224	7.083	7.257	7.445	7.649	8.172	8.110	8.370	8.651	8.956	9.588	94.545
Valor Presente	12.549	5.614	5.381	5.163	4.957	4.994	4.585	4.417	4.260	4.113	4.150	3.849	3.731	3.622	3.520	3.558	3.341	3.262	3.190	3.124	3.164	94.545
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	10.815																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		907	982	1.064	1.153	1.249	1.354	1.467	1.589	1.722	1.866	2.022	2.190	2.373	2.572	2.786	3.019	3.271	3.544	3.840	4.161	
Total	11.116	5.379	5.454	5.536	5.625	6.023	5.826	5.939	6.061	6.194	6.639	6.494	6.662	6.845	7.044	7.560	7.491	7.743	8.016	8.312	8.934	86.241
Valor Presente	11.116	5.089	4.882	4.688	4.506	4.565	4.177	4.029	3.890	3.761	3.814	3.529	3.426	3.330	3.241	3.291	3.086	3.017	2.955	2.899	2.948	86.241
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	302					302					302					302					302	
Costo de energía para calefacción		939	1.017	1.102	1.194	1.294	1.402	1.519	1.646	1.783	1.932	2.093	2.268	2.457	2.662	2.885	3.126	3.387	3.669	3.976	4.308	
Total	12.068	5.571	5.649	5.734	5.826	6.227	6.034	6.151	6.278	6.415	6.865	6.725	6.900	7.089	7.294	7.818	7.758	8.019	8.301	8.608	9.241	89.849
Valor Presente	12.068	5.270	5.056	4.855	4.667	4.720	4.326	4.173	4.029	3.895	3.944	3.655	3.548	3.448	3.357	3.404	3.195	3.125	3.061	3.002	3.050	89.849
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.472	3.846	4.177	4.467	4.718	4.894	5.071	5.213	5.321	5.396	5.412	5.425	5.410	5.365	5.293	5.171	5.046	4.894	4.717	4.515	4.273	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.648	2.903	3.121	3.303	3.450	3.526	3.608	3.659	3.680	3.671	3.606	3.542	3.452	3.335	3.193	3.005	2.814	2.599	2.361	2.100	1.800	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	1.215	945	663	370	67	286	- 612	- 950	- 1.299	- 1.659	- 2.060	- 2.444	- 2.840	- 3.249	- 3.669	- 4.125	- 4.571	- 5.030	- 5.502	- 5.988	- 6.504	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	2.167	2.078	1.971	1.846	1.703	1.505	1.328	1.134	924	698	426	168	- 106	- 396	- 701	- 1.044	- 1.380	- 1.731	- 2.098	- 2.481	- 2.896	

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda IV - Sistema B

Tabla H.41: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema B – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA IV SISTEMA B PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D				
Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		Descripción:				
Tasa de descuento	5,70%															
Ciclo de vida (años)	20															
Fecha	Mayo de 2014	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP			
Costos Iniciales	Costos iniciales															
	Costo inicial de la vivienda	100%	47.745	47.745	65.355	65.355	61.238	61.238	54.073	54.073	58.832	58.832				
	Costo del sistema de calefacción		822	822	411	411	411	411	411	411	411	411				
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES		48.567		65.766		61.650		54.484		59.243					
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE													-17.199	-13.082	-5.917	-10.676
Costos Anuales	Costos Anuales															
	Costo de mantenimiento de la vivienda	11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526				
	Tasa Escalonamiento	FVP/ escal.														
	Costo de energía para calefacción	5,88%	20,36	586	11.927	445	9.053	438	8.922	425	8.660	440	8.966			
	TOTAL COSTOS ANUALES		22.506		12.580		14.799		14.537		12.492					
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE													9.926	7.707	7.969	10.014
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)															
			71.073		78.346		76.449		69.021		71.735					
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE	SCT 1			-7.273		-5.376		2.052		-662					
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE	SCT 2		7.273			1.897		9.326		6.611						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.42: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema B – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA IV SISTEMA B PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D				
Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		Descripción:				
Tasa de descuento	5,70%															
Ciclo de vida (años)	20															
Fecha	Mayo de 2014	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP			
Costos Iniciales	Costos iniciales															
	Costo inicial de la vivienda	20%	9.549	9.549	13.071	13.071	12.248	12.248	10.815	10.815	11.766	11.766				
	Costo del sistema de calefacción		822	822	411	411	411	411	411	411	411	411				
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES		10.371		13.482		12.659		11.226		12.178					
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE													-3.111	-2.287	-854	-1.806
Costos Anuales	Costos Anuales															
	Costo de cuota anual de la vivienda	11,75	3.516	41.329	4.812	56.563	4.500	52.896	3.972	46.689	4.332	50.921				
	Costo de mantenimiento de la vivienda	11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526				
	Tasa Escalonamiento	FVP/ escal.														
	Costo de energía para calefacción	5,88%	20,36	586	11.927	445	9.053	438	8.922	425	8.660	440	8.966			
TOTAL COSTOS ANUALES		63.835		69.143		67.695		61.226		63.413						
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE													-5.308	-3.860	2.609	422
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)															
			74.206		82.625		80.354		72.452		75.591					
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE	SCT 1			-8.419		-6.147		1.754		-1.384					
DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE	SCT 2		8.419			2.271		10.173		7.034						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.43: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema B – supuesto de pago contado

CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	47.745	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de mantenimiento de la vivienda	-	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
Costo del sistema de calefacción	822	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de energía para calefacción	-	620	657	695	736	779	825	874	925	980	1.037	1.098	1.163	1.231	1.303	1.380	1.461	1.547	1.638	1.734	1.836	-
Total	48.567	1.520	1.557	1.595	1.636	1.679	1.725	1.774	1.825	1.880	1.937	1.998	2.063	2.131	2.203	2.280	2.361	2.447	2.538	2.634	2.736	71.073
Valor Presente	48.567	1.438	1.393	1.351	1.311	1.273	1.237	1.203	1.171	1.141	1.113	1.086	1.061	1.037	1.014	993	973	954	936	919	903	71.073

ALTERNATIVA 1

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	65.355	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de mantenimiento de la vivienda	-	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de energía para calefacción	-	471	498	528	559	592	626	663	702	744	787	834	883	935	989	1.048	1.109	1.174	1.244	1.317	1.394	-
Total	65.766	771	798	828	859	892	926	963	1.002	1.044	1.087	1.134	1.183	1.235	1.289	1.348	1.409	1.474	1.544	1.617	1.694	78.346
Valor Presente	65.766	729	715	701	688	676	664	653	643	634	625	616	608	601	593	587	580	575	569	564	559	78.346

ALTERNATIVA 2

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	61.238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de mantenimiento de la vivienda	-	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de energía para calefacción	-	464	491	520	551	583	617	654	692	733	776	821	870	921	975	1.032	1.093	1.157	1.225	1.298	1.374	-
Total	61.650	964	991	1.020	1.051	1.083	1.117	1.154	1.192	1.233	1.276	1.321	1.370	1.421	1.475	1.532	1.593	1.657	1.725	1.798	1.874	76.449
Valor Presente	61.650	912	887	864	842	821	801	783	765	749	733	718	704	691	679	667	656	646	636	627	618	76.449

ALTERNATIVA 3

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	54.073	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de mantenimiento de la vivienda	-	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de energía para calefacción	-	450	477	505	534	566	599	634	672	711	753	797	844	894	946	1.002	1.061	1.123	1.189	1.259	1.333	-
Total	54.484	950	977	1.005	1.034	1.066	1.099	1.134	1.172	1.211	1.253	1.297	1.344	1.394	1.446	1.502	1.561	1.623	1.689	1.759	1.833	69.021
Valor Presente	54.484	899	874	851	829	808	788	770	752	735	720	705	691	678	666	654	643	633	623	614	605	69.021

ALTERNATIVA 4

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	58.832	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de mantenimiento de la vivienda	-	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo de energía para calefacción	-	466	494	523	553	586	620	657	695	736	780	826	874	925	980	1.038	1.099	1.163	1.231	1.304	1.381	-
Total	59.243	766	794	823	853	886	920	957	995	1.036	1.080	1.126	1.174	1.225	1.280	1.338	1.399	1.463	1.531	1.604	1.681	71.735
Valor Presente	59.243	725	710	697	684	671	660	649	639	629	620	612	604	596	589	582	576	570	565	559	555	71.735

Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	17.199	16.490	15.811	15.162	14.539	13.942	13.369	12.819	12.291	11.783	11.295	10.825	10.373	9.937	9.516	9.110	8.718	8.339	7.972	7.617	7.273
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.082	12.556	12.050	11.563	11.094	10.642	10.206	9.785	9.379	8.986	8.606	8.239	7.882	7.537	7.202	6.876	6.560	6.252	5.952	5.660	5.376
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	5.917	5.377	4.858	4.358	3.876	3.411	2.962	2.529	2.109	1.704	1.311	930	560	202	147	- 486	- 815	- 1.136	- 1.449	- 1.754	- 2.052
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-----	-----	-----	-------	-------	---------	---------	---------	---------

Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	10.676	9.963	9.280	8.625	7.998	7.397	6.820	6.266	5.733	5.221	4.729	4.254	3.797	3.357	2.932	2.522	2.125	1.741	1.370	1.011	662
--	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.44: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema B – supuesto de pago financiado
CASO BASE

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	9.549																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
Costo del sistema de calefacción	822																					
Costo de energía para calefacción		620	657	695	736	779	825	874	925	980	1.037	1.098	1.163	1.231	1.303	1.380	1.461	1.547	1.638	1.734	1.836	
Total	10.371	5.036	5.073	5.111	5.152	5.195	5.241	5.290	5.341	5.396	5.453	5.514	5.579	5.647	5.719	5.796	5.877	5.963	6.054	6.150	6.252	74.206
Valor Presente	10.371	4.765	4.540	4.328	4.128	3.938	3.758	3.589	3.428	3.276	3.133	2.997	2.868	2.747	2.632	2.524	2.421	2.324	2.232	2.145	2.063	74.206
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	13.071																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		471	498	528	559	592	626	663	702	744	787	834	883	935	989	1.048	1.109	1.174	1.244	1.317	1.394	
Total	13.482	5.583	5.610	5.640	5.671	5.704	5.738	5.775	5.814	5.856	5.899	5.946	5.995	6.047	6.101	6.160	6.221	6.286	6.356	6.429	6.506	82.625
Valor Presente	13.482	5.282	5.022	4.776	4.543	4.323	4.115	3.918	3.732	3.555	3.389	3.231	3.082	2.941	2.808	2.682	2.563	2.450	2.343	2.242	2.147	82.625
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	12.248																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		464	491	520	551	583	617	654	692	733	776	821	870	921	975	1.032	1.093	1.157	1.225	1.298	1.374	
Total	12.659	5.464	5.491	5.520	5.551	5.583	5.617	5.654	5.692	5.733	5.776	5.821	5.870	5.921	5.975	6.032	6.093	6.157	6.225	6.298	6.374	80.354
Valor Presente	12.659	5.169	4.915	4.674	4.447	4.232	4.028	3.835	3.653	3.481	3.318	3.164	3.018	2.880	2.750	2.626	2.510	2.400	2.295	2.197	2.103	80.354
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	10.815																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		450	477	505	534	566	599	634	672	711	753	797	844	894	946	1.002	1.061	1.123	1.189	1.259	1.333	
Total	11.226	4.922	4.949	4.977	5.006	5.038	5.071	5.106	5.144	5.183	5.225	5.269	5.316	5.366	5.418	5.474	5.533	5.595	5.661	5.731	5.805	72.452
Valor Presente	11.226	4.657	4.429	4.214	4.011	3.818	3.636	3.464	3.301	3.147	3.002	2.864	2.733	2.610	2.494	2.383	2.279	2.180	2.087	1.999	1.916	72.452
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	VPN
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		466	494	523	553	586	620	657	695	736	780	826	874	925	980	1.038	1.099	1.163	1.231	1.304	1.381	
Total	12.178	5.098	5.126	5.155	5.185	5.218	5.252	5.289	5.327	5.368	5.412	5.458	5.506	5.557	5.612	5.670	5.731	5.795	5.863	5.936	6.013	75.591
Valor Presente	12.178	4.823	4.588	4.365	4.154	3.955	3.766	3.588	3.419	3.260	3.109	2.966	2.831	2.703	2.583	2.468	2.360	2.258	2.162	2.070	1.984	75.591
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.111	3.628	4.109	4.557	4.972	5.358	5.714	6.043	6.347	6.626	6.883	7.117	7.331	7.525	7.701	7.859	8.001	8.127	8.238	8.335	8.419	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.287	2.692	3.067	3.413	3.732	4.026	4.296	4.543	4.768	4.973	5.158	5.325	5.475	5.608	5.725	5.828	5.917	5.993	6.056	6.107	6.147	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	854	747	636	522	405	286	164	39	- 87	- 216	- 347	- 480	- 615	- 752	- 891	- 1.031	- 1.173	- 1.316	- 1.461	- 1.607	- 1.754	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	1.806	1.865	1.912	1.949	1.976	1.993	2.001	2.000	1.991	1.975	1.951	1.920	1.883	1.839	1.790	1.735	1.674	1.609	1.538	1.464	1.384	

Fuente: Elaboración propia.

Vivienda IV - Sistema C

Tabla H.45: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema C – supuesto de pago contado

Título del proyecto		VIVIENDA IV SISTEMA C PAGO CONTADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		
		Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		
Tasa de descuento		5,70%												
Ciclo de vida (años)		20												
Fecha		Mayo de 2014		Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales													
	Costo inicial de la vivienda	100%	47.745	47.745	65.355	65.355	61.238	61.238	54.073	54.073	58.832	58.832		
	Costo del sistema de calefacción		3 617	617	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES				48.362		66.766		61.650		54.484		59.243	
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-17.405		-13.288		-6.122		-10.882		
Reemplazo / Vida resid	Reemplazo / Vida residual		año	FVP										
	Costo del sistema de calefacción	10	0,57	3 617	354	2 411	236	2 411	236	2 411	236	2 411	236	236
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	3 617	204	2 411	136	2 411	136	2 411	136	2 411	136	136
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL				558		372		372		372		372	
DIFERENCIA COSTO REEMPLAZO VALOR PRESENTE						186		186		186		186		
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.											
	Costo de mantenimiento de la vivienda	10	11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526	
	Tasa Escalonamiento		FVP/escal.											
	Costo de energía para calefacción	13,20%	44,37	756	33.536	574	25.457	565	25.088	549	24.350	568	25.211	
TOTAL COSTOS ANUALES				44.116		28.984		30.965		30.227		28.737		
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						15.132		13.151		13.889		15.378		
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)				93.035		95.122		92.986		85.083		88.353	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1				-2.087		49		7.952		4.683	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		2.087				2.136		10.039		6.770	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.46: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema C – supuesto de pago financiado

Título del proyecto		VIVIENDA IV SISTEMA C PAGO FINANCIADO		Base		Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		
		Descripción:		SCT 1		SCT 2		SCNT 1		SCNT 2		SCNT 3		
Tasa de descuento		5,70%												
Ciclo de vida (años)		20												
Fecha		Mayo de 2014		Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	Costo	VP	
Costos Iniciales	Costos iniciales													
	Costo inicial de la vivienda	20%	9.549	9.549	13.071	13.071	12.248	12.248	10.815	10.815	11.766	11.766		
	Costo del sistema de calefacción		3 617	617	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411	2 411	411
	TOTAL COSTOS INICIALES Y COLATERALES				10.166		13.482		12.659		11.226		12.178	
DIFERENCIA COSTO INICIAL VALOR PRESENTE						-3.316		-2.493		-1.060		-2.012		
Reemplazo / Vida resid	Reemplazo / Vida residual		año	FVP										
	Costo del sistema de calefacción	10	0,57	3 617	354	2 411	236	2 411	236	2 411	236	2 411	236	236
	Costo del sistema de calefacción	20	0,33	3 617	204	2 411	136	2 411	136	2 411	136	2 411	136	136
	TOTAL COSTOS REEMPLAZO / VIDA RESIDUAL				558		372		372		372		372	
DIFERENCIA COSTO REEMPLAZO VALOR PRESENTE						186		186		186		186		
Costos Anuales	Costos Anuales		FVP s/escal.											
	Costo de cuota anual de la vivienda	10	11,75	3.516	41.329	4.812	56.563	4.500	52.896	3.972	46.689	4.332	50.921	
	Costo de mantenimiento de la vivienda	10	11,75	900	10.579	300	3.526	500	5.877	500	5.877	300	3.526	
	Tasa Escalonamiento		FVP/escal.											
Costo de energía para calefacción	13,20%	44,37	756	33.536	574	25.457	565	25.088	549	24.350	568	25.211		
TOTAL COSTOS ANUALES				85.445		85.547		83.860		76.916		79.658		
DIFERENCIA COSTOS ANUALES VALOR PRESENTE						-102		1.584		8.528		5.786		
Costos Ciclos de Vida	Costos Ciclo de Vida (valor presente)				96.168		99.401		96.891		88.514		92.208	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 1				-3.233		-723		7.654		3.961	
	DIFERENCIA COSTO VALOR PRESENTE		SCT 2		3.233				2.510		10.887		7.193	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.47: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema C – supuesto de pago contado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	47.745																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	617	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción		856	969	1.097	1.241	1.405	1.591	1.801	2.038	2.307	2.612	2.957	3.347	3.789	4.289	4.855	5.496	6.221	7.042	7.972	9.024	
Costo de energía para calefacción																						
Total	48.362	1.756	1.869	1.997	2.141	2.305	2.491	2.701	2.938	3.207	4.129	3.857	4.247	4.689	5.189	5.755	6.396	7.121	7.942	8.872	10.541	
Valor Presente	48.362	1.661	1.673	1.691	1.715	1.747	1.786	1.832	1.886	1.947	2.372	2.096	2.184	2.281	2.388	2.506	2.634	2.775	2.928	3.094	3.478	93.035
ALTERNATIVA 1																						
Costo inicial de la vivienda	65.355																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción		650	735	832	942	1.067	1.207	1.367	1.547	1.751	1.983	2.244	2.541	2.876	3.256	3.685	4.172	4.722	5.346	6.051	6.850	
Costo de energía para calefacción																						
Total	65.766	950	1.035	1.132	1.242	1.367	1.507	1.667	1.847	2.051	2.694	2.544	2.841	3.176	3.556	3.985	4.472	5.022	5.646	6.351	7.561	
Valor Presente	65.766	898	927	959	995	1.036	1.081	1.131	1.186	1.246	1.547	1.383	1.461	1.545	1.636	1.735	1.842	1.957	2.081	2.215	2.495	95.122
ALTERNATIVA 2																						
Costo inicial de la vivienda	61.238																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción		640	725	820	929	1.051	1.190	1.347	1.525	1.726	1.954	2.212	2.504	2.834	3.208	3.632	4.111	4.654	5.268	5.963	6.751	
Costo de energía para calefacción																						
Total	61.650	1.140	1.225	1.320	1.429	1.551	1.690	1.847	2.025	2.226	2.865	2.712	3.004	3.334	3.708	4.132	4.611	5.154	5.768	6.463	7.662	
Valor Presente	61.650	1.079	1.096	1.118	1.144	1.176	1.212	1.253	1.299	1.352	1.646	1.474	1.544	1.622	1.707	1.799	1.899	2.008	2.127	2.254	2.528	92.986
ALTERNATIVA 3																						
Costo inicial de la vivienda	54.073																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción		621	703	796	901	1.020	1.155	1.307	1.480	1.675	1.896	2.147	2.430	2.751	3.114	3.525	3.990	4.517	5.113	5.788	6.552	
Costo de energía para calefacción																						
Total	54.484	1.121	1.203	1.296	1.401	1.520	1.655	1.807	1.980	2.175	2.808	2.647	2.930	3.251	3.614	4.025	4.490	5.017	5.613	6.288	7.463	
Valor Presente	54.484	1.061	1.077	1.098	1.123	1.152	1.187	1.226	1.271	1.321	1.613	1.438	1.507	1.581	1.663	1.752	1.850	1.955	2.069	2.193	2.463	85.083
ALTERNATIVA 4																						
Costo inicial de la vivienda	58.832																					
Costo de mantenimiento de la vivienda	411	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción		643	728	824	933	1.056	1.196	1.354	1.532	1.734	1.963	2.223	2.516	2.848	3.224	3.650	4.131	4.677	5.294	5.993	6.784	
Costo de energía para calefacción																						
Total	59.243	943	1.028	1.124	1.233	1.356	1.496	1.654	1.832	2.034	2.675	2.523	2.816	3.148	3.524	3.950	4.431	4.977	5.594	6.293	7.495	
Valor Presente	59.243	892	920	952	988	1.028	1.073	1.122	1.176	1.235	1.536	1.371	1.448	1.531	1.622	1.720	1.825	1.939	2.062	2.195	2.473	88.353
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	17.405	16.642	15.896	15.164	14.444	13.733	13.028	12.327	11.626	10.925	10.100	9.387	8.664	7.928	7.177	6.406	5.614	4.796	3.949	3.070	2.087	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	13.288	12.705	12.129	11.556	10.985	10.414	9.840	9.261	8.674	8.079	7.353	6.731	6.091	5.432	4.751	4.044	3.309	2.543	1.741	901	- 49	
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	6.122	5.522	4.926	4.333	3.741	3.146	2.546	1.940	1.325	699	- 60	- 718	- 1.395	- 2.094	- 2.819	- 3.572	- 4.357	- 5.177	- 6.036	- 6.937	- 7.952	
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	10.882	10.113	9.361	8.622	7.895	7.175	6.462	5.752	5.042	4.330	3.495	2.770	2.034	1.285	519	- 267	- 1.077	- 1.912	- 2.778	- 3.678	- 4.683	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla H.48: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema C – supuesto de pago financiado

CASO BASE																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	9.549																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	3.516	
Costo de mantenimiento de la vivienda		900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	
Costo del sistema de calefacción	617																					
Costo de energía para calefacción		856	969	1.097	1.241	1.405	1.591	1.801	2.038	2.307	2.612	2.957	3.347	3.789	4.289	4.855	5.496	6.221	7.042	7.972	9.024	
Total	10.166	5.272	5.385	5.513	5.657	5.821	6.007	6.217	6.454	6.723	7.045	7.423	7.763	8.205	8.705	9.271	9.912	10.637	11.458	12.388	14.057	
Valor Presente	10.166	4.987	4.820	4.668	4.532	4.412	4.307	4.217	4.142	4.082	4.031	4.007	3.991	3.991	4.006	4.036	4.083	4.145	4.224	4.321	4.639	96.168
ALTERNATIVA 1																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	13.071																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	4.812	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		650	735	832	942	1.067	1.207	1.367	1.547	1.751	1.983	2.244	2.541	2.876	3.256	3.685	4.172	4.722	5.346	6.051	6.850	
Total	13.482	5.762	5.847	5.944	6.054	6.179	6.319	6.479	6.659	6.863	7.096	7.356	7.653	7.988	8.368	8.797	9.284	9.834	10.458	11.163	12.373	
Valor Presente	13.482	5.451	5.234	5.034	4.850	4.683	4.531	4.395	4.274	4.167	4.071	3.998	3.935	3.886	3.851	3.830	3.824	3.832	3.856	3.894	4.083	99.401
ALTERNATIVA 2																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	12.248																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		640	725	820	929	1.051	1.190	1.347	1.525	1.726	1.954	2.212	2.504	2.834	3.208	3.632	4.111	4.654	5.268	5.963	6.751	
Total	12.659	5.640	5.725	5.820	5.929	6.051	6.190	6.347	6.525	6.726	6.965	7.232	7.534	7.874	8.252	8.672	9.133	9.634	10.174	10.753	11.372	
Valor Presente	12.659	5.336	5.124	4.929	4.750	4.586	4.438	4.306	4.188	4.084	4.001	3.939	3.888	3.841	3.797	3.758	3.723	3.692	3.664	3.640	3.620	96.891
ALTERNATIVA 3																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	10.815																					
Costo de cuota anual de la vivienda		3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	3.972	
Costo de mantenimiento de la vivienda		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		621	703	796	901	1.020	1.155	1.307	1.480	1.675	1.896	2.147	2.430	2.751	3.114	3.525	3.990	4.517	5.113	5.788	6.552	
Total	11.226	5.093	5.175	5.268	5.373	5.492	5.627	5.779	5.952	6.147	6.370	6.619	6.902	7.223	7.586	7.997	8.462	8.989	9.585	10.260	11.035	
Valor Presente	11.226	4.819	4.632	4.461	4.305	4.163	4.035	3.921	3.820	3.733	3.655	3.597	3.549	3.513	3.491	3.482	3.486	3.503	3.534	3.579	3.774	88.514
ALTERNATIVA 4																						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	
Costo inicial de la vivienda	11.766																					
Costo de cuota anual de la vivienda		4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	4.332	
Costo de mantenimiento de la vivienda		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
Costo del sistema de calefacción	411																					
Costo de energía para calefacción		643	728	824	933	1.056	1.196	1.354	1.532	1.734	1.963	2.223	2.516	2.848	3.224	3.650	4.131	4.677	5.294	5.993	6.784	
Total	12.178	5.275	5.360	5.456	5.565	5.688	5.828	5.986	6.164	6.366	6.597	6.855	7.148	7.480	7.856	8.282	8.763	9.309	9.926	10.625	11.417	
Valor Presente	12.178	4.991	4.798	4.620	4.458	4.311	4.179	4.060	3.956	3.866	3.785	3.725	3.675	3.639	3.615	3.606	3.610	3.628	3.660	3.706	3.903	92.208
Recuperación de la inversión (alt 1 vs CB)	3.316	3.780	4.194	4.560	4.878	5.149	5.373	5.551	5.682	5.768	5.688	5.679	5.622	5.517	5.362	5.156	4.897	4.584	4.215	3.788	3.233	
Recuperación de la inversión (alt 2 vs CB)	2.493	2.842	3.146	3.407	3.624	3.798	3.930	4.018	4.063	4.065	3.904	3.817	3.684	3.503	3.275	2.997	2.667	2.284	1.845	1.348	723	
Año 6																						
Recuperación de la inversión (alt 3 vs CB)	1.060	891	704	497	269	20	- 252	- 549	- 871	- 1.221	- 1.718	- 2.128	- 2.570	- 3.048	- 3.563	- 4.117	- 4.714	- 5.357	- 6.047	- 6.789	- 7.654	
Año 13																						
Recuperación de la inversión (alt 4 vs CB)	2.012	2.015	1.993	1.946	1.872	1.771	1.643	1.486	1.300	1.084	717	436	119	- 233	- 624	- 1.054	- 1.527	- 2.045	- 2.610	- 3.225	- 3.961	

Fuente: Elaboración propia.

Índice de figuras

Figura 1.1: Ciclo de la energía	2
Figura 1.2: Ilustración de indicador energético	2
Figura 1.3: Viviendas que utilizan recursos energéticos no renovables (arriba), sistemas activos en base a recursos renovables (centro), y sistemas pasivos basados en energías renovables (abajo).....	3
Figura 1.4: Mapa semántico de la metodología de investigación empleada.....	5
Figura 2.1: Elementos y factores climáticos.....	7
Figuras 2.2: Fotos de Uruguay	7
Figura 2.3: Flujo de energía en Uruguay	11
Figura 2.4: Esquema HAM transport	13
Figura 2.5: Diagrama del balance energético de un edificio tipo en régimen de calefacción	13
Figuras 2.6: Nuevos emprendimientos de Viviendas de Interés Social	20
Figuras 2.7: Cooperativas de vivienda	20
Figura 2.8: Ubicación de Uruguay	21
Figura 2.9: Clasificación climática de Köppen	21
Figura 2.10: Ubicación de Montevideo	23
Figuras 3.1: Vivienda Económica MVOTMA dos dormitorios, aislada frente corto	30
Figuras 3.2: Vivienda Económica MVOTMA dos dormitorios, pareada frente corto	31
Figuras 3.3: Vivienda Económica MVOTMA dos dormitorios, aislada frente largo	32
Figuras 3.4: Vivienda Económica MVOTMA dos dormitorios, pareada frente corto	33
Figuras 3.5: Construcción tradicional a base de bloques de cemento.....	35
Figuras 3.6: Sistema constructivo tradicional de doble muro de ladrillo y sistemas constructivos no tradicionales	36
Figura 6.1: Secuencia metodológica simplificada	81
Figuras A.1: Construcción tradicional.....	97
Figuras A.2: Componentes del sistema tradicional	98
Figuras A.3: Procedimiento constructivo tradicional	99
Figuras B.1: SCNT 1.....	103
Figuras B.2: Componentes del SCNT 1	103
Figuras B.3: Procedimiento constructivo SCNT 1	104
Figuras C.1: SCNT 2.....	106
Figuras C.2: Componentes del SCNT 2	107
Figuras C.3: Procedimiento constructivo SCNT 2	108
Figuras D.1: SCNT 3	110
Figuras D.2: Componentes del sistema SCNT 3	111
Figuras D.3: Componentes del sistema SCNT 3	112

Índice de gráficos

Gráfico 1.1: Marco contextual	2
Gráfico 2.1: Evolución del consumo mundial de energía primaria en el escenario de referencia (Mtep)	9
Gráfico 2.2: Matriz energética mundial año 2007	9
Gráfico 2.3: Matriz energética de Uruguay	11
Gráfico 2.4: Consumo energético según fuente de energía en Uruguay, año 2012 (ktep).....	11
Gráfico 2.7: Consumo energético según sector en Uruguay, año 2012 (ktep)	11
Gráfico 2.6: Uso de energía en la vivienda	12
Gráfico 2.7: Promedios diurnos mensuales de temperatura y radiación solar en Montevideo	23
Gráfico 2.8: Radiación solar según fachada en Montevideo	24
Gráfico 2.9: Diagrama de Givoni	24
Gráficos 3.1: Parámetros climáticos de Montevideo	46
Gráfico 4.1: Dc anual según vivienda y sistema constructivo en kW.....	64
Gráfico 4.2: Dc anual según vivienda y sistema constructivo en kW/m ²	64
Gráfico 4.3: Dc anual según vivienda y sistema constructivo en kW.....	65
Gráfico 4.4: Dc anual según vivienda y sistema constructivo en kW/m ²	65
Gráfico 4.5: Consumo energético anual con sistema de calefacción A (estufa a cuarzo) según vivienda y sistema constructivo en kWh	68
Gráfico 4.6: Costo anual de calefacción con sistema de calefacción A (estufa a cuarzo) según vivienda y sistema constructivo en usd.....	68
Gráfico 4.7: Consumo energético anual con sistema de calefacción B (salamandra a leña) según vivienda y sistema constructivo en kg de leña.....	68
Gráfico 4.8: Costo anual de calefacción con sistema de calefacción B (salamandra a leña) según vivienda y sistema constructivo en usd.....	68
Gráfico 4.9: Consumo energético anual con sistema de calefacción C (estufa a gas) según vivienda y sistema constructivo en kg de supergás	68
Gráfico 4.10: Costo anual de calefacción con sistema de calefacción C (estufa a gas) según vivienda y sistema constructivo en usd	68
Gráfico 4.11: Costo por consumo energético anual según sistema de calefacción (usd).....	69
Gráfico 5.1: Valor presente del costo por consumo energético según sistema de calefacción (usd)	78
Gráfico 5.2: VPN del ACV para supuesto de pago contado según sistema de calefacción (usd).....	80
Gráfico 5.3: VPN del ACV para supuesto de pago financiado según sistema de calefacción (usd).....	80
Gráfico 6.1: Gráfico comparativo entre costo inicial de la vivienda y costo de calefacción anual	82
Gráfico 6.2: Gráfico comparativo entre costo inicial de la vivienda y valor presente del costo de calefacción a 20 años ..	82
Gráfico 6.3: Gráfico comparativo entre costo inicial de la vivienda y VPN de ACV	84
Gráfico 6.4: Gráfico comparativo entre costo inicial de la vivienda y VPN de ACV	84
Gráfico 6.5: Mapa semántico del modelo de análisis particular.....	85
Gráfico 6.6: Mapa semántico del modelo de análisis general	86

Índice de tablas

Tabla 2.1: Consumo energético en la vivienda.....	12
Tabla 2.2: Categorización catastral de una construcción.....	18
Tabla 2.3: Parámetros climáticos de Uruguay.....	22
Tabla 2.4: Parámetros climáticos de Montevideo.....	23
Tabla 2.5: Parámetros vientos de Montevideo.....	24
Tabla 3.1: Casos de estudio: prototipos de viviendas.....	29
Tabla 3.2: Características físicas de los prototipos de viviendas.....	29
Tabla 3.3: Hogares según material en paredes de la vivienda por zona geográfica en porcentaje.....	34
Tabla 3.4: Hogares según material en techos de la vivienda por zona geográfica en porcentaje.....	34
Tabla 3.5: Hogares según material en pisos de la vivienda por zona geográfica en porcentaje.....	34
Tabla 3.6: Características de los distintos sistemas estudiados.....	37
Tabla 3.7: Muros exteriores de sistemas constructivos.....	38
Tabla 3.8: Divisiones interiores de sistemas constructivos.....	39
Tabla 3.9: Muros medianero de sistemas constructivos.....	40
Tabla 3.10: Techos de sistemas constructivos.....	41
Tabla 3.11: Análisis de riesgo de condensación.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.12: Hogares según medio para calefacción de ambientes por zona geográfica en porcentaje.....	42
Tabla 3.13: Hogares según energía para calefacción de ambientes por zona geográfica en porcentaje.....	42
Tabla 3.14: Sistemas de calefacción elegidos.....	43
Tabla 3.15: Emplazamiento.....	45
Tabla 3.16: Zonas térmicas según tipología de vivienda estudiada.....	46
Tabla 3.17: Resumen de ganancias internas.....	47
Tabla 3.18: Cargas de calor sensible y latente según aparato.....	47
Tabla 3.19: Termostatos según zona y calendario de uso.....	48
Tabla 3.20: Horarios de ocupación.....	48
Tabla 3.21: Calendario de uso.....	49
Tabla 3.22: Materialidad de elementos constructivos.....	50
Tabla 3.23: Tasas de interés pasivas por depósitos a plazo en dólares (%).....	53
Tabla 3.24: Tasas de interés pasivas por depósitos a plazo en moneda nacional (%).....	53
Tabla 3.25: Tarifa residencial simple - febrero 2013.....	53
Tabla 3.26: Tarifa residencial simple - febrero 2014.....	53
Tabla 3.27: Cotizaciones de precios de combustibles - enero 2013 - enero 2014.....	54
Tabla 3.28: Valor del dólar – últimos 12 meses.....	54
Tabla 3.29: Cuadro resumen de costos iniciales de las viviendas.....	55
Tabla 3.30: Cuadro resumen de costos iniciales de las viviendas por metro cuadrado de construcción.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.31: Costo y vida útil del sistema de calefacción.....	56
Tabla 3.32: Equipos de calefacción.....	56
Tabla 4.1: Cuadro resumen de Dc de las viviendas según sistema constructivo.....	57
Tabla 4.2: Resultado de simulación de Dc según sistema constructivo – Vivienda I.....	58
Tabla 4.3: Resultado de simulación de Dc según sistema constructivo – Vivienda II.....	59
Tabla 4.4: Resultado de simulación de Dc según sistema constructivo – Vivienda III.....	60
Tabla 4.5: Resultado de simulación de Dc según sistema constructivo – Vivienda IV.....	61
Tabla 4.6: Resumen de consumos y costos operativos para cubrir la demanda de calefacción ordenado por sistema constructivo.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.7: Resumen de consumos y costos operativos para cubrir la demanda de calefacción ordenado por sistema de calefacción.....	65
Tabla 5.1: Gráficas de costos acumulados por vivienda y sistema de calefacción bajo supuesto de pago contado.....	69
Tabla 5.2: Gráficas de costos acumulados por vivienda y sistema de calefacción bajo supuesto de pago financiado.....	70
Tabla 5.3: Cuadro resumen de VPN bajo supuesto de pago contado (usd).....	71
Tabla 5.4: Cuadro resumen de VPN bajo supuesto de pago financiado (usd).....	71
Tabla 5.5: Cuadro resumen de periodo de repago bajo supuesto de pago contado (años).....	72
Tabla 5.6: Cuadro resumen de periodo de repago bajo supuesto de pago financiado (años).....	72
Tabla 5.7: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago contado.....	73
Tabla 5.8: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago financiado.....	73
Tabla 5.9: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago contado.....	74
Tabla 5.10: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago financiado.....	75
Tabla A.1: Características técnicas de los componentes del SCT 1.....	98

Tabla A.2: Características técnicas de los componentes del SCT 2	99
Tabla B.1: Características técnicas de los componentes del SCNT 1	103
Tabla C.1: Características técnicas de los componentes del SCNT 2	107
Tabla D.1: Características técnicas de los componentes del SCNT 3	111
Tabla E.1: Características de los sistemas de calefacción elegidos	112
Tabla G.1: Cotización Vivienda I y 3 SCT 1	117
Tabla G.2: Cotización Vivienda I y 3 SCT 2	117
Tabla G.3: Cotización Vivienda I y 3 SCNT 1	118
Tabla G.4: Cotización Vivienda I y 3 SCNT 2	118
Tabla G.5: Cotización viviendas I, II, III y IV SCNT 3	119
Tabla G.6: Cotización Vivienda II SCT 1	119
Tabla G.7: Cotización Vivienda II SCT 2	120
Tabla G.8: Cotización Vivienda II SCNT 1	120
Tabla G.9: Cotización Vivienda II SCNT 2	121
Tabla G.10: Cotización Vivienda IV SCT 1	121
Tabla G.11: Cotización Vivienda IV SCT 2	122
Tabla G.12: Cotización Vivienda IV SCNT 1	122
Tabla G.13: Cotización Vivienda IV SCNT 2	123
Tabla H.1: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago contado	124
Tabla H.2: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago financiado	124
Tabla H.3: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago contado	125
Tabla H.4: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema A – supuesto de pago financiado	126
Tabla H.5: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema B – supuesto de pago contado	127
Tabla H.6: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema B – supuesto de pago financiado	127
Tabla H.7: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema B – supuesto de pago contado	128
Tabla H.8: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema B – supuesto de pago financiado	129
Tabla H.9: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema C – supuesto de pago contado	130
Tabla H.10: Evaluación económica: Vivienda I – Sistema C – supuesto de pago financiado	130
Tabla H.11: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema C – supuesto de pago contado	131
Tabla H.12: Flujo financiero: Vivienda I – Sistema C – supuesto de pago financiado	132
Tabla H.13: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema A – supuesto de pago contado	133
Tabla H.14: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema A – supuesto de pago financiado	133
Tabla H.15: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema A – supuesto de pago contado	134
Tabla H.16: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema A – supuesto de pago financiado	135
Tabla H.17: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema B – supuesto de pago contado	136
Tabla H.18: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema B – supuesto de pago financiado	136
Tabla H.19: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema B – supuesto de pago contado	137
Tabla H.20: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema B – supuesto de pago financiado	138
Tabla H.21: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema C – supuesto de pago contado	139
Tabla H.22: Evaluación económica: Vivienda II – Sistema C – supuesto de pago financiado	139
Tabla H.23: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema C – supuesto de pago contado	140
Tabla H.24: Flujo financiero: Vivienda II – Sistema C – supuesto de pago financiado	141
Tabla H.25: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema A – supuesto de pago contado	142
Tabla H.26: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema A – supuesto de pago financiado	142
Tabla H.27: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema A – supuesto de pago contado	143
Tabla H.28: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema A – supuesto de pago financiado	144
Tabla H.29: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema B – supuesto de pago contado	145
Tabla H.30: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema B – supuesto de pago financiado	145
Tabla H.31: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema B – supuesto de pago contado	146
Tabla H.32: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema B – supuesto de pago financiado	147
Tabla H.33: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema C – supuesto de pago contado	148
Tabla H.34: Evaluación económica: Vivienda III – Sistema C – supuesto de pago financiado	148
Tabla H.35: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema C – supuesto de pago contado	149
Tabla H.36: Flujo financiero: Vivienda III – Sistema C – supuesto de pago financiado	150
Tabla H.37: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema A – supuesto de pago contado	151
Tabla H.38: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema A – supuesto de pago financiado	151
Tabla H.39: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema A – supuesto de pago contado	152
Tabla H.40: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema A – supuesto de pago financiado	153
Tabla H.41: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema B – supuesto de pago contado	154

Tabla H.42: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema B – supuesto de pago financiado	154
Tabla H.43: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema B – supuesto de pago contado.....	155
Tabla H.44: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema B – supuesto de pago financiado	156
Tabla H.45: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema C – supuesto de pago contado	157
Tabla H.46: Evaluación económica: Vivienda IV – Sistema C – supuesto de pago financiado	157
Tabla H.47: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema C – supuesto de pago contado.....	158
Tabla H.48: Flujo financiero: Vivienda IV – Sistema C – supuesto de pago financiado	159