

# **Universidad Autónoma de Baja California Instituto de Ingeniería**

## **Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería**



### **"Caracterización de sistemas constructivos y de climatización para optimizar el consumo energético en la vivienda del desierto"**

**Tesis que para obtener el grado de Doctor en Ingeniería**

**Presenta:**

**Moisés Galindo Duarte**

**Director:**

**Dr. Carlos Pérez Tello**

## **Agradecimientos**

*La realización de esta tesis no hubiera sido posible sin la ayuda de aquellos que en todo momento me apoyaron con sus conocimientos, información, sugerencias, gestión, etcétera, por lo que agradezco:*

*A mi Alma Mater; la Universidad Autónoma de Baja California.*

*A mi esposa e hijas; Graciela, Melissa y Damarys.*

*A mi Director de Tesis; Dr. Carlos Pérez Tello y al resto del comité revisor; Dra. Gisela Montero Alpírez, Dr. Benjamín Valdez Salas, Dr. Rafael Enrique Cabanillas López y Dra. Ramona Alicia Romero Moreno.*

*A la Coordinadora del Posgrado en el Instituto de Ingeniería; Dra. Sara Ojeda Benítez.*

*A mis familiares.*

*A mis profesores.*

*A los miembros del Subcomité Académico.*

*Al personal del Instituto de Ingeniería.*

*A aquellos que en paz descansan y que en su momento me brindaron su apoyo.*

*A aquellos que de una forma u otra colaboraron anímicamente para la realización de esta tesis.*

*A todos ellos les reitero las gracias.*

# "Caracterización de sistemas constructivos y de climatización para optimizar el consumo energético en la vivienda del desierto"

## Índice:

Página:

|                                                                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Lista de figuras . . . . .                                                                                                                       | v         |
| Lista de tablas . . . . .                                                                                                                        | vii       |
| Resumen . . . . .                                                                                                                                | x         |
| <b>1. Introducción . . . . .</b>                                                                                                                 | <b>1</b>  |
| 1.1. Objetivos. . . . .                                                                                                                          | 3         |
| 1.1.1. Objetivo general . . . . .                                                                                                                | 3         |
| 1.1.2. Objetivos específicos . . . . .                                                                                                           | 3         |
| 1.1.3. Metodología . . . . .                                                                                                                     | 4         |
| 1.2. Principales características de la región bajo estudio . . . . .                                                                             | 5         |
| 1.3. Consideraciones teóricas . . . . .                                                                                                          | 9         |
| 1.3.1. Zona de confort . . . . .                                                                                                                 | 9         |
| 1.3.2. Eficiencia energética de equipos de enfriamiento . . . . .                                                                                | 10        |
| <b>2. Antecedentes. . . . .</b>                                                                                                                  | <b>13</b> |
| 2.1. Descripción de los estudios . . . . .                                                                                                       | 14        |
| 2.1.1. Evaluación de equipos de aire acondicionado, motores y refrigeradores para el sector doméstico de Mexicali, B. C. . . . .                 | 14        |
| 2.1.2. La vivienda representativa de Mexicali: caracterización física, social y lineamientos de adecuación ambiental . . . . .                   | 16        |
| 2.1.3. Identificación y definición de la problemática del servicio eléctrico en Baja California y sus alternativas de solución . . . . .         | 17        |
| 2.1.4. Normas de construcción para el ahorro y uso eficiente de la energía en la vivienda de Mexicali . . . . .                                  | 18        |
| 2.1.5. Resistencia térmica efectiva en envolventes residenciales y su impacto energético por climatización en regiones de clima cálido . . . . . | 18        |
| 2.1.6. Estudios en regiones afines . . . . .                                                                                                     | 20        |
| 2.2. Aspectos demográficos y socioeconómicos de la ciudad . . . . .                                                                              | 22        |
| 2.3. Normatividad en la construcción regional y nacional . . . . .                                                                               | 24        |
| 2.3.1. Reglamentaciones sobre ahorro de energía en la construcción . . . . .                                                                     | 24        |
| 2.3.2. Reglamentaciones sobre eficiencia energética . . . . .                                                                                    | 24        |
| 2.4. Edificación en la región. . . . .                                                                                                           | 25        |
| 2.4.1. Principales materiales utilizados en la edificación en la región . . . . .                                                                | 25        |
| 2.4.2. Materiales aislantes térmicos . . . . .                                                                                                   | 26        |
| 2.4.3. Sistemas constructivos para la edificación con aislamiento térmico . . . . .                                                              | 28        |
| 2.4.4. Resistencia térmica de sistemas constructivos no convencionales . . . . .                                                                 | 33        |
| 2.4.5. Materiales de construcción y su impacto en los requerimientos de energía. . . . .                                                         | 33        |
| 2.4.6. Efecto de aislamiento térmico . . . . .                                                                                                   | 35        |
| 2.4.7. Orientación de la vivienda . . . . .                                                                                                      | 35        |
| 2.4.8. Ventanas y puertas con alta resistencia térmica . . . . .                                                                                 | 36        |
| 2.4.9. Sellado de puertas y ventanas . . . . .                                                                                                   | 36        |
| 2.5. Equipos de enfriamiento utilizados en Mexicali . . . . .                                                                                    | 36        |
| 2.5.1. Refrigeradores . . . . .                                                                                                                  | 37        |

|           |                                                                                                                      |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.2.    | Enfriadores evaporativos y unidades de aire acondicionado . . . . .                                                  | 38        |
| 2.5.3.    | Oferta de equipos de aire acondicionado en la localidad . . . . .                                                    | 40        |
| 2.5.4.    | Calefacción . . . . .                                                                                                | 40        |
| 2.6.      | Simulación de flujos térmicos en la vivienda . . . . .                                                               | 41        |
| 2.6.1.    | Simulación de flujos térmicos . . . . .                                                                              | 41        |
| 2.6.2.    | Simulación de flujos térmicos efectuada en estudios locales . . . . .                                                | 42        |
| 2.7.      | Tarifas y consumos eléctricos en Mexicali. . . . .                                                                   | 44        |
| 2.7.1.    | Tarifa eléctrica residencial . . . . .                                                                               | 44        |
| 2.7.2.    | Consumos eléctricos . . . . .                                                                                        | 47        |
| 2.8.      | Programas existentes sobre ahorro de energía . . . . .                                                               | 50        |
| 2.8.1.    | El Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI)                                                                     | 50        |
| 2.8.2.    | El Programa de Financiamiento para la Incorporación de Medidas de Ahorro de Energía Eléctrica en Viviendas . . . . . | 53        |
| <b>3.</b> | <b>Análisis . . . . .</b>                                                                                            | <b>55</b> |
| 3.1.      | Análisis del tipo de vivienda en la región . . . . .                                                                 | 55        |
| 3.1.1.    | Sistemas constructivos predominantes . . . . .                                                                       | 55        |
| 3.1.2.    | Sistemas constructivos con aislamiento térmico. . . . .                                                              | 57        |
| 3.1.3.    | Conveniencia del aislamiento térmico . . . . .                                                                       | 59        |
| 3.1.4.    | Conclusión del análisis del tipo de vivienda . . . . .                                                               | 60        |
| 3.2.      | Análisis de equipos de enfriamiento . . . . .                                                                        | 60        |
| 3.3.      | Otros elementos ahorradores de energía . . . . .                                                                     | 61        |
| 3.3.1.    | Elementos ahorradores de energía relacionados con el diseño de la vivienda . . . . .                                 | 61        |
| 3.3.2.    | Elementos ahorradores de energía relacionados con la adecuación de la vivienda . . . . .                             | 64        |
| 3.3.3.    | Elementos ahorradores de energía relacionados con la actitud del usuario . . . . .                                   | 68        |
| 3.4.      | Análisis de consumos eléctricos en la vivienda . . . . .                                                             | 68        |
| 3.5.      | Funcionamiento de los programas de ahorro de energía . . . . .                                                       | 75        |
| 3.5.1.    | Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI). . . . .                                                               | 75        |
| 3.5.2.    | Programa de Financiamiento para la Incorporación de Medidas de Ahorro de Energía Eléctrica en Viviendas . . . . .    | 76        |
| 3.5.3.    | Resultados en cuanto a disminución del consumo eléctrico. . . . .                                                    | 78        |
| <b>4.</b> | <b>Pronóstico . . . . .</b>                                                                                          | <b>79</b> |
| 4.1.      | Pronóstico a mediano plazo de población, vivienda y equipamiento . . . . .                                           | 79        |
| 4.1.1.    | Población. . . . .                                                                                                   | 79        |
| 4.1.2.    | Vivienda . . . . .                                                                                                   | 80        |
| 4.1.3.    | Equipamiento . . . . .                                                                                               | 84        |
| 4.2.      | Pronóstico de consumos eléctricos habitacionales a mediano plazo . . . . .                                           | 86        |
| <b>5.</b> | <b>Planteamiento de alternativas . . . . .</b>                                                                       | <b>89</b> |
| 5.1.      | Alternativas para viviendas nuevas . . . . .                                                                         | 89        |
| 5.2.      | Alternativas para adecuación de viviendas. . . . .                                                                   | 98        |
| 5.3.      | Proposición de equipos de enfriamiento . . . . .                                                                     | 99        |
| 5.4.      | Otros elementos para ahorro de energía . . . . .                                                                     | 99        |

|           |                                                                                         |            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6.</b> | <b>Evaluación de las alternativas para optimizar el consumo energético</b>              | <b>101</b> |
| 6.1.      | Evaluación técnica, legal, administrativa y del impacto ambiental                       | 101        |
| 6.1.1.    | Evaluación técnica                                                                      | 101        |
| 6.1.2.    | Evaluación legal                                                                        | 102        |
| 6.1.3.    | Evaluación administrativa                                                               | 103        |
| 6.1.4.    | Evaluación comercial.                                                                   | 103        |
| 6.1.5.    | Evaluación del impacto ambiental                                                        | 104        |
| 6.1.6.    | Análisis de sensibilidad y riesgo                                                       | 104        |
| 6.2.      | Evaluación económica                                                                    | 105        |
| 6.2.1.    | Evaluación de construcción y equipamiento de habitaciones                               | 105        |
| 6.2.2.    | Evaluación de aislamiento en techos.                                                    | 107        |
| 6.2.3.    | Evaluación de aislamiento en muros.                                                     | 108        |
| 6.2.4.    | Evaluación de aislamiento en muros y techos                                             | 109        |
| 6.2.5.    | Evaluación de sustitución de equipos de aire acondicionado                              | 111        |
| 6.2.6.    | Evaluación de sustitución de refrigeradores                                             | 112        |
| 6.3.      | Evaluación financiera                                                                   | 112        |
| <b>7.</b> | <b>Conclusiones y recomendaciones</b>                                                   | <b>115</b> |
| 7.1.      | Conclusiones y recomendaciones acerca de la caracterización de la vivienda del desierto | 115        |
| 7.1.1.    | Construcción o ampliación de viviendas.                                                 | 115        |
| 7.1.2.    | Adecuación de viviendas.                                                                | 117        |
| 7.1.3.    | Conclusión acerca del equipo de enfriamiento a utilizar                                 | 118        |
| 7.1.4.    | Conclusiones generales                                                                  | 118        |
| 7.2.      | Perspectivas para la implantación de propuestas en programas oficiales                  | 120        |
|           | Referencias                                                                             | 123        |
|           | Bibliografía                                                                            | 125        |
|           | Anexo 1: Temperaturas en Mexicali                                                       | A-1        |
|           | Anexo 2: Reglamentaciones sobre construcción y ahorro de energía de Mexicali            | A-9        |
|           | Anexo 3: Características de los equipos de enfriamiento ofrecidos en Mexicali           | A-13       |
|           | Anexo 4: Pronósticos de población nacional, estatal y municipal.                        | A-17       |
|           | Anexo 5: Tablas de cálculo de consumos eléctricos de habitaciones                       | A-21       |
|           | Anexo 6: Resultados de la evaluación económica y financiera                             | A-31       |

# Lista de figuras

|                                                                                                                                                      | Página: |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.1 Temperatura ambiente mensual del año 2004 en Mexicali . . . . .                                                                                  | 7       |
| 1.2 Patrón horario de la temperatura del aire, julio 2003 en Mexicali . . . . .                                                                      | 7       |
| 1.3 Temperaturas mensuales medias, máximas extremas y mínimas extremas en Mexicali de 1990 a 2004 . . . . .                                          | 8       |
| 1.4 Oferta representativa de viviendas económicas de Mexicali . . . . .                                                                              | 9       |
| 2.1 Consumos de refrigeradores de capacidad de 510 dm <sup>3</sup> (18 pie <sup>3</sup> ) en Mexicali en 1996 . . . . .                              | 16      |
| 2.2 Utilización del poliestireno en el aislamiento de muros . . . . .                                                                                | 27      |
| 2.3 Fibra de vidrio. . . . .                                                                                                                         | 28      |
| 2.4 Insulpanel . . . . .                                                                                                                             | 29      |
| 2.5 Placas aislantes. . . . .                                                                                                                        | 29      |
| 2.6 Aislapanel . . . . .                                                                                                                             | 30      |
| 2.7 Construpanel . . . . .                                                                                                                           | 30      |
| 2.8 Casetón. . . . .                                                                                                                                 | 31      |
| 2.9 Foamblock . . . . .                                                                                                                              | 31      |
| 2.10 Estructura de Perform Wall . . . . .                                                                                                            | 32      |
| 2.11 Estructura del sistema ARMOUR . . . . .                                                                                                         | 32      |
| 2.12 Refrigerador típico de 453 dm <sup>3</sup> (16 pie <sup>3</sup> ) . . . . .                                                                     | 38      |
| 2.13 Funcionamiento y ejemplo de un enfriador evaporativo. . . . .                                                                                   | 38      |
| 2.14 Equipos centrales de aire acondicionado . . . . .                                                                                               | 39      |
| 2.15 Equipos de aire acondicionado de ventana . . . . .                                                                                              | 39      |
| 2.16 Equipos de aire acondicionado tipo unidades divididas con una manejadora de aire ( <i>split</i> ) . . . . .                                     | 39      |
| 2.17 Equipo de aire acondicionado tipo unidades divididas con dos manejadoras de aire ( <i>multisplit</i> ) . . . . .                                | 40      |
| 2.18 Proporción típica del consumo de energía eléctrica de una vivienda a nivel nacional sin incluir climatización . . . . .                         | 47      |
| 2.19 Variación de usuarios residenciales y su consumo eléctrico en Mexicali 1996-2004. . . . .                                                       | 48      |
| 2.20 Relación de usuarios de electricidad por tipo para febrero y agosto de 2004 en Mexicali . . . . .                                               | 49      |
| 3.1 Vivienda de adobe . . . . .                                                                                                                      | 56      |
| 3.2 Vivienda de madera . . . . .                                                                                                                     | 56      |
| 3.3 Vivienda de ladrillo con techo de madera . . . . .                                                                                               | 56      |
| 3.4 Viviendas construidas con muro de bloque y losa de concreto . . . . .                                                                            | 56      |
| 3.5 Vivienda con necesidad de aislamiento térmico. . . . .                                                                                           | 60      |
| 3.6 Vivienda con exceso de área de ventanas . . . . .                                                                                                | 62      |
| 3.7 Sistema SOLVENT de ventanas para verano e invierno . . . . .                                                                                     | 63      |
| 3.8 Foco fluorescente de 13W . . . . .                                                                                                               | 65      |
| 3.9 Foco incandescente de 75 W . . . . .                                                                                                             | 65      |
| 3.10 Reflectividad de un techo en el momento de aplicar pintura elastomérica. . . . .                                                                | 66      |
| 3.11 Pérdida de reflectividad en un techo 2 meses después de aplicar pintura elastomérica . . . . .                                                  | 66      |
| 3.12 Equipo de aire acondicionado con condiciones alteradas de instalación al no permitir espacio suficiente entre el equipo y la cubierta . . . . . | 67      |
| 3.13 Ductos de longitud excesiva que deben evitarse. . . . .                                                                                         | 67      |
| 3.14 Consumos eléctricos diarios de las habitaciones en Mexicali y su relación con las temperaturas medias . . . . .                                 | 70      |
| 3.15 Horas-grado mensuales, medidas versus calculadas por regresión exponencial . . . . .                                                            | 72      |
| 3.16 Watts hora consumido por horas grado mayor a 25.6°C (78°F) en la ciudad de Mexicali, mayo a octubre de 1994 a 2004. . . . .                     | 73      |
| 3.17 Watts hora consumido por horas grado mayor a 29.4°C (85°F) en la ciudad de Mexicali, mayo a octubre de 1994 a 2004. . . . .                     | 74      |

|      |                                                                                                                                                              |     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.18 | Variación de los consumos de energía eléctrica típicos de refrigeradores de 283 dm <sup>3</sup> (10 pie <sup>3</sup> ) en México.                            | 78  |
| 4.1  | Población del municipio de Mexicali censada 1910-2000 y pronosticada 2010-2030                                                                               | 80  |
| 4.2  | Pronósticos de población y vivienda del Municipio de Mexicali 2006-2026                                                                                      | 82  |
| 4.3  | Pronóstico de viviendas, consumidores de energía eléctrica, su consumo por climatización y su consumo residencial total del municipio de Mexicali 2006-2026  | 88  |
| 5.1  | Vivienda prototipo de 50 m <sup>2</sup>                                                                                                                      | 92  |
| 5.2  | Vivienda prototipo de 80 m <sup>2</sup>                                                                                                                      | 93  |
| 5.3  | Resultados de los casos representativos de la simulación del consumo energético viviendas de 50 m <sup>2</sup>                                               | 98  |
| 5.4  | Resultados de los casos representativos de la simulación del consumo energético viviendas de 80 m <sup>2</sup>                                               | 98  |
| 6.1  | Principales indicadores de los casos representativos de la evaluación económica de viviendas de 50 m <sup>2</sup>                                            | 106 |
| 6.2  | Principales indicadores de los casos representativos de la evaluación económica de viviendas de 80 m <sup>2</sup>                                            | 106 |
| 6.3  | Aislamiento con poliestireno en techos de viviendas de muros de bloque                                                                                       | 108 |
| 6.4  | Aislamiento con poliestireno en techos de viviendas de muros de ladrillo                                                                                     | 108 |
| 6.5  | Aislamiento de poliestireno en muros de viviendas de techos de concreto aislados 2"                                                                          | 109 |
| 6.6  | Aislamiento de poliestireno en muros de viviendas de techos de madera aislados 2"                                                                            | 109 |
| 6.7  | Viviendas con aislamiento de 2" de poliestireno en techos de concreto y 1" o 2" en Muros                                                                     | 110 |
| 6.8  | Viviendas con aislamiento de 2" de poliestireno en techos de madera y 1" o 2" en Muros                                                                       | 110 |
| 6.9  | Eficientización de equipos en viviendas de 50 m <sup>2</sup> con diferentes condiciones de aislamiento con poliestireno                                      | 111 |
| 6.10 | Eficientización de equipos en viviendas de 80 m <sup>2</sup> con diferentes condiciones de aislamiento con poliestireno                                      | 112 |
| 7.1  | Ejemplos de prototipos de habitaciones ofrecidas en Mexicali, mismas que deberán construirse con materiales y equipos en pro del ahorro de energía eléctrica | 121 |

## Lista de tablas

|                                                                                                                                                 | Página: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1 Consumos de refrigeradores de 510 dm <sup>3</sup> (18 pie <sup>3</sup> ) de capacidad en Mexicali en 1996 .                                 | 15      |
| 2.2 Consumos estimados para tres niveles de aprovechamiento de la electricidad en Mexicali . . . . .                                            | 17      |
| 2.3 Resistencias térmicas promedio de los sistemas constructivos más comunes en Mexicali . . . . .                                              | 20      |
| 2.4 Eficiencia ofrecida por los proveedores y fabricantes de equipo . . . . .                                                                   | 21      |
| 2.5 Eficiencia promedio obtenida de los equipos ineficientes retirados y eficientes . . . .                                                     | 21      |
| 2.6 Tiempos de uso y consumos eléctricos de equipos de ventana en la ciudad de Mérida .                                                         | 22      |
| 2.7 Población del municipio y la ciudad de Mexicali, 1910-2000 . . . . .                                                                        | 23      |
| 2.8 Tamaño y ocupación de vivienda del Municipio de Mexicali, 1995 . . . . .                                                                    | 23      |
| 2.9 Viviendas particulares habitadas por número de ocupantes en Baja California en febrero de 2000. . . . .                                     | 23      |
| 2.10 Materiales en muros y techos de las viviendas del Municipio de Mexicali en 1990 . .                                                        | 26      |
| 2.11 Consumos de energía eléctrica típicos de los productos eléctricos de un hogar . . .                                                        | 37      |
| 2.12 Potencial de ahorro de energía en la vivienda por efecto combinado de aislamiento y eficiencia energética del aire acondicionado . . . . . | 42      |
| 2.13 Tarifa 1-F para el período invernal 2006 . . . . .                                                                                         | 45      |
| 2.14 Tarifa 1-F para el período de verano 2006 . . . . .                                                                                        | 45      |
| 2.15 Tarifa 1-F para el período invernal 2007 . . . . .                                                                                         | 46      |
| 2.16 Tarifa 1-F para el período de verano 2007 . . . . .                                                                                        | 46      |
| 2.17 Proporción típica del consumo de energía eléctrica que tiene una vivienda (sin incluir climatización) a nivel nacional . . . . .           | 47      |
| 2.18 Cantidad de medidores y consumo de energía eléctrica residencial y total del Municipio de Mexicali 1996-2004 . . . . .                     | 48      |
| 2.19 Usuarios de electricidad en Mexicali y sus consumos, comparativos para febrero de 2003 y 2004 . . . . .                                    | 48      |
| 2.20 Usuarios de electricidad en Mexicali y sus consumos, comparativos para agosto de 2003 y 2004 . . . . .                                     | 49      |
| 2.21 Usuarios residenciales de electricidad en Mexicali y sus consumos, comparativo 2003 y 2004. . . . .                                        | 49      |
| 2.22 Consumos mensuales de mayo a octubre estimados para las viviendas con consumo promedio de 250 kWh de electrodomésticos . . . . .           | 50      |
| 2.23 Familias beneficiadas por el Programa ASI, División B. C. hasta diciembre del 2004 .                                                       | 53      |
| 3.1 Consumos de energía eléctrica por usuario residencial y su relación con las temperaturas medias . . . . .                                   | 69      |
| 3.2 Consumos de energía eléctrica 1994-2004 en el Municipio de Mexicali por consumidor Residencial. . . . .                                     | 71      |
| 3.3 Horas-grado mayores a 25.6°C (78°F) en la ciudad de Mexicali, mayo a octubre de 1994 a 2004 . . . . .                                       | 73      |
| 3.4 Horas-grado mayores a 29.4°C (85°F) en la ciudad de Mexicali, mayo a octubre de 1994 a 2004 . . . . .                                       | 74      |
| 3.5 Consumos de energía eléctrica típicos de refrigeradores de 283 dm <sup>3</sup> (10 pie <sup>3</sup> ) en México . . . . .                   | 77      |
| 4.1 Pronósticos de población nacional, de Baja California y de Mexicali, a mitad de año 2000-2030 . . . . .                                     | 81      |
| 4.2 Pronósticos de vivienda en Baja California y en Mexicali, a mitad de año 2000-2030 .                                                        | 83      |



|      |                                                                                                                                                    |      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.3  | Pronóstico de demanda de adquisición de refrigeradores para el municipio de Mexicali.                                                              | 85   |
| 4.4  | Pronóstico de demanda de adquisición de unidades de aire acondicionado para el municipio de Mexicali . . . . .                                     | 87   |
| 4.5  | Pronóstico de consumos de energía eléctrica 2005-2026 en el municipio de Mexicali por consumidor residencial . . . . .                             | 88   |
| A1.1 | Temperaturas medias, máximas y mínimas en la ciudad de Mexicali, 1990-2004 . . .                                                                   | A-2  |
| A1.2 | Principales datos meteorológicos de la Ciudad de Mexicali, 2002-2004 . . . . .                                                                     | A-3  |
| A1.3 | Temperaturas promedio en °C de acuerdo a la hora y al mes en Mexicali, 2002 . . .                                                                  | A-4  |
| A1.4 | Temperaturas promedio en °C de acuerdo a la hora y al mes en Mexicali, 2003 . . .                                                                  | A-5  |
| A1.5 | Temperaturas promedio en °C de acuerdo a la hora y al mes en Mexicali, 2004 . . .                                                                  | A-6  |
| A1.6 | Temperaturas del aire en el mes de julio del año 2004 en la Ciudad de Mexicali. . .                                                                | A-7  |
| A1.7 | Temperaturas promedio en °C de acuerdo a la hora y al mes en Mexicali, 2002-2004 .                                                                 | A-8  |
| A3.1 | Precios de refrigeradores en Mexicali en el año 2006 . . . . .                                                                                     | A-13 |
| A3.2 | Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado de ventana en Mexicali con aceptación del programa ASI en el año 2006. . . . .              | A-13 |
| A3.3 | Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo central en el año 2006 en Mexicali con aceptación del programa ASI . . . . .           | A-14 |
| A3.4 | Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo <i>minisplit</i> en el año 2006 en Mexicali con aceptación del programa ASI . . . . .  | A-14 |
| A3.5 | Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo <i>multisplit</i> en el año 2006 en Mexicali con aceptación del programa ASI . . . . . | A-15 |
| A3.6 | Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo <i>extrasplit</i> en el año 2006 en Mexicali con aceptación del programa ASI . . . . . | A-15 |
| A3.7 | Ejemplos de precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo central y de ventana en el año 2006 en Mexicali . . . . .                  | A-16 |
| A4.1 | Pronósticos de población nacional, de Baja California y del Municipio de Mexicali, 2000-2010, por sexo y rango de edad. . . . .                    | A-18 |
| A4.2 | Pronósticos de población nacional, de Baja California y del Municipio de Mexicali, 2011-2020, por sexo y rango de edad. . . . .                    | A-19 |
| A4.3 | Pronósticos de población nacional, de Baja California y del Municipio de Mexicali, 2021-2030, por sexo y rango de edad. . . . .                    | A-20 |
| A5.1 | Factores correspondientes a la habitación prototipo . . . . .                                                                                      | A-21 |
| A5.2 | Indicadores térmicos de muros. . . . .                                                                                                             | A-22 |
| A5.3 | Indicadores térmicos de techos . . . . .                                                                                                           | A-23 |
| A5.4 | Formato de inserción de datos de simulación de consumo energético de habitación B0C050 . . . . .                                                   | A-24 |
| A5.5 | Formato de inserción de datos de simulación de consumo energético de habitación B0C080 . . . . .                                                   | A-25 |
| A5.6 | Resultados de la simulación de consumo energético de habitaciones de 50 m <sup>2</sup> . Casos 1 al 36 . . . . .                                   | A-26 |
| A5.7 | Resultados de la simulación de consumo energético de habitaciones de 50 m <sup>2</sup> . Casos 37 al 72 . . . . .                                  | A-27 |
| A5.8 | Resultados de la simulación de consumo energético de habitaciones de 80 m <sup>2</sup> . Casos 73 al 108. . . . .                                  | A-28 |
| A5.9 | Resultados de la simulación de consumo energético de habitaciones de 80 m <sup>2</sup> . Casos 109 al 144 . . . . .                                | A-29 |
| A6.1 | Costos de equipamiento y construcción . . . . .                                                                                                    | A-32 |
| A6.2 | Datos para la evaluación económica de vivienda de 50 m <sup>2</sup> . Casos 1 al 36 . . . . .                                                      | A-33 |

|       |                                                                                                                                                     |      |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| A6.3  | Datos para la evaluación económica de vivienda de 50 m <sup>2</sup> . Casos 37 al 72 . . . . .                                                      | A-34 |
| A6.4  | Datos para la evaluación económica de vivienda de 80 m <sup>2</sup> . Casos 73 al 108 . . . . .                                                     | A-35 |
| A6.5  | Datos para la evaluación económica de vivienda de 80 m <sup>2</sup> . Casos 109 al 144 . . . . .                                                    | A-36 |
| A6.6  | Ejemplo de corrida de evaluación económica. Caso: A3A480. . . . .                                                                                   | A-37 |
| A6.7  | Resultados de la evaluación económica de viviendas de 50 m <sup>2</sup> . Casos 1 al 36 . . . . .                                                   | A-38 |
| A6.8  | Resultados de la evaluación económica de viviendas de 50 m <sup>2</sup> . Casos 37 al 72 . . . . .                                                  | A-39 |
| A6.9  | Resultados de la evaluación económica de viviendas de 80 m <sup>2</sup> . Casos 73 al 108. . . . .                                                  | A-40 |
| A6.10 | Resultados de la evaluación económica de viviendas de 80 m <sup>2</sup> . Casos 109 al 144 . . . . .                                                | A-41 |
| A6.11 | Resultados de la evaluación económica de viviendas convencionales de 50 m <sup>2</sup> . Casos 1 al 32 . . . . .                                    | A-42 |
| A6.12 | Resultados de la evaluación económica de viviendas convencionales de 50 m <sup>2</sup> . Casos 33 al 64 . . . . .                                   | A-43 |
| A6.13 | Resultados de la evaluación económica de viviendas convencionales de 80 m <sup>2</sup> . Casos 73 al 104 . . . . .                                  | A-44 |
| A6.14 | Resultados de la evaluación económica de viviendas convencionales de 80 m <sup>2</sup> . Casos 105 al 136 . . . . .                                 | A-45 |
| A6.15 | Ejemplo de corrida de evaluación económica de aislamiento en techos. Caso: B0M080 a B0M380 . . . . .                                                | A-46 |
| A6.16 | Resultados de la evaluación económica de aislamiento en techos . . . . .                                                                            | A-47 |
| A6.17 | Ejemplo de corrida de evaluación económica de aislamiento en techos. Caso: B0M280 a B2M280. . . . .                                                 | A-48 |
| A6.18 | Resultados de la evaluación económica de aislamiento en muros . . . . .                                                                             | A-49 |
| A6.19 | Ejemplo de corrida de evaluación económica de aislamiento en techos y muros. Caso: B0M080 a B2M280 . . . . .                                        | A-50 |
| A6.20 | Resultados de la evaluación económica de aislamiento en techos y muros . . . . .                                                                    | A-51 |
| A6.21 | Ejemplo de corrida de evaluación económica de sustitución de equipo de aire acondicionado. Caso: B2M280 a B2M283 . . . . .                          | A-52 |
| A6.22 | Resultados de la evaluación económica de sustitución de equipos de aire acondicionado en viviendas de 50 m <sup>2</sup> . . . . .                   | A-53 |
| A6.23 | Resultados de la evaluación económica de sustitución de equipos de aire acondicionado en viviendas de 80 m <sup>2</sup> . . . . .                   | A-54 |
| A6.24 | Evaluación económica de la sustitución de un refrigerador de 510 decímetros cúbicos (18 pies cúbicos) . . . . .                                     | A-55 |
| A6.25 | Evaluación económica del financiamiento de aislamiento, equipamiento e inicio de construcción de vivienda de bloque de 50 m <sup>2</sup> . . . . .  | A-56 |
| A6.26 | Evaluación económica de financiamiento de aislamiento, equipamiento e inicio de construcción de vivienda de ladrillo de 50 m <sup>2</sup> . . . . . | A-57 |
| A6.27 | Evaluación económica de financiamiento de aislamiento, equipamiento e inicio de construcción de vivienda de bloque de 80 m <sup>2</sup> . . . . .   | A-58 |
| A6.28 | Beneficios del financiamiento parcial de una vivienda de muros de bloque y techo de concreto de 80 m <sup>2</sup> . . . . .                         | A-59 |
| A6.29 | Evaluación económica de financiamiento de aislamiento, equipamiento e inicio de construcción de vivienda de ladrillo de 80 m <sup>2</sup> . . . . . | A-60 |

## **Resumen**

### **"Caracterización de sistemas constructivos y de climatización para optimizar el consumo energético en la vivienda del desierto"**

Esta tesis se realizó con la intención de identificar, analizar y evaluar el impacto de los factores que influyen en el consumo de energía eléctrica de las viviendas del desierto y, proponer alternativas de uso racional y eficiente de los materiales de construcción y equipamiento para la climatización de dichas viviendas.

Considerando las características climatológicas, de materiales de construcción y de equipos de enfriamiento en el desierto, en especial para el municipio de Mexicali y con un horizonte de planeación de 20 años, se procedió a la recopilación de estudios afines realizados, aspectos demográficos y socioeconómicos del área de estudio, reglamentaciones, los tipos de edificación más usados en la región y su relación con los diferentes equipos de climatización utilizados, costos de edificación y equipamiento, tarifas eléctricas, consumos de energía eléctrica de las viviendas, acciones para el ahorro de electricidad y los programas existentes relacionados con el ahorro de energía eléctrica.

Analizando la información recabada, se obtuvo un panorama sobre la situación actual de la problemática de la climatización y edificación. Se realizaron estimaciones a mediano plazo sobre población, vivienda, equipamiento para climatización, consumos eléctricos habitacionales y demanda eléctrica global como fuente de datos para la evaluación económica y para predecir el impacto de la aplicación o falta de aplicación de medidas de ahorro de energía eléctrica.

Se plantearon alternativas para las nuevas edificaciones y para la ampliación o adecuación de las ya existentes, además de alternativas para equipamiento relativo al aire acondicionado y refrigeradores. Se llevó a cabo la simulación de la carga térmica, consumo de energía eléctrica y pagos por consumo en las viviendas prototipo utilizadas para cada uno de los diferentes casos de tipo y tamaño de las habitaciones y con sistemas de climatización de diferentes capacidades y eficiencia energética.

Se evaluaron las posibles alternativas de edificación y equipamiento considerando los aspectos técnicos, legales, administrativos y de impacto ambiental y, con más énfasis, se realizó la evaluación económica, además de considerar la evaluación financiera.

Se concluyó que en las nuevas viviendas y en las ampliaciones: se debe construir con aislamiento de una resistencia térmica mínima  $R$  de  $0.62 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $3.5 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) en los muros y de  $1.23 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $7 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) en los techos, que son equivalentes a grosores de poliestireno de  $2.54 \text{ cm}$  (1") en muros y  $5.08 \text{ cm}$  (2") en techos, además, se deberán evitar los puentes térmicos. Para el caso de viviendas ya construidas sin aislamiento ni en muros ni techo, en la mayoría de las veces es conveniente aislar  $5.08 \text{ cm}$  (2") con poliestireno tanto el techo como los muros. Cuando no es posible financiar totalmente el aislamiento, resulta beneficioso aislar por lo menos con  $5.08 \text{ cm}$  (2") de poliestireno el techo. Cuando ya se cuenta con el techo aislado, en habitaciones mayores de  $50 \text{ m}^2$  es conveniente aislar los muros hasta  $5.08 \text{ cm}$  (2") de poliestireno. Resulta factible agregar aislamiento térmico a las superficies con asoleamiento directo, en especial las orientaciones este, oeste y sur, con una resistencia térmica  $R$  mínima de  $1.23 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $7 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) que es equivalente a  $5.08 \text{ cm}$  (2") de poliestireno.

Las viviendas deberán contener equipo de aire acondicionado de alta eficiencia con una Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE) de por lo menos  $3.81 \text{ W}_t/\text{W}_e$  ( $13 \text{ Btu/Wh}$ ) y refrigerador que cumpla la norma NOM-015-ENERG-2002 y de tamaño adecuado de acuerdo a la cantidad de habitantes en la vivienda.

El escenario deseable a mediano plazo es contar con casi todas las viviendas aisladas hasta su punto de conveniencia energética versus económica, con equipo de aire acondicionado y refrigerador eficiente. Se debe evitar la importación de unidades usadas ineficientes. La estrategia es reforzar los programas de aislamiento y equipamiento para que se aumente la proporción de viviendas energéticamente eficientes. Se debe reforzar el aspecto normativo, orientándose hacia la eficientización energética de las viviendas y el financiamiento para el deseable aislamiento y equipamiento de las habitaciones nuevas para los casos de usuarios con recursos limitados. Para el caso de financiar la construcción de viviendas nuevas con las condiciones deseables de aislamiento y equipamiento, es posible ampliar el alcance de los programas oficiales para ayudar a abatir el consumo de energía eléctrica y la demanda, logrando beneficios al usuario de energía eléctrica y al proveedor de energía, además de contribuir a disminuir el deterioro del ambiente.

# **1. Introducción**

El planeamiento de las futuras edificaciones en las zonas desérticas y áridas forma parte de la planeación urbana y hoy en día no puede aislarse del complejo ámbito que abarca el urbanismo. El planeamiento de las edificaciones se encamina cada vez más en pro del uso eficiente de la energía de acuerdo a la tendencia moderna de la sociedad con orientación hacia la sustentabilidad.

El tipo de edificación necesaria en las zonas desérticas y áridas debe proporcionar servicio principalmente a núcleos habitacionales de ingresos medios y bajos, con el requerimiento de satisfacer sus necesidades básicas, sobre todo la de hacer frente a la situación climática reduciendo las ganancias térmicas en la temporada de verano y promoviendo confort en el invierno con criterios bioclimáticos. Además, debe contar con un equipamiento eficiente para climatizarla. Es de importancia contar con buenas alternativas bioclimáticas para la construcción o adaptación de viviendas que, además de minimizar el uso de la energía, reduzca la utilización de recursos materiales sin pérdida de confort, y en este caso específico, se aplica para la ciudad de Mexicali, dado que se cuenta con la mayor población dentro de una área urbana en una región desértica mexicana sobre la cual existe bastante información y estudios sobre ahorro de energía.

El ámbito del estudio comprende al Municipio de Mexicali y su aplicación corresponde a las municipalidades de Mexicali, B. C. y San Luis Río Colorado, Son. y a las localidades cercanas que tengan similitud en costumbres, condiciones climatológicas, de materiales de construcción y de equipamiento disponible. Aunque en algunos conceptos que no son exclusivos de la situación geográfica, su aplicación se pueden extender hacia el Desierto del Colorado, además de las zonas consideradas como "cálidas", "desérticas" o "áridas", que cubren el 40% de la superficie del planeta totalizando una población de mil millones de habitantes en 100 países.

El desierto es un ecosistema de enormes extensiones de suelo desnudo, seco y estéril con limitada vida animal y vegetación, y baja densidad de población. Contiene zonas despobladas, llanas o montañosas, arenosas o rocosas, que por falta de lluvias carecen de vegetación; a menudo los suelos son salinos, la tierra compacta y la superficie dura. Se estima que el 75% de la superficie de México está considerada como zona árida o semiárida. En varias regiones del mundo, desde hace mucho tiempo, el hombre se ha adaptado a la vida en el desierto (Galindo D. y otros, 2006).

El horizonte de planeación para fines de la evaluación económica se considera a largo plazo (a 20 años aproximadamente) ya que corresponde al tiempo estimado de beneficio de mejoras a las habitaciones con fines de ahorro de energía.

Dado que actualmente es prioritario para el desarrollo nacional impulsar acciones, tanto para la generación como para el ahorro de energía, se deben llevar a cabo intentos razonables, ya sea para generar energía como para alcanzar ahorros considerables en el consumo eléctrico. Por eso es importante la búsqueda de alternativas con estos fines. En este caso, para caracterizar la vivienda del desierto que optimice el consumo energético, se deben identificar los factores relevantes relacionados con la edificación y su climatización que se sabe, influyen para un elevado consumo eléctrico, y proponer un conjunto de medidas para abatir los consumos con criterios de factibilidad técnico-económica atractiva.

La utilidad de la propuesta derivada de este trabajo de investigación se observa en las siguientes ventajas:

- Para los usuarios: menores costos de climatización de su vivienda, considerando globalmente: el costo de la electricidad, la adecuación constructiva, el sistema de climatización y aquellos equipos que provocan más consumo como por ejemplo el refrigerador, entre otros.
- Para el proveedor de energía: menor capacidad instalada a cambio de recibir menos ingresos debido a la disminución de consumos eléctricos, que contrarreste el efecto del incremento de demanda.

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. Objetivo general

Identificar, analizar y evaluar el impacto de los principales factores en el consumo de energía eléctrica de las viviendas del desierto y, proponer alternativas de uso racional y eficiente de los materiales de construcción y equipamiento para climatización.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- a. Identificar las características climatológicas, demográficas de la región que tengan influencia en la vivienda.
- b. Definir las características de construcción de habitaciones, con fines de disminuir la ganancia térmica en la temporada de verano, considerando forma, materiales de construcción, orientación, etc.
- c. Definir el equipamiento para climatizar tanto la habitación como los alimentos (aire acondicionado y refrigerador) con fines de ahorro de energía eléctrica.
- d. Analizar y evaluar económicamente las alternativas planteadas sobre edificación y equipamiento para la climatización.
- e. Caracterizar el tipo de edificación y equipamiento para climatización requeridos por las viviendas del Municipio de Mexicali y que resulten con factibilidad técnico-económica atractiva

### 1.1.3. Metodología

El procedimiento que se siguió para lograr una propuesta de ahorro de energía en las habitaciones del desierto fue el siguiente:

Primeramente, se describió una introducción a la temática y se destacaron los antecedentes sobre programas de ahorro de energía en la región; se recopiló la información pertinente acerca de los aspectos demográficos y socioeconómicos de la localidad, el ámbito legal y administrativo, los tipos de edificación más usados en la región y su relación con los diferentes equipos de climatización utilizados, tanto unidades de aire acondicionado, enfriadores evaporativos, como refrigeradores; se obtuvo la información sobre estudios previos realizados, consumos de energía eléctrica de las viviendas y los programas existentes relacionados con el ahorro de energía eléctrica.

Se realizó un análisis sobre la situación demográfica, socioeconómica, legal y administrativa relacionada con el ahorro de energía eléctrica; se analizaron los diferentes tipos de construcción de habitaciones y su relación con los equipos de enfriamiento; por otro lado, se realizó un análisis de los consumos de energía eléctrica promedios de las viviendas representativas y del funcionamiento de los programas de ahorro de energía eléctrica existentes en la localidad.

Se hicieron estimaciones a mediano plazo sobre población, vivienda, equipamiento y consumos de energía eléctrica residenciales como fuente de datos para la evaluación económica y para prevenir el impacto de la aplicación o falta de aplicación de medidas de ahorro de energía eléctrica. Se plantearon alternativas para las nuevas edificaciones y para la adecuación de las ya existentes, además de alternativas para equipamiento relativo al aire acondicionado y los refrigeradores. Se llevó a cabo la evaluación de las posibles alternativas de edificación y equipamiento considerando los aspectos técnicos, legales, administrativos y de impacto ambiental y, con más énfasis, se realizó la evaluación económica, además de considerar la evaluación financiera. Por último, se expresan las conclusiones acerca de la caracterización de la vivienda del desierto con fines de ahorro de energía eléctrica, y se describen las perspectivas para la implantación de propuestas en los programas oficiales gubernamentales.



## 1.2. Principales características de la región bajo estudio

Las principales características urbanas de la ciudad de Mexicali resaltan al analizar las áreas de cultivo que se encuentran al oriente, al sur y al poniente de la mancha urbana, tales áreas están propensas a la pronta urbanización ya que prácticamente se encuentran a nivel, resaltando pequeñas superficies no aptas para la edificación, mientras que en su zona norte, la ciudad se encuentra limitada al crecimiento debido a la línea divisoria internacional.

La estructura urbana actual de la ciudad de Mexicali la constituye una mancha urbana casi continua. Existen zonas muy consolidadas y con infraestructura suficiente, ubicadas en el centro y norte de la zona urbana; también existen áreas con menos infraestructura como los centros habitacionales ubicados en la periferia del este, oeste y sur de la mancha urbana.

La ciudad de Mexicali, B. C. se localiza a  $32.63^{\circ}$  de latitud norte y  $115.5^{\circ}$  de longitud oeste, esta en la parte norte de la Península de Baja California. Enclavada en el valle del mismo nombre, posee un clima extremoso. La temporada de calor, de las más agresivas en todo el mundo se presenta aproximadamente desde el mes de mayo hasta el mes de octubre siendo en julio y agosto cuando ocurren las temperaturas más altas del periodo.

El entendimiento básico del clima y de las condiciones locales juega un papel preponderante en la evaluación energética de una edificación. La cantidad de irradiación solar que recibe cierto lugar determina, en gran medida, el comportamiento de la temperatura ambiental a lo largo del día. La humedad presente en el ambiente también influye en el rendimiento energético de los sistemas de acondicionamiento ambiental y el comportamiento de estas variables caracterizan el clima de una región en particular. Es el conocimiento de la climatología local lo que se requiere para seleccionar las características y materiales de construcción de viviendas y edificios, de los sistemas de climatización, de los hábitos de uso y la eficiencia de los sistemas que consumen energía y de los requerimientos mínimos de energía eléctrica para garantizar una adecuada calidad de vida, entre otros aspectos importantes.

Por otro lado, la combinación apropiada de temperatura, humedad y velocidad del aire en un espacio acondicionado produce la sensación de confort a las personas que se encuentran en él

y mejora el rendimiento en las actividades desarrolladas. Una región con un clima agradable la mayor parte del año generalmente no demanda el uso de equipos de climatización, sin embargo, en un clima extremo como el que se tiene en ciertas regiones del país, entre las que destaca Mexicali, es imprescindible el empleo de sistemas de acondicionamiento ambiental, especialmente desde el mes de mayo (a veces desde abril) hasta el mes de octubre.

A manera de ejemplo, durante 1994, las temperaturas promedio mensuales en el período de mayo a octubre oscilaron entre los 24°C y los 36°C, siendo la temperatura máxima promedio para este período de 39°C, y la máxima extrema de 49°C. En 1995, de mayo a octubre, la temperatura promedio mensual osciló entre 24°C y 36°C, siendo la máxima promedio de 39.8°C, y la máxima extrema alcanzó los 51.8°C durante el mes de julio. El promedio de temperatura diaria para los últimos 15 años para el período de mayo a octubre fue de 31.2°C, el promedio mensual máximo fue de 35°C, suscitándose en el mes de agosto, y la máxima extrema fue de 51.8°C dándose el mes de julio de 1995, con un promedio de temperatura diaria en esos 15 años de 24.5°C.

Durante los meses de mayo a junio de los años 2002, 2003 y 2004 se obtuvieron en promedio 3,547 horas anuales con temperaturas mayores a 25.6°C (78°F), representando que el 80.3% del periodo se requirió refrigerar las habitaciones para obtener confort, mientras que se obtuvieron en promedio 2,768 horas anuales con temperaturas mayores a 29.4°C (85°F), representando que el 62.7% del periodo se necesitó refrigerar las viviendas para evitar problemas en la salud provocado por el intenso calor. En la Figura 1.1 a manera de ejemplo, en forma gráfica se presentan las temperaturas medias, máximas extremas y mínimas extremas por mes del año 2004, mientras que en la Figura 1.2, se presenta para el mes de julio del año 2003, el patrón horario de la temperatura, considerando la temperatura media, máxima y mínima (de datos promedio de la hora indicada). En el Anexo 1 se presenta información mas detallada sobre el comportamiento de la temperatura en la zona de estudio. Como producto de esa información, en la Figura 1.3 se pueden observar las temperaturas medias mensuales, así como las máximas y mínimas extremas en el período 1990-2004, estos mismos datos se presentan en la Tabla A1.1 del Anexo 1. Se observa que existe poca variabilidad en las temperaturas en el periodo de mayo a octubre y que es posible predecir con cierta confiabilidad un intervalo de temperaturas esperadas para los próximos años en ese periodo.

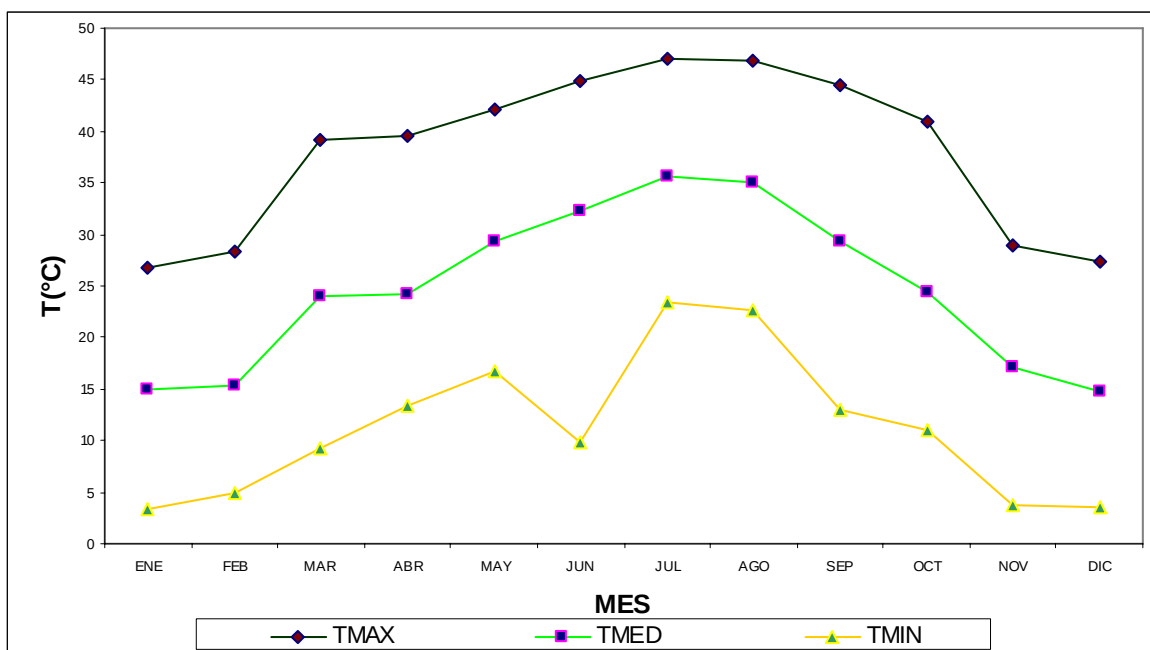


Figura 1.1 Temperatura ambiente mensual del año 2004 en Mexicali

Fuente: Área de Meteorología y Climatología, UABC

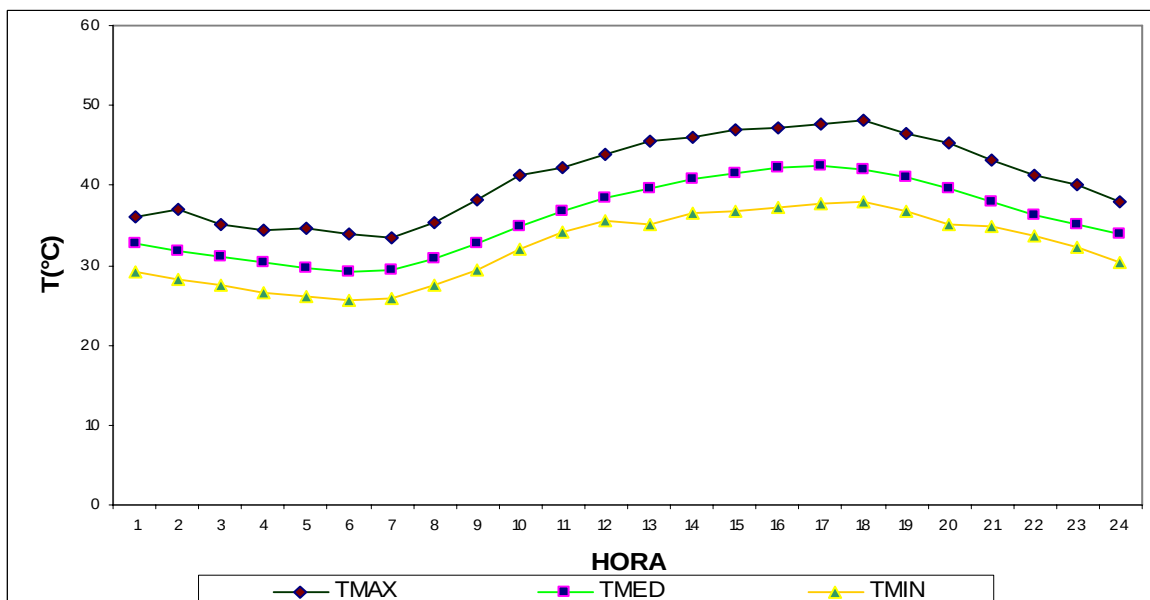


Figura 1.2 Patrón horario de la temperatura del aire, julio 2003 en Mexicali

Fuente: Área de Meteorología y Climatología, UABC

El Municipio de Mexicali cuenta con una población aproximada de 908,000 habitantes, de los cuales aproximadamente 729,000 habitan en la zona urbana de Mexicali. El crecimiento poblacional del municipio últimamente ha reducido su ritmo, aunque se espera un crecimiento aproximado de 2% anual en los próximos 20 años. De acuerdo a la información estadística que

brinda la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en Mexicali existen 282,540 contratos residenciales de suministro de energía eléctrica, de los cuales sólo resultan 273,301 usuarios con consumo efectivo que utilizan anualmente 5.996 MWh cada uno. De este consumo, 2.707 MWh (el 45%) se utilizan en la climatización durante el periodo de mayo a octubre. Últimamente, el ritmo de crecimiento habitacional ha sido mayor que el poblacional, esto debido a que existe una tendencia de las familias a reducir la cantidad de miembros y a abandonar los departamentos alquilados a cambio de adquirir su propia casa con estructura independiente y en la gran mayoría de los casos a crédito. Lo anterior se observa generalmente en los niveles de ingresos medio y bajo.

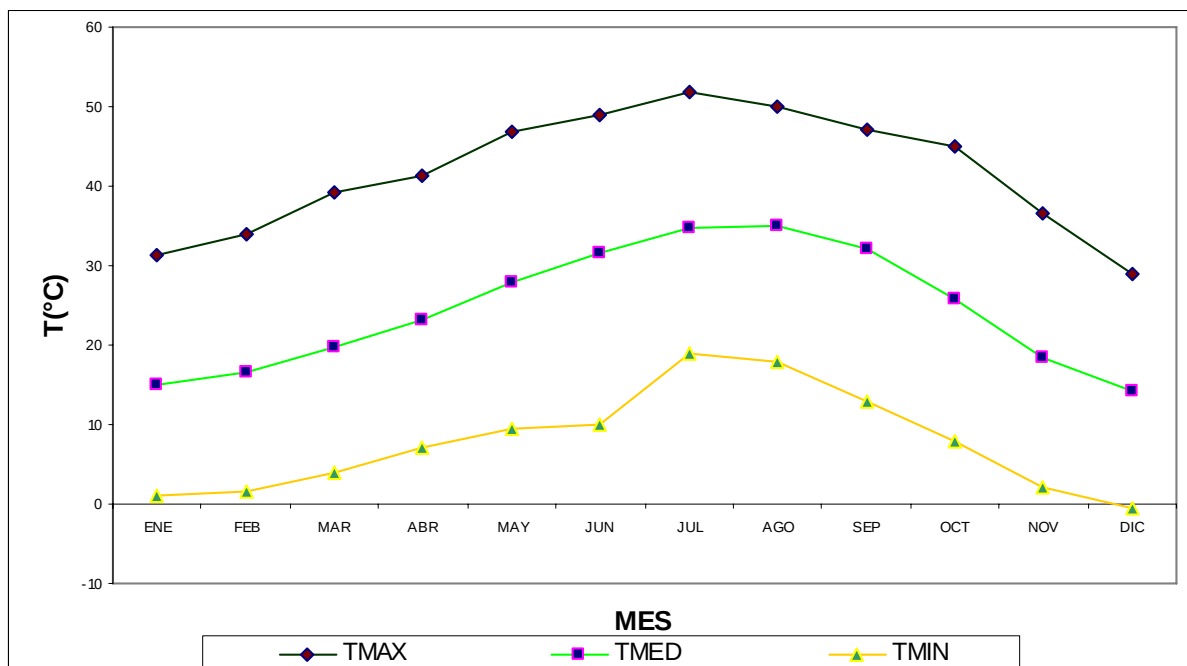


Figura 1.3 Temperaturas mensuales medias, máximas extremas y mínimas extremas en Mexicali de 1990 a 2004

La tipología constructiva que se ofrece generalmente es la que las edificadoras locales construyen en serie, siendo muy diversos los materiales de construcción, procurando en principio un costo atractivo y con amplia facilidad de pago ofreciendo: estética, amplitud, ubicación y seguridad entre otros (Fig. 1.4). No se invierte mucho en los aspectos que pudieran hacer la vivienda eficiente en cuanto al consumo eléctrico puesto que encarecería el costo inicial y ya no sería tan fácil de comercializar. Son pocas las promotoras de vivienda que ofrecen y anuncian en su campaña publicitaria como una de las características principales de la vivienda, estar construidas con elementos que no provocan elevados consumos de energía eléctrica.



Figura 1.4 Oferta representativa de viviendas económicas de Mexicali

A nivel nacional, se han dado incrementos mayores a la inflación en el precio de la energía eléctrica, por lo que el problema de climatizar las viviendas ha adquirido mayor relevancia. Por otro lado, como lo promueve el programa federal de ahorro de energía eléctrica denominado "Ahorro Sistemático Integral" (ASI), a partir de 1997 se ha impulsado el uso de una mayor eficiencia en los sistemas de aire acondicionado el cual es financiado por la Paraestatal responsable de la generación y suministro de energía eléctrica en casi todo el país: la Comisión Federal de Electricidad (CFE), sustituyendo los viejos equipos de baja eficiencia a cambio de equipos nuevos y de mayor eficiencia, además de los programas de aislamiento, sellado de puertas, sustitución de focos incandescentes por fluorescentes, entre otros, y el programa recién iniciado en el año 2004 de sustitución de refrigeradores.

## **1.3. Consideraciones teóricas**

### **1.3.1. Zona de confort**

La zona de confort más aceptada internacionalmente, es la que se define como aquellas condiciones de temperatura, humedad y circulación de aire en las que la mayoría de las personas manifiestan sentirse cómodas. La región de confort es una franja muy estrecha que abarca, desde

una temperatura de 19.4°C (67°F) en invierno, hasta 24.4°C (76°F) y de 22.8°C (73°F) a 27.2°C (81°F) en verano (ASHRAE,1997).

La humedad relativa juega un papel importante, ya que una temperatura fría se hace más soportable cuando la humedad es alta; por otra parte, una temperatura elevada es menos incómoda cuando la humedad es baja (Lechner, 2001). A manera de ejemplo, se tiene una agradable sensación de confort en verano a una temperatura de 27°C con una humedad relativa de 32%, pero por cada dos puntos porcentuales de incremento en la humedad relativa, para conservar el confort, se debe disminuir la temperatura en 1°C aproximadamente (Nicol F. y otros, 1995).

Los enfriadores evaporativos pueden lograr un cierto grado de confort cuando la temperatura ambiente no sobrepasa los 40°C y la humedad relativa sea baja. Los días de elevada humedad reducen su eficiencia significativamente. Tienen la ventaja de ser silenciosos y consumir menos energía eléctrica que los sistemas de compresión mecánica (Pérez T. y otros, 2003).

### 1.3.2. Eficiencia energética de equipos de enfriamiento

#### Relación de Eficiencia Energética (REE)

Denominada en Inglés "Energy Efficiency Ratio (EER)" y de acuerdo a la ASHRAE, es la relación de capacidad de enfriamiento neto en BTU/h, entre el suministro eléctrico expresado en Watts, bajo ciertas condiciones de operación. Se aplica en equipos "de ventana" y tipo "split".

#### Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE)

Denominada en Inglés "Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER)" y de acuerdo a la ASHRAE, es la relación de capacidad de enfriamiento de un equipo de acondicionamiento de aire, durante su período anual normal de uso para enfriamiento, en BTU/h, entre el suministro eléctrico total utilizado durante ese mismo período expresado en Watts. Se mide en el laboratorio por medio de pruebas realizadas a varias condiciones de entrada y salida, incluyendo una medida de rendimiento bajo operación cíclica. Se aplica en equipos centrales.

Tanto la REE como la REEE se pueden expresar en  $W/W$ , en  $W_t/W_e$  o en  $W_{\text{térmico}}/W_{\text{eléctrico}}$  (de cualquier manera resulta adimensional) cuando se utiliza el Sistema Internacional de Medidas y tanto en  $kBtu/kWh$  como en  $Btu/Wh$  cuando se utiliza el Sistema Inglés de Mediciones.

### Coeficiente de Desempeño

Denominado en Inglés "Coefficient of Performance (COP)" y de acuerdo a la ASHRAE, es la relación de capacidad de refrigeración entre el trabajo efectuado por el compresor expresado en unidades consistentes y bajo condiciones de diseño.





## 2. Antecedentes

Se han realizado diversos estudios que, se refieren a la temática aquí considerada, entre los más recientes se encuentran los siguientes:

- "Evaluación de equipos de aire acondicionado, motores y refrigeradores para el sector doméstico de Mexicali, B. C." (Pérez T. y otros, 1996).
- "La vivienda representativa de Mexicali: caracterización física, social y lineamientos de adecuación ambiental" (Romero, 1994).
- "Identificación y definición del impacto social y económico de la problemática del servicio eléctrico y sus alternativas de solución" (Campbell R. y otros, 2003).
- "Normas de construcción para el ahorro y uso eficiente de la energía en la vivienda de Mexicali" (Pérez T. y otros, 2003).
- "Resistencia térmica efectiva en envolventes residenciales y su impacto energético por climatización en regiones de clima cálido. Efecto de puentes térmicos" (Pérez T. y otros, 2004).

## 2.1. Descripción de los estudios

A continuación se mencionan algunos de los estudios que tienen alguna relación con esta temática, así como los resultados obtenidos.

### 2.1.1. Evaluación de equipos de aire acondicionado, motores y refrigeradores para el sector doméstico de Mexicali, B. C.

Se evaluó la factibilidad de sustitución de equipos de aire acondicionado de baja eficiencia por unidades nuevas de alta eficiencia, la sustitución de motores usados por motores nuevos de mayor eficiencia para enfriadores evaporativos, y la sustitución de refrigeradores domésticos por unidades nuevas de menor consumo de energía. Dicho estudio, elaborado en 1996, describe los aspectos climatológicos de la ciudad resaltando la intensidad de radiación solar máxima de 2303 Wh/m<sup>2</sup> para techos y de 347 a 1956 Wh/m<sup>2</sup> para muros, la frecuencia de elevadas temperaturas en el verano, los parámetros climatológicos importantes como la intensidad de radiación solar, temperatura y humedad ambiental, así como velocidad y dirección del viento.

En cuanto a la resistencia térmica, se presentaron valores típicos para los materiales de las viviendas estudiadas, encontrando diferencias en techos de 0.30 m<sup>2</sup>K/W (1.69 pie<sup>2</sup>h°F/Btu) en concreto sin aislamiento hasta 2.21 m<sup>2</sup>K/W (12.55 pie<sup>2</sup>h°F/Btu) en madera con ático aislado y para muros de 0.38 m<sup>2</sup>K/W (2.15 pie<sup>2</sup>h°F/Btu) en ladrillo con 10.16 cm (4") de espesor sin aislamiento hasta 1.77 m<sup>2</sup>K/W (10.03 pie<sup>2</sup>h°F/Btu) en adobe de 20.32 cm (8") de espesor aislado.

En la vivienda de interés social es recomendable que al menos se aisle el techo bajo cualquier circunstancia. Todas las viviendas cuyos materiales de construcción incluyan cualquier combinación de concreto, ladrillo, o bloque de concreto, deben contemplar medidas de aislamiento antes de sustituir equipos de aire acondicionado.

Se obtuvo una relación de casos en los que la sustitución de equipos de bajo rendimiento es factible económicamente tanto para el usuario como para el proveedor de energía. Se concluyó que cualquiera que sea el tipo de vivienda y contando con un equipo con una REEE = 2.34 W<sub>i</sub>/W<sub>e</sub> (REEE = 8 Btu/Wh) o menor, existe un tipo de equipo que puede sustituir al actual, con conveniencia económica.

Se observó que en el caso de la sustitución de equipos con una  $REEE = 1.76 W_t/W_e$  ( $REEE = 6 \text{ Btu/Wh}$ ), el cobro del equipo nuevo es menor que el ahorro en facturación, resultando que en ningún caso el usuario haría aportaciones adicionales. En la mayoría de los casos viables de sustitución para el usuario, los indicadores económicos resultan también favorables para el proveedor de energía. Se encontró que la mayoría de los equipos instalados presentan problemas de mayores consumos por causas como mantenimiento inapropiado, instalación eléctrica en mal estado o conexiones mal realizadas, deficiente distribución de aire, e influencia marcada de los materiales de construcción de habitaciones.

Las características predominantes del refrigerador doméstico fueron: Capacidad de  $510 \text{ dm}^3$  ( $18 \text{ pie}^3$ ), del tipo refrigerador/congelador (duplex), refrigerante R-12, duración promedio de 14 años y consumo de  $1480 \text{ kWh}$  anuales (Tabla 2.1 y Fig. 2.1). La propuesta fue sustituirlos por equipos con consumos menores. La evaluación técnica y económica, resultó factible en muchos de los casos para el usuario. Para un plazo de pago de cuatro años el análisis económico indicó que el ahorro obtenido no compensaba la inversión inicial durante ese lapso, aunque sí lo hacía en un tiempo mayor.

Por concepto de aire acondicionado, el potencial global de ahorro de energía por sustitución de estos equipos en 1996 fue de  $156 \text{ GWh}$  anuales, y el potencial de disminución de demanda fue del orden de  $67 \text{ MW}$ , y al considerar también los refrigeradores domésticos estas cifras aumentarían a  $259 \text{ MW}$  y  $103 \text{ MW}$ , respectivamente.

Tabla 2.1 Consumos de refrigeradores de  $510 \text{ dm}^3$  ( $18 \text{ pie}^3$ ) de capacidad en Mexicali en 1996

| Mes        | Refrigeradores<br>Eficientes | Refrigeradores<br>Nuevos | Refrigeradores<br>usados |
|------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|            | kWh                          | kWh                      | kWh                      |
| Enero      | 26                           | 31                       | 55                       |
| Febrero    | 31                           | 38                       | 66                       |
| Marzo      | 41                           | 50                       | 87                       |
| Abril      | 53                           | 65                       | 113                      |
| Mayo       | 67                           | 82                       | 142                      |
| Junio      | 79                           | 96                       | 168                      |
| Julio      | 94                           | 115                      | 200                      |
| Agosto     | 93                           | 113                      | 196                      |
| Septiembre | 81                           | 99                       | 172                      |
| Octubre    | 65                           | 79                       | 137                      |
| Noviembre  | 41                           | 50                       | 87                       |
| Diciembre  | 27                           | 33                       | 57                       |
| Total      | 699                          | 861                      | 1480                     |

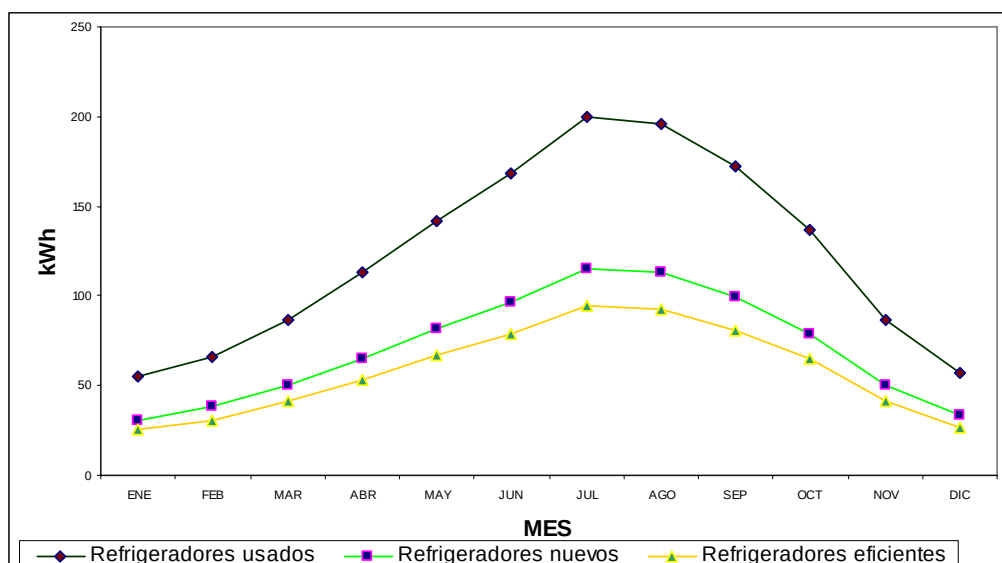


Figura 2.1 Consumos de refrigeradores de capacidad de 510 dm<sup>3</sup> (18 pie<sup>3</sup>) en Mexicali en 1996

### 2.1.2. La vivienda representativa de Mexicali: caracterización física, social y lineamientos de adecuación ambiental

Se caracterizó la tipología de la vivienda representativa del sector residencial de Mexicali. Este trabajo realizado en 1994, fue orientado a determinar los consumos eléctricos y la tipificación de la vivienda, proporcionando datos valiosos para la realización de estudios posteriores sobre la factibilidad de adecuar térmicamente viviendas.

Los principales materiales de construcción utilizados en las viviendas de Mexicali en 1994 eran: para el techo, la madera y el concreto; para muros, el ladrillo, el bloque de cemento, el adobe y la madera. De acuerdo a la frecuencia de su utilización se caracterizaron de la siguiente manera:

- Tipo 1. Viviendas con techo de madera y muros de ladrillo. Representaron 30.4%.
- Tipo 2. Viviendas con techo de concreto y muros de bloque de cemento, 25.4%.
- Tipo 3. Viviendas con techo de madera y muros de adobe, 15.7%.
- Tipo 4. Viviendas con techo de concreto y muros de ladrillo, 10.2%.
- Tipo 5. Viviendas con techo de madera y muros de bloque de cemento, 8.3%.
- Las viviendas con techo y muros de madera y las de techo de concreto y muros de adobe representaron el 10% restante.

71% de las viviendas de Mexicali se encontraban orientadas con frente al norte o al sur y 29% restante con fachada al este o al oeste. 62% de los techos son de 2 aguas, 18% techos planos, y el resto eran techos inclinados en una orientación y 4 aguas. 46% se encontraban orientados en dirección este-oeste, el 33% en dirección norte-sur y 21% restante en otras orientaciones. De acuerdo al Colegio de la Frontera Norte (COLEF) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en 1991 las viviendas de dos niveles representan aproximadamente el 6.6% de las construidas en Mexicali (COLEF-CFE, 1991).

### 2.1.3. Identificación y definición de la problemática del servicio eléctrico en Baja California y sus alternativas de solución

En este estudio realizado en 2003, se consideraron los conceptos relativos a la problemática del servicio eléctrico en la entidad. A continuación se indican algunos aspectos que son de interés para este trabajo. En cuanto a equipo de acondicionamiento ambiental: el 70% de las viviendas tenían al menos un equipo tipo ventana, pero el 13% sólo tenían equipo tipo ventana, el 31% lo combinaban con ventiladores. El 35% tenían un aparato de ventana de una ton de capacidad con lo cual satisfacían los requerimientos de una recámara, pero sólo el 9% de las viviendas tenían una recámara, lo cual sugiere un efecto de hacinamiento durante la temporada de verano. Sólo el 22% de las viviendas contaban con unidades centrales, destacando los de 3 y 5 que representaron el 15%. Sólo el 32% de las viviendas utilizaban enfriador evaporativo (*cooler*), y la mitad lo combinan con unidades tipo ventana y ventiladores. En lo que corresponde a equipos electrodomésticos, en la Tabla 2.2 se muestran los niveles de consumo que determinan el grado de aprovechamiento del recurso energético para viviendas de 1, 2 y 3 recámaras en Mexicali.

Tabla 2.2 Consumos estimados para tres niveles de aprovechamiento de la electricidad en Mexicali

| Nivel \ Consumos                                     | Consumo de electrodomésticos en kWh/mes | Consumo adicional en el mes de agosto en kWh | Consumo total en el mes de agosto en kWh |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| Consumo mínimo                                       | 181                                     | 1,079                                        | 1,260                                    |
| Consumo con dos recámaras acondicionadas             | 362                                     | 1,988                                        | 2,260                                    |
| Consumo con una unidad central para toda la vivienda | 398                                     | 2,544                                        | 2,852                                    |

En el 2001, la demanda máxima para la zona de Mexicali se situó en 757 MW, en dicho estudio de hicieron algunas reflexiones sobre la demanda y la capacidad instalada en Baja

California desde 1990 y pronosticada hasta el 2010, donde se enfatiza la necesidad de que para evitar la importación de energía hay que abatir la demanda y/o aumentar la capacidad instalada.

#### 2.1.4. Normas de construcción para el ahorro y uso eficiente de la energía en la vivienda de Mexicali

En este estudio realizado en 2003, se indica que Mexicali cuenta con el Reglamento de Edificaciones, que es complemento de la Ley de Edificaciones del Estado de Baja California. En ellos se plasman las reglas de construcción para diferentes ámbitos de competencia de los gobiernos estatal y municipal. También aparecen los apartados referentes a la normatividad respecto al uso eficiente y el ahorro de energía en edificaciones. Desafortunadamente, no aparecen de forma explícita o definidos los criterios referentes a resistencia térmica en muros y techos, a ventanas y puertas, a la eficiencia energética de sistemas de climatización, entre otros. El Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali prácticamente no contempla medidas de ahorro y uso eficiente de la energía en construcciones.

Por otra parte, la Ley de Edificaciones del Estado de Baja California, aunque sí menciona e indica los elementos para efficientizar el uso la energía, estos no son específicos y sólo hacen referencia a los lineamientos acerca del confort y los elementos considerados importantes de los tipos de materiales a utilizar en la construcción de edificaciones (ganancia, absorptividad solar y resistencia térmica), pero sin establecer una normatividad específica para cada uno de ellos. En general, tanto en el reglamento municipal como en la ley estatal, puede notarse que, cuando menos hasta ahora, el ahorro de energía en viviendas no es un factor primordial. En dicho estudio se propone modificar el Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali así como la Ley de Edificaciones del Estado de Baja California para incluir los aspectos de resistencia térmica en los códigos de construcción.

#### 2.1.5. Resistencia térmica efectiva en envolventes residenciales y su impacto energético por climatización en regiones de clima cálido

En este estudio realizado en 2004, Se determinó la resistencia térmica efectiva de dieciocho tipologías de muros y techos característicos de sistemas constructivos de regiones de

clima con o sin aislamiento térmico. Se realizó un comparativo entre las ganancias de calor, potencia de enfriamiento y consumo de electricidad para climatización de viviendas construidas con dichas tipologías. Se propuso un método para determinar la resistencia térmica efectiva de nuevos sistemas constructivos utilizados en Mexicali, y se evaluó el impacto que los puentes térmicos representan en los requerimientos energéticos por climatización.

Las ganancias de calor y potencia de enfriamiento se obtuvieron mediante simulación numérica empleando el simulador SIMTERCAL desarrollado y validado en el Instituto de Ingeniería de la UABC y basado en el método de Funciones de Transferencia de ASHRAE. Asimismo, se incorporó el criterio de horas-grado para determinar el efecto del clima sobre el equipo de climatización y los consumos y demanda eléctricas.

Las resistencias térmicas de muros varían desde  $0.370 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $2.1 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) para bloque de concreto pesado hasta  $1.726 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $9.8 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) en ladrillo de  $20.32 \text{ cm}$  ( $8''$ ) aislado con  $5.08 \text{ cm}$  ( $2''$ ) de poliestireno. En techos, las resistencias térmicas varían desde  $0.299 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $1.7 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) en techos de concreto, hasta  $3.135 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $17.8 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) en el sistema de techo de soporte metálico y colchoneta de fibra de vidrio interior R-19, el cual es un sistema constructivo reciente. Los puentes térmicos por elementos metálicos pueden reducir la resistencia térmica de la envolvente hasta un 60% de ciertos materiales e incrementan la energía por climatización hasta un 25% en viviendas de interés social, así como una mayor capacidad de enfriamiento de hasta un 40% del equipo de aire acondicionado. En la Tabla 2.3 se indican las resistencias térmicas de los sistemas constructivos más comunes en Mexicali.

Se concluyó que la resistencia térmica equivalente, que es la variable principal del comportamiento térmico de una construcción, puede verse alterada significativamente por el efecto de puentes térmicos, los cuales producen una reducción en la función de establecer una barrera efectiva al paso del calor de los materiales aislantes empleados en el sistema constructivo. Es recomendable elevar la resistencia térmica de una envolvente (muros y techos) a un valor mínimo R de  $1.585 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $9.0 \text{ }^\circ\text{F pie}^2\text{h/Btu}$ ) en muros y mantener una R mínima de  $1.761 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $10.0 \text{ }^\circ\text{F pie}^2\text{h/Btu}$ ) en techos.

Tabla 2.3 Resistencias térmicas promedio de los sistemas constructivos más comunes en Mexicali

| Tipo de material:                                                                                                                | Valor de R en<br>m <sup>2</sup> K/W | Valor de R<br>en<br>°Fpie <sup>2</sup> h/Btu |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| Muros:                                                                                                                           |                                     |                                              |
| Muro de adobe de 25.4 cm (10") aislado con 5.08 cm (2") de poliestireno                                                          | 1.779                               | 10.1                                         |
| Muro de ladrillo de 20.32 cm (8") aislado con 5.08 (2") de poliestireno                                                          | 1.726                               | 9.8                                          |
| Muro de bloque de concreto de 20.32 cm (8") aislado con 5.08 (2") de poliestireno                                                | 1.620                               | 9.2                                          |
| Muro de soporte metálico y colchoneta de fibra de vidrio de valor R-11 interior y 2.54 cm (1") de poliestireno exterior (ARMOUR) | 1.374                               | 7.8                                          |
| Tridipanel de 12.7 cm (5")                                                                                                       | 1.145                               | 6.5                                          |
| Tridipanel de 7.62 cm (3")                                                                                                       | 0.793                               | 4.5                                          |
| Muro de adobe 25.4 cm (10") sin aislar                                                                                           | 0.599                               | 3.4                                          |
| Muro de ladrillo de 20.32 cm (8") sin aislar                                                                                     | 0.546                               | 3.1                                          |
| Muro de bloque de concreto de 20.32 cm (8") sin aislar                                                                           | 0.370                               | 2.1                                          |
| Techos:                                                                                                                          |                                     |                                              |
| Techo de soporte metálico y colchoneta de fibra de vidrio interior R-19 (ARMOUR)                                                 | 3.135                               | 17.8                                         |
| Techo de madera de 2.54 cm (1") con ático ventilado aislado con 5.08 cm (2") de poliestireno                                     | 2.395                               | 13.6                                         |
| Techo de vigueta y bovedilla de 12.7 cm (5") poliestireno y 22 cm de losa de concreto pesado                                     | 2.395                               | 13.6                                         |
| Techo de madera de 2.54 cm (1") sin ático aislado con 5.08 cm (2") de poliestireno                                               | 1.673                               | 9.5                                          |
| Techo de concreto de 10 cm de espesor aislado con 5.08 cm (2") de poliestireno                                                   | 1.497                               | 8.5                                          |
| Tridipanel de 12.7 cm (5")                                                                                                       | 1.145                               | 6.5                                          |
| Techo de madera de 2.54 cm (1") con ático ventilado sin aislar                                                                   | 1.021                               | 5.8                                          |
| Techo de vigueta y bovedilla de 12.7 cm (5") de poliestireno y 5.08 cm (2") de losa de concreto pesado                           | 1.021                               | 5.8                                          |
| Tridipanel de 7.62 cm (3")                                                                                                       | 0.793                               | 4.5                                          |
| Techo de madera de 2.54 cm (1") sin ático y sin aislar                                                                           | 0.476                               | 2.7                                          |
| Techo de concreto de 10 cm de espesor sin aislar y acabado de cartón arenado                                                     | 0.299                               | 1.7                                          |

### 2.1.6. Estudios en regiones afines

De acuerdo a estudios realizados en el suroeste del país, se puede observar la evolución de las eficiencias energéticas de los equipos de aire acondicionado tipo ventana de mayor utilización en el sector doméstico (Durán R., 2001), en la Tabla 2.4 se muestra que la eficiencia se ha ido incrementando. El único inconveniente de la tecnología de equipos eficientes es su precio, aunque se destaca que estos han ido disminuyendo.

Mediante la medición de campo de los parámetros eléctricos y las condiciones ambientales de la operación de los equipos ineficientes de aire acondicionado tipo ventana que se han retirado y de equipos eficientes, elaborada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas en la ciudad de Mérida, se ha calculado la eficiencia energética con la que operan los equipos



instalados en el año 2001, la cual resultó en promedio entre 1.18 y 1.26  $W_t/W_e$  (4.03 y 4.3 BTU/hW), de acuerdo a la Tabla 2.5 (Durán R., 2001).

Tabla 2.4 Eficiencia ofrecida por los proveedores y fabricantes de equipo

| Capacidad de enfriamiento | Eficiencia promedio ofrecida |        |           |        |           |        |
|---------------------------|------------------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|                           | 1999                         |        | 2000      |        | 2001      |        |
|                           | ASI y FIDE                   |        | FIDE      |        | FIDE      |        |
| Ton                       | $W_t/W_e$                    | BTU/Wh | $W_t/W_e$ | BTU/Wh | $W_t/W_e$ | BTU/Wh |
| 1.0                       | 2.67                         | 9.1    | 2.78      | 9.5    | 2.90      | 9.9    |
| 1.5                       | 2.64                         | 9.0    | 2.64      | 9.0    | 2.86      | 9.7    |
| 2.0                       | 2.7                          | 9.2    | 2.52      | 8.6    | 2.61      | 8.9    |

Tabla 2.5 Eficiencia promedio obtenida de los equipos ineficientes retirados y eficientes

| Capacidad (Ton)    | Relación de eficiencia energética              |                                                 |
|--------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                    | Equipo ineficiente                             | Equipo eficiente                                |
| 1.0                | 1.18 $W_t/W_e = 4.03$ BTU/hW                   | 3.08 $W_t/W_e = 10.50$ BTU/hW                   |
| 1.5                | 1.19 $W_t/W_e = 4.07$ BTU/hW                   | 3.02 $W_t/W_e = 10.31$ BTU/hW                   |
| 2.0                | 1.26 $W_t/W_e = 4.30$ BTU/hW                   | 2.99 $W_t/W_e = 10.21$ BTU/hW                   |
| Promedio ponderado | <b>1.19 <math>W_t/W_e = 4.07</math> BTU/hW</b> | <b>3.04 <math>W_t/W_e = 10.37</math> BTU/hW</b> |

El promedio ponderado de consumo de un equipo de ventana ineficiente es de 1.597 kWh/h, mientras que el del eficiente es de 0.896 kWh/h, obteniendo un ahorro del 44.32% en el consumo. El promedio ponderado de demanda máxima de un equipo de ventana ineficiente es de 1.701 kW, mientras el del eficiente es de 1.230 kW, obteniendo un ahorro del 27.94% en la demanda.

De acuerdo al estudio realizado en la ciudad de Mérida, también se pueden observar las eficiencias y consumos de equipos de ventana tanto "eficientes" como "ineficientes" (Buitrón y Valera, 2003), en la Tabla 2.6 se muestran los resultados. En cuanto al consumo que tienen los refrigeradores de la ciudad de Mérida, se descubre que es de 170 Wh en promedio cuando el compresor está en funcionamiento, pero como en promedio el compresor resultó estar trabajando el 65.5% del tiempo que el refrigerador está en servicio, entonces el promedio de consumo real se reduce a 111.35 Wh, que significan 976 kWh al año.

Tabla 2.6 Tiempos de uso y consumos eléctricos de equipos de ventana en la ciudad de Mérida

|                                       |                                           |          | Capacidad |          |        | Promedio ponderado |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|----------|-----------|----------|--------|--------------------|
|                                       |                                           |          | 1 ton.    | 1.5 ton. | 2 ton. |                    |
| Tiempo de uso diario del compresor    | Equipo ineficiente                        | Hrs      | 5.29      | 6.12     | 6.90   | 5.88               |
|                                       | Equipo eficiente                          | Hrs      | 3.30      | 4.65     | 4.43   | 4.11               |
| Consumos eléctricos promedio por hora | Equipo ineficiente                        | kWh      | 1.054     | 1.958    | 1.783  |                    |
|                                       | Equipo eficiente                          | kWh      | 0.555     | 1.076    | 1.251  |                    |
|                                       | Equipo ineficiente                        | kW (máx) | 1.512     | 1.820    | 1.800  |                    |
|                                       | Equipo eficiente                          | kW (máx) | 1.014     | 1.296    | 1.700  |                    |
|                                       |                                           |          |           |          |        |                    |
| Consumo anual en la vivienda          | Aire acondicionado con equipo ineficiente | kWh      | 1921      | 2350     | 8735   |                    |
|                                       | Aire acondicionado con equipo eficiente   | kWh      | 1171      | 1426     | 6129   |                    |
|                                       | Otros equipos                             | kWh      | 5034      | 5575     | 25262  |                    |
|                                       | Consumo total con equipo ineficiente      | kWh      | 6955      | 7925     | 33997  |                    |
|                                       | Consumo total con equipo eficiente        | kWh      | 6205      | 7001     | 31391  |                    |

## 2.2. Aspectos demográficos y socioeconómicos de la ciudad

El crecimiento del Municipio de Mexicali está asociado a eventos tanto nacionales como internacionales. En la Tabla 2.7 se presenta la población del municipio y de la ciudad de acuerdo a los censos de población existentes (los datos del año 2000 fueron ajustados a mitad de año). Además del crecimiento observado, es de notarse un aumento porcentual menor en el período 1980-2000 (INEGI, 2000) y una tendencia a agrupar cada vez un mayor porcentaje de la población en la zona urbana. De acuerdo a la CONEPO, debido al gran potencial de desarrollo que muestra la región y, dado que se pretende inducir un mayor desarrollo a la ciudad, se espera un crecimiento aproximado de 2% anual en los próximos 20 años.

El tamaño de la vivienda y la cantidad de ocupantes de la misma que se obtuvo en el Censo de Población y Vivienda 1995 (INEGI, 1995) se presenta en la Tabla 2.8, donde se observa que en ese año existió una ocupación promedio de 4.13 personas por vivienda y que casi la mitad de las viviendas (el 46.46%) tenían 3 o 4 cuartos. En la Tabla 2.9 se observa la distribución de ocupantes por vivienda que se registró en el Estado de Baja California (INEGI, 2000), resultando un promedio ponderado de 4.097 ocupantes por vivienda en el año 2000.

Tabla 2.7 Población del municipio y la ciudad de Mexicali, 1910-2000

| Año  | Población del municipio de Mexicali | Población de la ciudad de Mexicali | Incrementos medios anuales del municipio De Mexicali | Incrementos medios anuales de la ciudad de Mexicali | Porcentaje de la ciudad en relación al municipio |
|------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1910 | 1,614                               | 462                                | -----                                                | ----                                                | 28.6                                             |
| 1921 | 14,599                              | 6,782                              | 16.9%                                                | 17.4%                                               | 46.5                                             |
| 1930 | 29,985                              | 14,842                             | 3.9%                                                 | 7.5%                                                | 49.5                                             |
| 1940 | 44,399                              | 18,775                             | 3.9%                                                 | 2.3%                                                | 42.3                                             |
| 1950 | 124,362                             | 64,609                             | 9.5%                                                 | 11.0%                                               | 52.0                                             |
| 1960 | 281,333                             | 174,540                            | 7.7%                                                 | 9.2%                                                | 62.0                                             |
| 1970 | 396,326                             | 263,498                            | 3.4%                                                 | 4.1%                                                | 66.5                                             |
| 1980 | 510,664                             | 349,931                            | 2.5%                                                 | 2.8%                                                | 68.5                                             |
| 1990 | 601,938                             | 438,377                            | 1.6%                                                 | 2.2%                                                | 72.8                                             |
| 1995 | 696,034                             | 505,016                            | 2.9%                                                 | 2.9%                                                | 72.6                                             |
| 2000 | 779,154                             | 549,873                            | 2.3%                                                 | 1.7%                                                | 71.9                                             |

Fuente: INEGI, 2000.

Tabla 2.8 Tamaño y ocupación de vivienda del municipio de Mexicali, 1995

| Tamaño de la vivienda (cantidad de cuartos) | Relación en % | Ocupantes/vivienda |
|---------------------------------------------|---------------|--------------------|
| 1                                           | 5.89          | 3.23               |
| 2                                           | 15.56         | 3.58               |
| 3                                           | 22.73         | 3.96               |
| 4                                           | 23.73         | 4.26               |
| 5                                           | 18.05         | 4.47               |
| 6                                           | 8.43          | 4.68               |
| 7                                           | 3.00          | 4.89               |
| 8                                           | 1.28          | 5.10               |
| 9 ó más                                     | 0.85          | 5.05               |
| No especificado                             | 0.48          | 3.44               |
| Total                                       | 100.00        | <b>4.13</b>        |

Fuente: Censo de Población y Vivienda 1995, INEGI

Tabla 2.9 Viviendas particulares habitadas por número de ocupantes en Baja California en febrero de 2000

| Número de ocupantes | Relación en % |
|---------------------|---------------|
| 1                   | 7.51          |
| 2                   | 13.65         |
| 3                   | 19.05         |
| 4                   | 23.30         |
| 5                   | 17.76         |
| 6                   | 9.90          |
| 7                   | 3.95          |
| 8                   | 2.19          |
| 9 ó más             | 2.69          |
| Total               | 100.00        |

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI

La cantidad de viviendas particulares habitadas en Mexicali en febrero de 2000 fue de 179,368 (INEGI, 2000) de las cuales 163,197 eran casas independientes, 2,550 departamentos en edificio, 5,232 viviendas en vecindad, 51 cuartos de azotea, 154 locales no construidos para habitación, 608 viviendas móviles y 7,576 no especificadas. En el Municipio de Mexicali, en febrero de 2000 existían 176,601 viviendas habitadas, disponiendo de energía eléctrica el 98.46% (INEGI, 2000). De acuerdo al anuario estadístico de Baja California (INEGI y Gob. del Edo. de B. C., 2005) al final del año 2004 existían 297,517 tomas domiciliarias de energía eléctrica.

## **2.3. Normatividad en la construcción regional y nacional**

### **2.3.1. Reglamentaciones sobre ahorro de energía en la construcción**

Los reglamentos que existen para la ciudad de Mexicali referentes al ahorro de energía en la construcción, son la Ley de Edificaciones del Estado de Baja California (Gobierno del Estado de Baja California, 1994) y el Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali (Gobierno del Estado de Baja California, 1998). La Ley de Edificaciones del Estado de Baja California establece los criterios de ventilación e iluminación, los materiales y procedimientos de construcción y los niveles aceptables de bienestar térmico en interiores, mientras que el Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali establece los criterios de ventilación e iluminación. En el Anexo 2 se presentan los artículos relacionados con la construcción y ahorro de energía de dicha reglamentación.

Como puede observarse en los reglamentos existentes que se presentan en el Anexo 2, es muy poco lo que se reglamenta en cuanto a medidas de ahorro y uso eficiente de energía en construcciones, aunque la Ley de Edificaciones del Estado de Baja California sí menciona e indica los elementos para eficientizar el uso de la energía, estos no son específicos y no son considerados importantes los tipos de materiales a utilizar en la construcción de edificaciones (ganancia y absortividad solar y resistencia térmica), pero sin establecer una normatividad específica para cada uno de ellos. En general, tanto en el reglamento municipal como en la ley estatal, puede notarse que, el ahorro de energía en viviendas no es un factor primordial.

### **2.3.2. Reglamentaciones sobre eficiencia energética**

En el ámbito federal existe la norma NOM-20-ENER “Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios residenciales”, la cual establece la normatividad sobre eficiencia energética en edificaciones residenciales que involucra envolventes de construcciones para uso habitacional de hasta tres niveles, su objetivo es limitar la ganancia de calor de los edificios residenciales a través de su envolvente, para racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

También en el ámbito federal, existe la norma NOM-008-ENER-2001 “Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales”, ya en vigencia, contempla el ahorro y uso eficiente de la energía en edificaciones no residenciales, su objetivo es limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con el fin de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento, sin embargo, esta norma federal no contempla casos críticos de ganancias de calor y cargas de enfriamiento del orden a las observadas en edificaciones situadas en regiones como Mexicali.

Los principales requerimientos de eficiencia energética, eléctricos, mecánicos y de seguridad que se requieren por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) para los equipos de ventana que se comercializan son:

- Eficiencia energética: 2.90, 2.86 y 2.61 W/W (9.9, 9.75 y 8.9 Btu/Wh) respectivamente para 1, 1.5 y 2 Ton.
- Factor de potencia: mayor o igual a 90%.
- Voltaje: 220 volts.
- Tipo de refrigerante: R-22.
- Requerimientos de seguridad: NOM-003-SCFI.

## **2.4. Edificación en la región**

### **2.4.1. Principales materiales utilizados en la edificación en la región**

De acuerdo al Programa Estatal de Vivienda de Baja California 1998-2001 (SAHOPE, 1998) en la Tabla 2.10 se indican las combinaciones de materiales de muros y techos de las viviendas del municipio de Mexicali, mostrándose predominio de los muros de tabique, ladrillo, bloque o piedra combinado con techos de madera (37.91% de las habitaciones) o combinado con techos de concreto (21.20% de las viviendas). En este mismo programa se indica que el 60.49% de las viviendas se les puede considerar una vida útil de 50 años, el 33.25% de 30 años y el 6.26% requerían reposición.

Tabla 2.10 Materiales en muros y techos de las viviendas del municipio de Mexicali

| Muros:                             | Techos:      |              |                  |                              |             | Total:        |
|------------------------------------|--------------|--------------|------------------|------------------------------|-------------|---------------|
|                                    | Madera       | Concreto     | Lámina de cartón | Lámina de asbesto o metálica | Otros       |               |
| Tabique, ladrillo, bloque o piedra | 37.91        | 21.20        | 2.16             | 0.57                         | 1.49        | <b>63.33</b>  |
| Adobe                              | 16.86        | 0.14         | 1.06             | 0.16                         | 0.44        | <b>18.66</b>  |
| Madera                             | 10.90        | 0.05         | 0.66             | 0.27                         | 0.28        | <b>12.16</b>  |
| Lámina de cartón                   | 1.30         | 0.01         | 0.69             | 0.04                         | 0.07        | <b>2.11</b>   |
| Otros                              | 2.16         | 0.16         | 0.21             | 0.17                         | 1.04        | <b>3.74</b>   |
| Total:                             | <b>69.13</b> | <b>21.56</b> | <b>4.78</b>      | <b>1.21</b>                  | <b>3.32</b> | <b>100.00</b> |

Fuente: "Programa Estatal de Vivienda de Baja California 1998-2001" (SAHOPE, 1998)

## 2.4.2. Materiales aislantes térmicos

**Poliuretano:** El poliuretano esta formado por polioli e isocianato y un agente soplante que se añade al final de la mezcla. Se puede aplicar a techos, tanques, cuartos fríos, furgones y calentadores de agua (boilers). El sistema de poliuretano se aplica como spray, tanto por debajo como por encima de paredes y techos. Su resistencia mecánica y su adherencia sobre toda la superficie mejora la rigidez estructural de todo tipo de tejado.

Las principales ventajas del poliuretano son las siguientes:

- Ahorro de energía de climatización debido a un elevado poder aislante, por pulgada (2.54 cm) se logra una R de  $0.793 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $R = 4.5 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ).
- Grosor reducido.
- Relativamente buena resistencia a la compresión ( $200 \text{ N/mm}^2$ ).
- Extrema rapidez en el aislamiento y ausencia de juntas.
- Gran libertad de diseño arquitectónico por ser necesarios grosores muy reducidos.
- Permite impermeabilidad.
- Dificilmente inflamable.

Sin embargo, el poliuretano puede presentar el problema de pérdida paulatina de propiedades debido a la difusión del gas expansor, requiere prevenirse de la exposición directa al ambiente y a la radiación solar mediante alguna cubierta elastomérica que debe mantenerse en buenas condiciones.

**Poliestireno:** De menor rigidez y resistencia a la compresión que el poliuretano, aunque casi de igual costo, tiene la ventaja de ser más manejable y limpio y requiere menos cuidado y especialización. El poliestireno es un termoplástico transparente como el cristal, duro, rígido y de bajo peso específico (Fig. 2.2).



Figura 2.2 Utilización del poliestireno en el aislamiento de muros

Las principales ventajas del poliestireno son:

- Versatilidad para moldeo.
- Tiene favorables propiedades estructurales, eléctricas y térmicas por pulgada (2.54 cm) se logra una R de  $0.616 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $R = 3.5 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ).
- Tiene ventajas ambientales, ya que no sirve como alimento para animales, es inerte al desarrollo de hongos y bacterias, no se pudre, no es soluble en agua, ni tiene sustancias hidrosolubles que contaminen mantos freáticos, no contiene flouorocarbonos que ataquen la capa de ozono y contribuyan al efecto de invernadero.
- Su combustión es más limpia que la de la madera o el cartón, con desprendimiento de dióxido de carbono y agua.
- No produce daños a la salud por su contacto.
- Es un producto reciclable.

El aislamiento térmico con poliestireno es el sistema más utilizado en el sector residencial de Mexicali, en ciertas aplicaciones comerciales e industriales y se aplicó por primera vez en los años cincuenta en Alemania. Existen en la actualidad varios tipos de aislamiento que van desde la aplicación directamente de placa térmica aislante, en forma de bovedilla para techos, placas aislapanel, construpanel, insulpanel, casetón, foamblock, entre otros. Para ser instalados algunos

de ellos requieren de la supervisión de un experto ya que varios de estos sistemas presentan ciertos requerimientos especiales.

**Fibra de vidrio y celulosa:** Se puede emplear fibra de vidrio, generalmente para aislar ductos; es de fácil instalación y aislante acústico (Fig. 2.3). También se puede utilizar la celulosa; es barata y fácil de instalar, se compone de periódico, cal, pegamento, etc., es permeable, por lo que se requiere adicionarle un acabado impermeable.



Figura 2.3 Fibra de vidrio

#### 2.4.3. Sistemas constructivos para la edificación con aislamiento térmico

La variedad de materiales de construcción que se ofrecen en la localidad y que se consideran con propiedades aislantes son los que se indican a continuación. Los costos indicados corresponden al año 2006 y están expresados en pesos, a menos que se indique otra moneda.

**Insulpanel:** Es un panel tipo "sandwich" para utilizarse en muros y cubiertas. Formado de poliestireno expandido y recubierto en ambas caras con lámina de acero es ideal para la construcción de naves industriales, cuartos fríos, casetas y divisiones desmontables entre otras (Fig. 2.4). Se oferta con placas de 116.84 ó 121.92 cm (46 ó 48") de ancho efectivo con espesores de 5.08 a 30.48 cm (2 a 12") y con densidad de 16 a 24 kg/m<sup>3</sup>, acabadas con lámina lisa o embosado, acero A-446 con calibres 22, 24, 26 y 28. El costo de la cubierta de 5.08 cm (2") es de \$35.20 US dls./m<sup>2</sup> al cual se le tiene que adicionar 10% de accesorios.



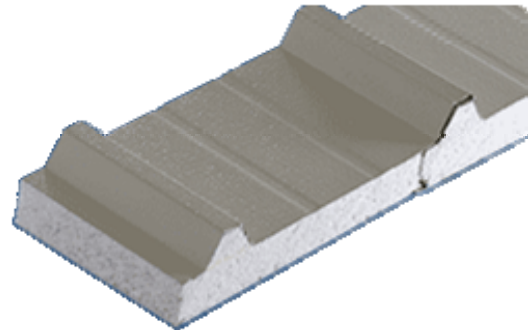


Figura 2.4 Insulpanel

**Placas aislantes:** Hechas de poliestireno expandido autoextinguible, se utilizan en diferentes espesores y dimensiones para el aislamiento térmico de muros, techos y pisos de cualquier tipo de construcción, son ideales para utilizarse en centros comerciales, naves industriales y viviendas (Fig. 2.5). Se ofrecen con espesores de 2.54 a 83.82 cm (1 a 33"), ancho de 121.92 cm (48"), longitud hasta de 4.88 m (16 pies) y con densidad de 16 a 32 kg/m<sup>3</sup>, conductividad térmica a 23.9°C de 0.039 y 0.033 W/m°C (0.27 y 0.23 Btu plg/pie<sup>2</sup>h°F) respectivamente para las densidades de 16 y 32 kg/m<sup>3</sup> y con una resistencia térmica de 0.65 a 0.76 m<sup>2</sup>K/W (3.7 a 4.34 pie<sup>2</sup>h°F/Btu). El costo de la placa de 5.08 cm (2") es de \$33.00/m<sup>2</sup>. También se ofrecen diversas variedades de placas de poliuretano, una de ellas denominada Aislakor, estas placas se hallan cubiertas por una cara o ambas con lámina, papel o un acabado.

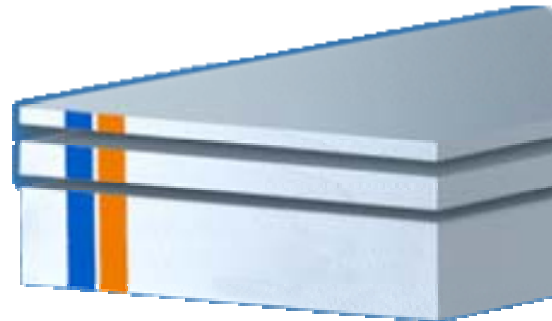


Figura 2.5 Placas aislantes

**Aislapanel:** Es un panel formado de tiras de poliestireno expandido, armaduras y mallas de alambre galvanizado en diferentes calibres y dimensiones, se usa para muros y losas de azotea, es extremadamente versátil (Fig. 2.6). Se cubre con mortero, cemento-arena, obteniéndose gran capacidad estructural siendo utilizado en muros y losas. Se ofrece en espesor de 2.54 a 10.16 cm (1 a 4"), logrando espesores de muros de 7.62 a 15.24 cm (3 a 6") respectivamente. Con un ancho comercial de 1.22 m (4 pies), longitudes de 2.44 m (8 pies), 3.05 m (10 pies) y 3.66 m (12 pies), densidad de 713.3 kg/m<sup>3</sup>, se logra una resistencia térmica en muros de 1.17 m<sup>2</sup>K/W (6.67

$^{\circ}\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) y en techos de  $1.20 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $6.80 \text{ }^{\circ}\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ). El costo de la placa calibre 14 de  $12.7\text{cm} \times 1.22\text{m} \times 2.44\text{m}$  ( $3'' \times 4\text{pies} \times 8\text{pies}$ ) es de \$348.50 ( $\$117.23/\text{m}^2$ ) y la de  $5'' \times 4' \times 8'$  es de \$384.00 ( $\$129.17/\text{m}^2$ ).

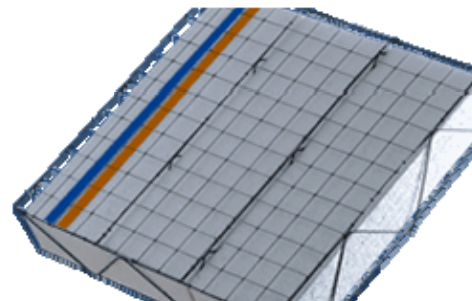
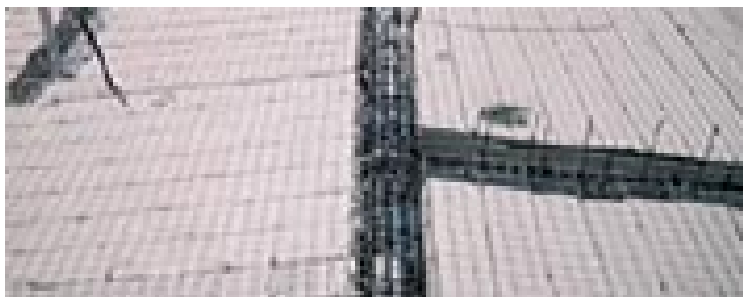


Figura 2.6 Aislapanel

**Construpanel:** Panel formado de tiras de poliestireno expandido autoextinguible, armaduras interconectadas con mallas de alambre electrosoldado calibre 13 ó 14. Se recubre con mortero cemento-arena para obtener un elemento de gran capacidad estructural, usándose en muros y losas (Fig. 2.7). Se ofrece en espesores de 5.08 y 7.62 cm (2 y 3"), anchos de 1.22 m (4 pies), longitud de 2.44 m (8 pies) y con densidad de 10 a  $14 \text{ kg/m}^3$ . El costo para calibre 14 es de  $\$114.40/\text{m}^2$ .

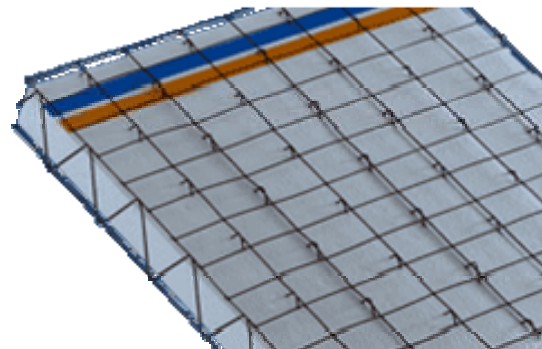


Figura 2.7 Construpanel

**Casetón:** Son bloques de dimensiones variables, utilizados como aligerante en losas nervadas de entrepiso y azoteas, para grandes claros y con ventajas térmicas adicionales (Fig. 2.8). Se ofrecen en placas factor R12 de 16.51 cm (6.5") y factor R16 de 21.59 cm (8.5"), lográndose resistencias térmicas de  $2.11 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $12 \text{ }^{\circ}\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) y  $2.82 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $16 \text{ }^{\circ}\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) respectivamente. El costo es de  $\$308.00/\text{m}^3$ .

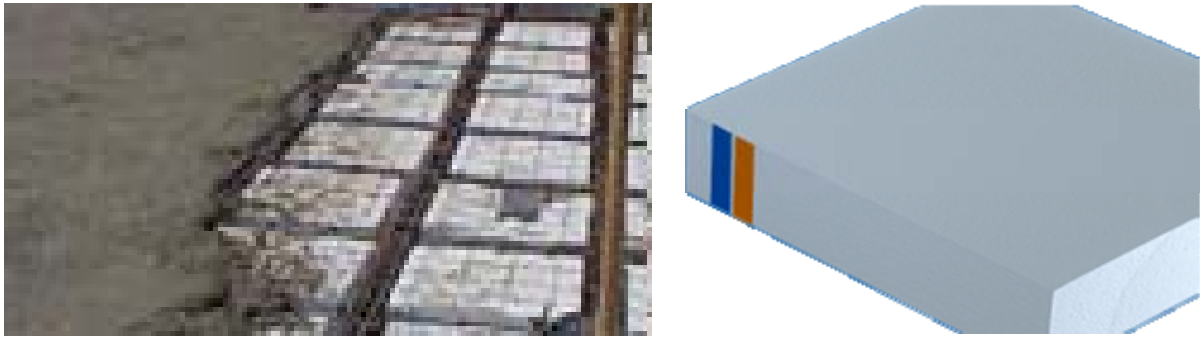


Figura 2.8 Casetón

**Foamblock:** Es un bloque que funciona como cimbra perdida para construir un muro de concreto armado con aislamiento térmico integrado, es de reciente creación y ya empieza a ser utilizado en la construcción de vivienda residencial, tradicional y económica. Se ofrece en bloques de 12.5cmx25cmx112cm con un peso de 416 gr y un costo de \$26.40/pza (Fig. 2.9).

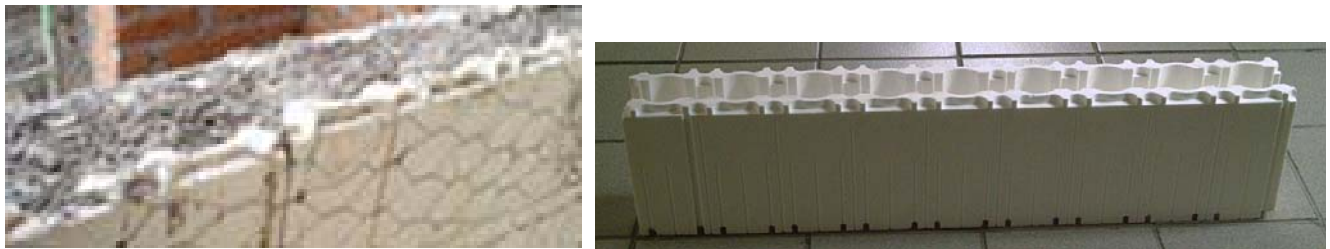


Figura 2.9 Foamblock

**Perform wall:** Creada en Europa en la década de los 70's, de reciente implantación en la localidad y con patente norteamericana, son piezas de aglomerado de cemento y perlita de poliestireno, que funcionan como cimbra perdida para muros de concreto armado con aislamiento térmico integrado con factor R12 a R16, lográndose resistencias térmicas de  $2.11 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $12 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) a  $2.82 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $16 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) respectivamente. Resistencia estructural, al fuego (rango UL 4 hrs.) y al viento, impermeable y con aislante acústico (S TC-50 db). Las paredes son de 16.51 cm (6.5") a 21.59 cm (8.5") de ancho, 38.1 cm (15") de espesor y 3.048 m (120") de largo. El costo por placa que cubre  $1.16 \text{ m}^2$  para un grosor de 16.51 cm (6.5") es de \$27.50 U. S. dls. y para un grosor de 21.59 cm (8.5") es de \$30.80 U. S. dls (Fig. 2.10).

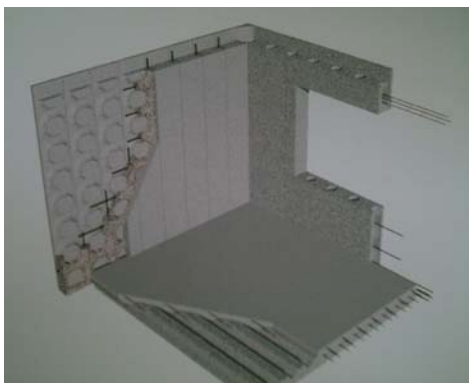


Figura 2.10 Estructura de Perform Wall

***Poliestireno y tablarroca:*** Consiste en muros cuyo elemento resistente principal está formado por canales y postes de acero, con placas de poliestireno a lo largo del muro cubiertas de lámina perforada, tablarroca, mortero y acabados al gusto.

***Sistema ARMOUR:*** Corresponde a sistemas de muros y techos con soporte metálico y colchoneta de fibra de vidrio interior (R-11 en muros y R-19 en techos) y con 2.54 cm (1") de poliestireno exterior, se logran resistencias térmicas de  $1.374 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $7.8 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) en muros y  $3.135 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $17.8 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) en techos. Los muros son cubiertos con cartón de yeso en ambas caras, el poliestireno es unido a la cara exterior de cartón de yeso con pijas (Fig. 2.11).



Figura 2.11 Estructura del sistema ARMOUR

***Otros materiales aislantes:*** Se puede emplear fibra de vidrio (Fig. 2.3), generalmente para aislar ductos y, bien protegido, como aislante interno en techos y muros, es de fácil instalación y aislante acústico. Últimamente se han hecho varios intentos para la creación de nuevos materiales que además de la resistencia estructural, durabilidad y otras propiedades, sean aislantes térmicos,

uno de ellos es el caso de los ladrillos ecológicos denominados "Climablock", que se construyen a partir de conglomerados de madera y cemento. Dicho producto aun no se ha incorporado al mercado local. Recientemente se ha incorporado al mercado el producto "FOAMULAR" que es una especie de espuma polimerizada con las mismas propiedades del poliuretano, pero con mayor resistencia al fuego y con mayor atenuación al sonido que las placas convencionales de poliuretano y poliestireno, solo se oferta en las grandes tiendas de productos de construcción y el costo de la pieza de 2.54cmX10.16cmX20.32cm (1"X4piesX8pies) es de \$165.00 (\$2,196.77/m<sup>3</sup>), resultando 7 veces más caro que las placas de poliestireno.

#### 2.4.4. Resistencia térmica de sistemas constructivos no convencionales

Recientemente, han cobrado auge ciertos sistemas constructivos cuyos promotores e instaladores aseguran poseen determinadas características de resistencia térmica que los hacen competitivos e incluso, equivalentes o mejores a la resistencia térmica recomendada por el Fideicomiso para el Aislamiento Térmico (FIPATERM). Entre ellos se encuentran los conocidos como insulpanel, tridipanel, foamblock, vigueta y bovedilla, entre otros (Pérez T. y otros, 2003).

Un factor que no se ha delimitado con precisión es la resistencia térmica efectiva de los sistemas constructivos no convencionales. Existe la creencia de que algunos de ellos proporcionan la resistencia térmica equivalente a la de una envolvente aislada, como la que proporciona el programa ASI. Sin embargo, aquellos sistemas que presentan puentes térmicos y resistencias en paralelo pueden llegar a reducir la resistencia térmica efectiva de manera sustancial. Es en estos sistemas donde debe ponerse énfasis su estudio cuantitativo y su caracterización térmica a detalle, especialmente en aquellos donde se emplean materiales considerados aislantes combinados con soporte estructural, el cual no es el más apropiado desde el punto de vista térmico.

#### 2.4.5. Materiales de construcción y su impacto en los requerimientos de energía

En el estudio denominado: "Normas de construcción para el ahorro y uso eficiente de la energía en la vivienda de Mexicali" (Pérez T. y otros, 2003), se revisaron los diferentes materiales de construcción respecto a su funcionamiento térmico y su impacto en los consumos de energía, de este estudio se resalta lo siguiente:

La envolvente de una construcción es la principal variable que aporta (o disipa) energía calorífica desde o hacia el exterior. En regiones de mucho asoleamiento y con temperaturas ambiente elevadas durante la época de verano como Mexicali, los materiales utilizados para la construcción de la vivienda son un factor crítico en el consumo de electricidad del usuario para mantener un determinado nivel de confort, pero también inciden en la demanda máxima que ocurre sobre el sistema eléctrico que suministra dicha energía.

Puede decirse que Mexicali es el municipio que domina la curva de demanda y esto es precisamente debido únicamente a climatización. Por lo tanto, la climatización en verano obliga a contar con la capacidad instalada de generación para satisfacer dicha demanda exclusivamente en los meses de verano. En esto juegan un papel principal los materiales de construcción de las viviendas, ya que es precisamente el sector doméstico quien representa la mayor contribución en el incremento de demanda máxima que puede equivaler a más del 150% de los que ocurre en los meses de enero a febrero (Campbell, 1996).

Es entonces que debe enfatizarse en construir con materiales adecuados al clima extremo de la región y con ello contribuir a disminuir las curvas de demanda máxima que obligan, en aquellos días especialmente calurosos, a importar electricidad desde Estados Unidos cuando la demanda rebasa la capacidad instalada del Sistema Eléctrico Norte de Baja California. Así las propiedades térmicas de los materiales tradicionales en la construcción se han estudiado en el Departamento de Sistemas Energéticos de la UABC, así como por otros investigadores. Entre los más comunes se encuentran el ladrillo y el bloque de concreto pesado. Sus propiedades térmicas son muy similares, teniendo éstas mayor conductividad que el adobe, el cual se ubica en construcciones de mayor antigüedad y está siendo desplazado por los nuevos sistemas constructivos. Desde el punto de vista térmico, el adobe ofrece una mejor opción de construcción, sin embargo, este material ya no es muy atractivo en nuestros días, dado que presenta una serie de problemas estructurales, de durabilidad y de resistencia mecánica que han hecho que vaya desapareciendo de las nuevas construcciones.

En fechas recientes se han incorporado otros sistemas constructivos, los cuales son una mezcla y arreglos de diferentes materiales buscando las características deseadas de durabilidad, estabilidad ante el intemperismo, resistencia térmica, resistencia mecánica y estructural y reducción de costos, en especial, en aquellas edificaciones denominadas de interés social. Entre

ellos pueden mencionarse los siguientes: tridipanel, insulpanel, foamblock, aglomerados de cemento y perlita de poliestireno, vigueta y bovedilla para techos, sistemas combinados de estructura metálica con cartón de yeso y materiales aislantes ligeros como colchoneta de fibra de vidrio o poliestireno, entre otros. Sin embargo, los materiales predominantes son ladrillo y bloque de concreto en muros; y madera y losa de concreto en techos.

#### 2.4.6. Efecto de aislamiento térmico

El aislamiento produce la disminución en las ganancias de calor en techos y muros y, por ende, en la potencia de enfriamiento demandada al aire acondicionado. La reducción de absorción de energía por el efecto del aislamiento es bastante notable y puede ser hasta 5 veces menos en las horas críticas del día, que ocurren entre el mediodía y hasta aún después de ponerse el sol, en el caso de un muro de ladrillo (Pérez T. y otros, 2003).

Se obtiene el mayor beneficio cuando el muro este es un 85% de la superficie del muro norte, lo que esta relación varía dependiendo de que tan caluroso sea el día. Considerando que el invierno en las ciudades de clima caluroso (al menos para Mexicali) no causa estragos tan marcados como la época de verano, podría sugerirse entonces que para una vivienda con asoleamiento en los cuatro muros, las superficies este y oeste sean de un 95% de la superficie del muro norte.

#### 2.4.7. Orientación de la vivienda

Además del tipo de material y de la superficie del muro, existe otro factor que influye en la cantidad de energía que atraviesa por un muro o techo, esto es, la cantidad de radiación solar que reciba dicha superficie. Es obvio que mientras más radiación sea la que se recibe, mayor energía será la que se conduzca por el muro y por tanto, mayor será la carga de enfriamiento (Pérez T. y otros, 2003). A lo largo del día, la mayor cantidad de radiación solar por superficie unitaria la recibe el techo y, de la que reciben los muros, la mayor parte se distribuye entre las superficies este (durante la mañana) y el oeste (durante la tarde). Así también, el muro sur permanece expuesto todo el día (ya que Mexicali se encuentra por encima del ecuador), pero debido a su orientación, la cantidad de radiación que recibe es menor a la del techo. Por último, el muro norte es el menos azotado por la radiación.

#### 2.4.8. Ventanas y puertas con alta resistencia térmica

Las ventanas de las habitaciones pueden ser convencionales de una sola capa de vidrio y sin película protectora ni obscurecidos o no convencionales, ya sea con película protectora, con doble vidrio o con una combinación de estos elementos. Las ventanas de doble vidrio constan de dos capas de vidrio separados aproximadamente 5 mm, lo cual ayuda a aminorar la entrada de los rayos solares a la habitación.

En lo que se refiere a puertas con alta resistencia térmica, localmente no se ha tenido un gran avance, ya que por razones de seguridad, las puertas se están prefiriendo con alta resistencia a los atracos, para esto, deben ser sólidas, generalmente de madera o de estructura de acero, esta última tiene la desventaja de tener poca resistencia térmica. El caso ideal lo representa un prototipo de puerta con forro aislante intermedio cubierto de capas que dan resistencia estructural.

#### 2.4.9. Sellado de puertas y ventanas

El sellado de puertas ayuda al ahorro de energía eléctrica, ya que evita las fugas de aire frío hacia el exterior y la entrada de aire caliente. El sellado se efectúa por medio de empaques específicos y guardapolvos de fácil instalación. Algunos de estos materiales incluyen puentes térmicos, es decir, se aísla uniendo metales que transfieren fácilmente el calor.

### 2.5. Equipos de enfriamiento utilizados en Mexicali

Los equipos de enfriamiento (aire acondicionado y refrigerador) son los que inciden mayormente en el alto consumo eléctrico en una vivienda, ya que además de consumir mayor energía eléctrica, son los que se utilizan más tiempo diario (considerando el tiempo en que el compresor está funcionando). En la Tabla 2.11 se muestran los consumos eléctricos horarios de los principales productos eléctricos típicos de un hogar de acuerdo al Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).



Tabla 2.11 Consumos de energía eléctrica típicos de los productos eléctricos de un hogar

| Producto eléctrico: | Demanda típica (W): | Producto eléctrico: | Demanda típica (W): |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Videocasetera       | 25                  | Cafetera            | 700                 |
| Estéreo             | 75                  | Tostador            | 900                 |
| Televisor a color   | 150                 | Horno eléctrico     | 950                 |
| Computadora         | 150                 | Aspiradora          | 1200                |
| Licuada             | 350                 | Horno de microondas | 1200                |
| Lavadora            | 375                 | Plancha             | 1200                |
| Refrigerador        | 575                 | Aire acondicionado  | 2950                |

De los estudios realizados por el COLEF y CFE referentes a equipos y aparatos electrodomésticos domiciliarios, sobresale la información donde se presenta un resumen estadístico relativo a equipos de aire acondicionado (COLEF-CFE, 1991). De esta información se desprende que más del 80% del equipo se utiliza más de 9 horas diarias durante el verano, más de la mitad (53%) de los aparatos fueron adquiridos con 5 años o menos de anterioridad, la mayoría (73%) de ellos fueron comprados nuevos, y la mayoría de los equipos recibieron servicio cada temporada.

### 2.5.1. Refrigeradores

En la ciudad de Mexicali, existen decenas de negocios que ofrecen a la venta refrigeradores, 29 de estos comerciantes se encontraban afiliados al programa ASI en el año 2006, ofreciendo refrigeradores aceptados como "eficientes" ya que cumplen con la norma NOM-015-ENER-2002: "Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado". Entre las principales marcas que se ofrecen se encuentran LG, Mave, Samsung, Whirlpool, Supermatic y Acros; los precios varían de acuerdo a la marca, la empresa que lo vende, la capacidad y el modelo del refrigerador (Fig. 2.12). En la Tabla A3.1 del Anexo 3 se indican los rangos de precio en pesos del 2006 de estos refrigeradores de acuerdo a su capacidad.



Figura 2.12 Refrigerador típico de 453 dm<sup>3</sup> (16 pie<sup>3</sup>)

### 2.5.2. Enfriadores evaporativos y unidades de aire acondicionado

Una manera de climatizar una vivienda en el verano es utilizando enfriadores evaporativos o bien equipos de aire acondicionado. La demanda de enfriadores evaporativos ha ido disminuyendo dado a que no obstante siendo más económicos, cada vez resultan menos competitivos con los equipos de aire acondicionado (Fig. 2.13). Los principios físicos del funcionamiento de un equipo de aire acondicionado son los mismos a los de un refrigerador, la gran diferencia es que un refrigerador tiene como objetivo mantener a baja temperatura un volumen relativamente pequeño para conservar alimentos, mientras que un equipo de aire acondicionado tiene la función de mantener condiciones de confort en una determinada área habitable relativamente grande.



Figura 2.13 Funcionamiento y ejemplo de un enfriador evaporativo

Un equipo de aire acondicionado es un dispositivo cíclico, incluyendo como elementos principales al refrigerante, el compresor, el condensador, la válvula de expansión y el evaporador, la forma de operar del ciclo es la misma que en el caso de los refrigeradores. Los equipos de aire

acondicionado pueden ser tipo central (Fig. 2.14), tipo ventana (Fig. 2.15) o tipo unidades divididas (*split*) pudiendo ser éstas con una manejadora de aire (*minisplit*), con dos manejadoras (*multisplit*) o con tres (*extrasplit*) todas con una unidad repartidora (Figs. 2.16 y 2.17).



Figura 2.14 Equipos centrales de aire acondicionado

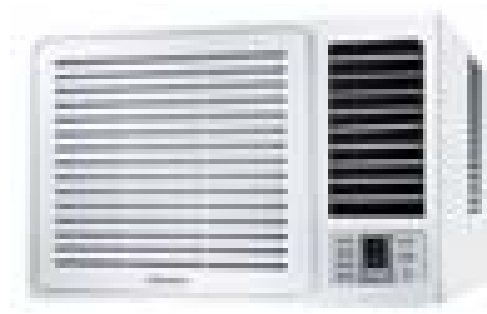


Figura 2.15 Equipos de aire acondicionado de ventana



Figura 2.16 Equipos de aire acondicionado tipo unidades divididas con una manejadora de aire (*split*)

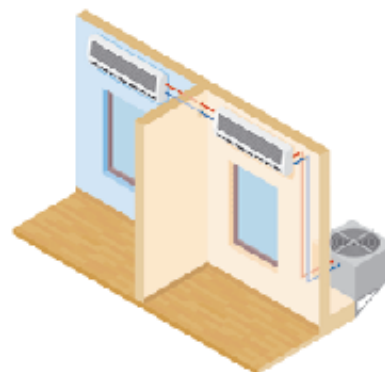


Figura 2.17 Funcionamiento y representación de equipo de aire acondicionado tipo unidades divididas con dos manejadoras de aire (*multisplit*)

### 2.5.3. Oferta de equipos de aire acondicionado en la localidad

En la ciudad de Mexicali se ofrece una gran diversidad de equipos de aire acondicionado con muy variada eficiencia energética. En el Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI) en el año 2006 se encontraban registradas 22 empresas comerciales ofreciendo equipo de alta eficiencia, entre los que se encuentran unidades tipo ventana, centrales, *minisplit* (equipo dividido con una manejadora de aire), *multisplit* (equipo dividido con dos manejadoras de aire) y *extrasplit* (equipo dividido con tres manejadoras de aire). Las principales marcas que se ofrecen con sus respectivas capacidades, eficiencias y precios, se muestran en las Tablas de la A3.2 a la A3.6 del Anexo 3. En la Tabla A3.7 del Anexo 3 se muestran algunos ejemplos de precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado de ventana que se ofrecen en Mexicali, con eficiencias no necesariamente como las requeridas por el programa ASI.

### 2.5.4. Calefacción

En lo que respecta a la calefacción, aunque algunos de los equipos de aire acondicionado están equipados con bomba de calor, localmente, ésta casi no es utilizada, generalmente se usan los denominados "Calentadores eléctricos" mejor conocidos como "calentones", aunque no en todas las habitaciones ni en todo el período de invierno. Lo nuevo en el mercado son los sistemas de radiación y convección desarrollados en función del ahorro de energía, la salud y el confort, el sistema de calefacción por suelo radiante proporciona una temperatura ambiente cuyo perfil es el que más se aproxima a la curva ideal de calefacción, de manera homogénea en todos los puntos

del hogar. Este tipo de sistemas no se han implantado en la ciudad de Mexicali, dado que no es de gran preocupación por parte de los usuarios el soportar el invierno, sino el verano.

## **2.6. Simulación de flujos térmicos en la vivienda**

### **2.6.1. Simulación de flujos térmicos**

La carga térmica es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (ej. Confort humano). Es la cantidad de calor que se retira de un espacio definido. Para realizar el estimado de la carga de enfriamiento requerida con la mayor exactitud posible en espacios y edificios, las siguientes condiciones son de las más importantes para evaluar:

- ✦ Datos atmosféricos del sitio.
- ✦ La característica de la edificación, dimensiones físicas.
- ✦ La orientación del edificio, la dirección de las paredes del espacio a acondicionar.
- ✦ El momento del día en que la carga llega a su máximo.
- ✦ Espesor y características de los aislamientos.
- ✦ La cantidad de sombra en los vidrios.
- ✦ Concentración de personal en el edificio.
- ✦ Las fuentes de calor internas.
- ✦ La cantidad de ventilación requerida.

Existen diferentes métodos para calcular la carga de enfriamiento en un área determinada, en cualquier caso es necesario evaluar diversas características como las condiciones del lugar (condiciones atmosféricas), tipo de construcción y aplicación del espacio a acondicionar. En el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, para realizar este tipo de simulación se ha desarrollado el simulador SIMTERCAL, basado en la metodología de funciones de transferencia de ASHRAE (ASHRAE, 1985 y 1992), elaborado para EXCELL del Sistema WINDOWS. Recientemente se realizó una versión más adecuada en Visual Basic, también para laborarse en el sistema WINDOWS (Hernández, 2006).

## 2.6.2. Simulación de flujos térmicos efectuada en estudios locales

En el estudio denominado: "Normas de Construcción para el Ahorro y Uso Eficiente de la Energía en la Vivienda de Mexicali" (Pérez T. y otros, 2003), se hace referencia a la simulación de flujos térmicos de diferentes prototipos de vivienda:

Los potenciales de ahorro entre la condición extrema de no contar con aislamiento térmico en la envolvente (techo y muros) y recibir asoleamiento directo, y la de contar con los muros este y oeste y el techo aislados son elevados. En porcentaje, el mayor ahorro se obtiene por el aislamiento térmico que puede llegar hasta un 75% si se aíslan el techo y los cuatro muros, y del orden del 60% si se aíslan el techo y los muros este y oeste para una vivienda orientada norte-sur, de techo de concreto y muros de bloque de cemento durante los meses críticos. Los potenciales de ahorro por estas medidas son un poco menores para las otras tipologías, sin embargo, pueden alcanzar valores mayores al 40% en la cargas de enfriamiento en los meses críticos que son julio y agosto. En la Tabla 2.12 se muestra el potencial de ahorro por efecto combinado de aislamiento y eficiencia energética.

Tabla 2.12 Potencial de ahorro de energía en la vivienda por efecto combinado de aislamiento y eficiencia energética del aire acondicionado

| Tipo de construcción |          | Carga de enfriamiento (kBTU/mes)                        |                                                       | Consumo eléctrico (kWh)                                 |                                                       | Reducción del consumo (%) |
|----------------------|----------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| Muro:                | Techo:   | Sin aislar y con REEE = 1.76<br>$W_t/W_e$<br>= 6 BTU/Wh | Aislado y con REEE = 2.93<br>$W_t/W_e$<br>= 10 BTU/Wh | Sin aislar y con REEE = 1.76<br>$W_t/W_e$<br>= 6 BTU/Wh | Aislado y con REEE = 2.93<br>$W_t/W_e$<br>= 10 BTU/Wh |                           |
| Block                | Concreto | 17,868                                                  | 3,742                                                 | 2,978                                                   | 374                                                   | 87.4                      |
| Adobe                | Madera   | 10,537                                                  | 3,379                                                 | 1,756                                                   | 337                                                   | 80.8                      |
| Ladrillo             | Concreto | 15,479                                                  | 3,610                                                 | 2,580                                                   | 360                                                   | 86.0                      |
| Bloque               | Madera   | 14,470                                                  | 3,546                                                 | 2,412                                                   | 355                                                   | 85.3                      |
| Ladrillo             | Madera   | 12,080                                                  | 3,413                                                 | 2,013                                                   | 341                                                   | 83.1                      |

Continuamente aparecen nuevos sistemas constructivos que tratan de incorporar elementos pasivos que buscan ofrecer una mayor resistencia térmica. Pese a ello, no se han estudiado a detalle las características de estos nuevos sistemas por parte de los mismos constructores y diseñadores en cuanto al comportamiento térmico de los mismos. Lo que hace falta en estos casos es conocer el valor de la resistencia térmica real aparente de cada elemento de la envolvente para así conocer detalladamente las ganancias térmicas y su correspondiente consumo de electricidad asociado por climatización.

Otro estudio en el cual se hace referencia sobre la simulación de flujos térmicos es el denominado: "Comportamiento Térmico de Edificios" (Campbell R. y Pérez T., 2004). En dicho estudio, se hace una descripción de las variables más importantes que intervienen en el análisis energético de un edificio y se enfatiza en aquellas en las que gira el cálculo térmico: ganancia de calor, potencia de enfriamiento, y rapidez de extracción de calor. Se manejan los parámetros solares hasta llegar al concepto de horas-grado y su correlación con el consumo y demanda de energía. Se desarrolla la simulación del comportamiento térmico, desde el envolvente (muros, techos, puertas y ventanas) hasta las consideraciones de equipo, iluminación, personas, y todo aquello que contribuye a la ganancia de calor del sistema. Se muestra como desarrollar un simulador específico para un caso dado para convertir las contribuciones de las ganancias de calor de los elementos que integran al sistema, en potencia y demanda de enfriamiento, para finalmente, llegar a simular numéricamente el comportamiento de un equipo o sistema que efectúa el retiro de calor y establecer correlaciones con el consumo y demanda de energía eléctrica.

El concepto de horas-grado tiene su antecedente en la expresión grado-día, utilizado inicialmente para el cálculo de energía para el diseño de equipo de calefacción en residencias unifamiliares en los Estados Unidos de América, después se utilizó para el cálculo de energía de enfriamiento en equipos de aire acondicionado (McQuiston y otros, 2006)

Un problema especial es el mantenimiento de las fachadas de los edificios afectadas por la intensa radiación solar del desierto que incide sobre la superficie y la capa de pintura. El calor solar se acumula en la superficie y según la calidad del aislamiento térmico podría influenciar en la temperatura interior. Hay una diferencia hasta de 40 °C entre la pared orientada al sur, que recibe directamente los rayos del sol y la pared orientada al norte que no recibe radiación solar directa (Galindo D. y otros, 2006).

## **2.7. Tarifas y consumos eléctricos en Mexicali**

### **2.7.1. Tarifa eléctrica residencial**

La tarifa eléctrica que se aplica en la localidad es la 1-F, en los meses de noviembre a abril con un costo "de invierno" y en los meses de mayo a octubre con un costo "de verano"; esta tarifa tiene un subsidio no regularizable en el período de mayo a octubre. La tarifa 1-F se aplica a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, para cargas que no sean consideradas de alto consumo, conectadas individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda, en localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 33°C como mínimo. En las Tablas 2.13 y 2.14 se indican los costos de la energía eléctrica para el año 2006, respectivamente para el período de invierno y de verano, de igual forma, en las Tablas 2.15 y 2.16 se indican dichos costos respectivamente para el invierno y el verano de 2007, a los costos indicados se les agrega el IVA de 10%, los costos de energía que de los periodos de verano en las Tablas 2.14 y 2.16 no contienen el subsidio antes indicado.

Es observable que la tarifa 1-F se aplica en forma diferente para los meses de mayo a octubre (periodo de verano) que para los meses de noviembre a abril (periodo de invierno), además también se aplica de forma diferente para los consumidores que exceden de 250 kWh mensuales para el invierno y de 1200 kWh para el verano que para los que no lo exceden, también para cada caso se aplican rangos de consumo (básico, intermedio y excedente) con diferentes costos por kWh, beneficiando a los niveles básicos y con un costo mayor para los consumos altos con la intención de inhibir el consumo. Los costos de las tarifas cada mes se ajustan a la alza de acuerdo al incremento autorizado para estos fines. Se observa un incremento promedio de 5.87% en el 2005, 3.87% en el 2006, 3.72% en invierno de 2007 y se tendrá 3.47% en verano de 2007.



Tabla 2.13 Tarifa 1-F para el período invernal 2006

|                               | Intervalo de consumo | Consumo kWh     | Costo en pesos/kWh |       |       |       |       |       | Incremento diciembre 2004 a diciembre 2005 | Incremento diciembre 2005 a diciembre 2006 |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                               |                      |                 | ENE                | FEB   | MAR   | ABR   | NOV   | DIC   |                                            |                                            |
| Consumos no mayores a 250 kWh | Básico               | 1 a 75          | 0.597              | 0.599 | 0.601 | 0.603 | 0.617 | 0.619 | 6.44%                                      | 4.03%                                      |
|                               | Intermedio bajo      | 76 a 200        | 0.711              | 0.713 | 0.715 | 0.717 | 0.731 | 0.733 | 5.35%                                      | 3.39%                                      |
|                               | Excedente            | 201 a 250       | 2.080              | 2.087 | 2.094 | 2.101 | 2.150 | 2.157 | 5.71%                                      | 4.05%                                      |
| Consumos mayores a 250 kWh    | Básico               | 1 a 75          | 0.597              | 0.599 | 0.601 | 0.603 | 0.617 | 0.619 | 6.44%                                      | 4.03%                                      |
|                               | Intermedio bajo      | 76 a 200        | 0.986              | 0.989 | 0.992 | 0.995 | 1.016 | 1.019 | 5.59%                                      | 3.66%                                      |
|                               | Excedente            | 201 en adelante | 2.080              | 2.087 | 2.094 | 2.101 | 2.150 | 2.157 | 5.71%                                      | 4.05%                                      |
| Incremento promedio           |                      |                 |                    |       |       |       |       |       | <b>5.87%</b>                               | <b>3.87%</b>                               |

Fuente: CFE. Información sobre tarifas eléctricas, 2006

Tabla 2.14 Tarifa 1-F para el período de verano 2006

|                                | Intervalo de consumo | Consumo kWh      | Costo en pesos/kWh |       |       |       |       |       | Incremento octubre 2004 a octubre 2005 | Incremento octubre 2005 a octubre 2006 |
|--------------------------------|----------------------|------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------|----------------------------------------|
|                                |                      |                  | MAY                | JUN   | JUL   | AGO   | SEP   | OCT   |                                        |                                        |
| Consumos no mayores a 1200 kWh | Básico               | 1 a 300          | 0.433              | 0.434 | 0.435 | 0.436 | 0.437 | 0.438 | 6.44%                                  | 4.03%                                  |
|                                | Intermedio bajo      | 301 a 1200       | 0.556              | 0.558 | 0.560 | 0.562 | 0.564 | 0.566 | 5.35%                                  | 3.39%                                  |
| Consumos mayores a 1200 kWh    | Básico               | 1 a 300          | 0.433              | 0.434 | 0.435 | 0.436 | 0.437 | 0.438 | 5.71%                                  | 4.05%                                  |
|                                | Intermedio bajo      | 301 a 1200       | 0.713              | 0.715 | 0.717 | 0.719 | 0.721 | 0.723 | 6.44%                                  | 4.03%                                  |
|                                | Intermedio alto      | 1201 a 2500      | 1.328              | 1.332 | 1.336 | 1.340 | 1.344 | 1.348 | 5.59%                                  | 3.66%                                  |
|                                | Excedente            | 2501 en adelante | 2.108              | 2.115 | 2.122 | 2.129 | 2.136 | 2.143 | 5.71%                                  | 4.05%                                  |
| Incremento promedio            |                      |                  |                    |       |       |       |       |       | <b>5.87%</b>                           | <b>3.87%</b>                           |

Fuente: CFE. Información sobre tarifas eléctricas, 2006

Tabla 2.15 Tarifa 1-F para el período invernal 2007

|                               | Intervalo de consumo | Consumo kWh     | Costo en pesos/kWh |       |       |       |       |       | Incremento diciembre 2006 a diciembre 2007 |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------------|
|                               |                      |                 | ENE                | FEB   | MAR   | ABR   | NOV   | DIC   |                                            |
| Consumos no mayores a 250 kWh | Básico               | 1 a 75          | 0.621              | 0.623 | 0.625 | 0.627 | 0.641 | 0.643 | 3.88%                                      |
|                               | Intermedio bajo      | 76 a 200        | 0.735              | 0.737 | 0.739 | 0.741 | 0.755 | 0.757 | 3.27%                                      |
|                               | Excedente            | 201 a 250       | 2.164              | 2.171 | 2.178 | 2.185 | 2.234 | 2.241 | 3.89%                                      |
| Consumos mayores a 250 kWh    | Básico               | 1 a 75          | 0.621              | 0.623 | 0.625 | 0.627 | 0.641 | 0.643 | 3.88%                                      |
|                               | Intermedio bajo      | 76 a 200        | 1.022              | 1.025 | 1.028 | 1.031 | 1.052 | 1.055 | 3.53%                                      |
|                               | Excedente            | 201 en adelante | 2.164              | 2.171 | 2.178 | 2.185 | 2.234 | 2.241 | 3.89%                                      |
| Incremento promedio           |                      |                 |                    |       |       |       |       |       | <b>3.72%</b>                               |

Fuente: CFE. Información sobre tarifas eléctricas, 2007

Tabla 2.16 Tarifa 1-F para el período de verano 2007

|                                | Intervalo de consumo | Consumo kWh      | Costo en pesos/kWh |       |       |       |       |       | Incremento octubre 2006 a octubre 2007 |
|--------------------------------|----------------------|------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------------|
|                                |                      |                  | MAY                | JUN   | JUL   | AGO   | SEP   | OCT   |                                        |
| Consumos no mayores a 1200 kWh | Básico               | 1 a 300          | 0.445              | 0.446 | 0.447 | 0.448 | 0.449 | 0.450 | 2.74%                                  |
|                                | Intermedio bajo      | 301 a 1200       | 0.580              | 0.582 | 0.584 | 0.586 | 0.588 | 0.590 | 4.24%                                  |
| Consumos mayores a 1200 kWh    | Básico               | 1 a 300          | 0.445              | 0.446 | 0.447 | 0.448 | 0.449 | 0.450 | 2.74%                                  |
|                                | Intermedio bajo      | 301 a 1200       | 0.737              | 0.739 | 0.741 | 0.743 | 0.745 | 0.747 | 3.32%                                  |
|                                | Intermedio alto      | 1201 a 2500      | 1.376              | 1.380 | 1.385 | 1.390 | 1.395 | 1.400 | 3.86%                                  |
|                                | Excedente            | 2501 en adelante | 2.192              | 2.199 | 2.206 | 2.213 | 2.220 | 2.227 | 3.92%                                  |
| Incremento promedio            |                      |                  |                    |       |       |       |       |       | <b>3.47%</b>                           |

Fuente: CFE. Información sobre tarifas eléctricas, 2007

## 2.7.2. Consumos eléctricos

De acuerdo a la Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE), a nivel nacional la proporción típica del consumo de energía eléctrica que tiene una vivienda (sin incluir climatización) son los que se indican en la Tabla 2.17 y en la Fig. 2.18.

Tabla 2.17 Proporción típica del consumo de energía eléctrica que tiene una vivienda (sin incluir climatización) a nivel nacional

| Concepto:               | Proporción del consumo eléctrico: |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Iluminación             | 40 %                              |
| Refrigerador            | 29 %                              |
| Televisión              | 13 %                              |
| Otros electrodomésticos | 7 %                               |
| Plancha                 | 6 %                               |
| Lavadora                | 5 %                               |

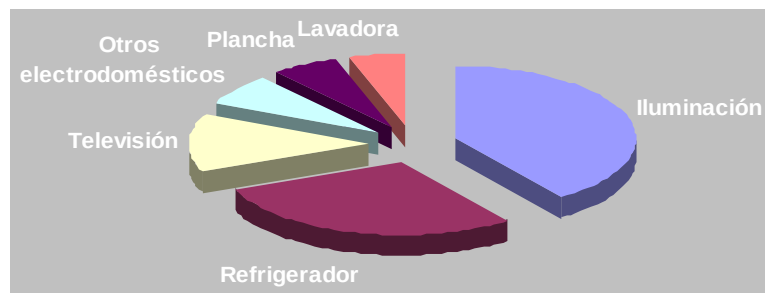


Figura 2.18 Proporción típica del consumo de energía eléctrica de una vivienda a nivel nacional sin incluir climatización

El tipo de uso de energía eléctrica se divide en Residencial, Comercial, Industrial, Agrícola y Servicios, en la Tabla 2.18 y en la Fig. 2.19 se indica el consumo de energía eléctrica residencial y total 1996-2004 y la proporción que representa el consumo residencial con respecto al total. Por otra parte en las Tablas 2.19, 2.20 y 2.21 y en la Fig. 2.20 se indican los usuarios de electricidad en Mexicali y sus consumos para los años 2003 y 2004 (CFE, 2004 y 2005). Se observa que el consumo residencial varía desde 23.4% (en febrero) hasta 49.6% (en agosto) del consumo total, siendo el consumo residencial más de 4 veces mayor en el mes de mas consumo en verano con respecto al de menos consumo, esto es por el consumo de equipos de enfriamiento.

Tabla 2.18. Cantidad de medidores y consumo de energía eléctrica residencial y total del Municipio de Mexicali 1996-2004

| Año  | Total de medidores | Medidores residenciales | Incremento anual de medidores residenciales | Consumo total MWh | Consumo residencial MWh | Incremento anual del consumo residencial | Proporción del consumo residencial |
|------|--------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|
| 1996 | 209,878            | 190,508                 |                                             | 2,614,541         | 1,070,708               |                                          | 40.95 %                            |
| 1997 | 216,932            | 196,170                 | 2.97 %                                      | 2,597,474         | 1,101,478               | 2.87 %                                   | 42.41 %                            |
| 1998 | 228,696            | 205,845                 | 4.93 %                                      | 2,827,007         | 1,093,508               | -0.72 %                                  | 38.69 %                            |
| 1999 | 239,434            | 215,097                 | 4.49 %                                      | 3,194,023         | 1,209,154               | 10.58 %                                  | 37.86 %                            |
| 2000 | 249,698            | 224,176                 | 4.22 %                                      | 3,791,155         | 1,352,024               | 11.82 %                                  | 35.60 %                            |
| 2001 | 260,165            | 233,491                 | 4.16 %                                      | 3,908,613         | 1,467,554               | 8.54 %                                   | 37.55 %                            |
| 2002 | 271,683            | 243,565                 | 4.31 %                                      | 3,851,756         | 1,370,867               | -6.59 %                                  | 35.59 %                            |
| 2003 | 285,928            | 256,792                 | 5.43 %                                      | 4,103,360         | 1,521,116               | 10.96 %                                  | 37.07 %                            |
| 2004 | 299,538            | 269,392                 | 4.91 %                                      | 4,166,965         | 1,495,149               | -1.71 %                                  | 35.88 %                            |

Fuente: CFE. Departamento de Estudios Estadísticos, 2005

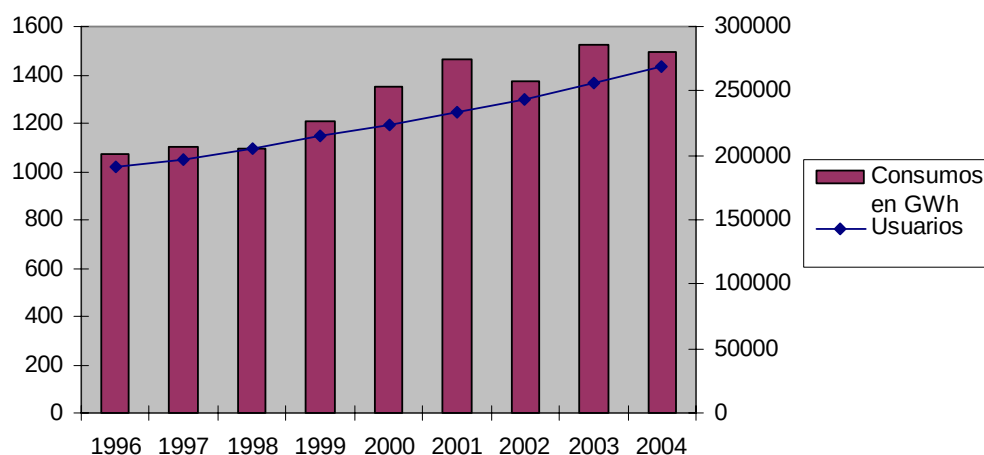


Figura 2.19 Variación de usuarios residenciales y su consumo eléctrico en Mexicali 1996-2004

Tabla 2.19. Usuarios de electricidad en Mexicali y sus consumos, comparativos para febrero de 2003 y 2004

| Tipo        | Usuarios febrero 2003 | Usuarios febrero 2004 | Incremento anual | Consumo febrero 2003 (MWh) | Consumo febrero 2004 (MWh) | Incremento anual |
|-------------|-----------------------|-----------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| Residencial | 245,263               | 257,222               | 4.9%             | 59,499                     | 59,824                     | 0.5%             |
| Comercial   | 23,692                | 24,247                | 2.3%             | 14,820                     | 13,264                     | -10.5%           |
| Industrial  | 2,683                 | 3,047                 | 13.6%            | 153,015                    | 168,003                    | 9.8%             |
| Agrícola    | 415                   | 511                   | 23.1%            | 6,605                      | 7,953                      | 20.4%            |
| Servicios   | 1,418                 | 1,477                 | 4.2%             | 4,049                      | 3,943                      | -2.6%            |
| Totales     | 273,471               | 286,504               | 4.8%             | 237,988                    | 252,987                    | 6.3%             |

Fuente: CFE. Departamento de Estudios Estadísticos, 2005

Tabla 2.20 Usuarios de electricidad en Mexicali y sus consumos, comparativos para agosto de 2003 y 2004

| Tipo        | Usuarios agosto 2003 | Usuarios agosto 2004 | Incremento anual | Consumo agosto 2003 (MWh) | Consumo agosto 2004 (MWh) | Incremento anual |
|-------------|----------------------|----------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| Residencial | 253,160              | 264,865              | 4.6%             | 243,165                   | 259,210                   | 6.6%             |
| Comercial   | 24,099               | 24,489               | 1.6%             | 30,619                    | 29,952                    | -2.2%            |
| Industrial  | 2,903                | 3,310                | 14.0%            | 210,448                   | 220,643                   | 4.8%             |
| Agrícola    | 489                  | 499                  | 2.0%             | 9,571                     | 8,764                     | -8.4%            |
| Servicios   | 1,440                | 1,508                | 4.7%             | 4,031                     | 4,110                     | 1.9%             |
| Totales     | 282,091              | 294,671              | 4.5%             | 497,834                   | 522,679                   | 5.0%             |

Fuente: CFE. Departamento de Estudios Estadísticos, 2005



Figura 2.20 Relación de usuarios de electricidad por tipo para febrero y agosto de 2004 en Mexicali

Tabla 2.21 Usuarios residenciales de electricidad en Mexicali y sus consumos, comparativo 2003 y 2004

| Mes                     | Usuarios 2003 | Usuarios 2004 | Incremento anual | Consumo 2003 (MWh) | Consumo 2004 (MWh) | Incremento anual |
|-------------------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| Enero                   | 244,718       | 256,930       | 5.0%             | 68,644             | 72,061             | 5.0%             |
| Febrero                 | 245,263       | 257,222       | 4.9%             | 59,499             | 59,824             | 0.5%             |
| Marzo                   | 245,863       | 257,756       | 4.8%             | 56,626             | 59,240             | 4.6%             |
| Abril                   | 246,889       | 259,298       | 5.0%             | 58,542             | 74,364             | 27.0%            |
| Mayo                    | 248,351       | 260,682       | 5.0%             | 70,352             | 102,358            | 45.5%            |
| Junio                   | 250,045       | 261,787       | 4.7%             | 151,840            | 146,024            | -3.8%            |
| Julio                   | 252,127       | 263,729       | 4.6%             | 204,688            | 200,202            | -2.2%            |
| Agosto                  | 253,160       | 264,865       | 4.6%             | 243,165            | 259,210            | 6.6%             |
| Septiembre              | 253,655       | 266,367       | 5.0%             | 242,526            | 228,058            | -1.8%            |
| Octubre                 | 255,023       | 266,889       | 4.7%             | 194,293            | 149,087            | -23.3%           |
| Noviembre               | 255,873       | 268,079       | 4.8%             | 109,606            | 77,836             | -29.0%           |
| Diciembre               | 256,792       | 269,392       | 4.9%             | 61,335             | 66,885             | 9.0%             |
| Total mayo a octubre    |               |               |                  | <b>1,106,864</b>   | <b>1,084,939</b>   | <b>-2.0%</b>     |
| Total enero a diciembre |               |               |                  | <b>1,521,116</b>   | <b>1,495,149</b>   | <b>-1.7%</b>     |

Fuente: CFE. Departamento de Estudios Estadísticos, 2005

## 2.8. Programas existentes sobre ahorro de energía

Mexicali, Baja California y su valle representan un caso especial en el comportamiento de los consumos residenciales de energía eléctrica, el cual se agudiza durante los meses de verano. Vivir en una zona geográfica con características climáticas extremas como ésta, implica necesariamente de alguna adaptación respecto a sus condiciones naturales, siendo la energía eléctrica un recurso necesario para poder utilizar todos aquellos sistemas que mejoran la temperatura ambiental del entorno de cada individuo (Ahumada, 2002).

En el estudio realizado en el Instituto de Ingeniería de la UABC denominado: "Resistencia térmica efectiva en envolventes residenciales y su impacto energético por climatización en regiones de clima cálido" (Pérez T. y otros, 2004), para diferentes tipos de materiales de construcción de una habitación, se realizaron las comparaciones de consumos eléctricos sin aislamiento con baja eficiencia energética versus aislamiento y alta eficiencia energética resultando que para todos los casos es más conveniente la utilización de equipos de mayor eficiencia, dado a que se tienen ahorros hasta del 78% en el más crítico de los casos Tabla 2.22).

Tabla 2.22 Consumos mensuales de mayo a octubre estimados para las viviendas con consumo promedio de 250 kWh de electrodomésticos

| Tipo de muro | Tipo de techo | Consumo mensual en kWh sin aislamiento y con REEE = $1.76 \text{ W}_t/\text{W}_e$<br>= 6 Btu/Wh | Consumo mensual en kWh con aislamiento y con REEE = $2.93 \text{ W}_t/\text{W}_e$<br>= 10 Btu/Wh | Diferencia de consumo mensual en kWh |
|--------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Adobe        | Madera        | 1,429                                                                                           | 476                                                                                              | 953                                  |
| Ladrillo     | Madera        | 1,602                                                                                           | 479                                                                                              | 1,123                                |
| Block        | Madera        | 1,869                                                                                           | 488                                                                                              | 1,381                                |
| Ladrillo     | Concreto      | 1,982                                                                                           | 492                                                                                              | 1,490                                |
| Block        | Concreto      | 2,250                                                                                           | 501                                                                                              | 1,749                                |

Los programas de ahorro de energía eléctrica existentes son el programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI) y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).

### 2.8.1. El Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI)

En 1990 la Comisión Federal de Electricidad (CFE) por medio del Fideicomiso Para el Aislamiento Térmico (FIPATERM) inició el Fideicomiso 728 FIPATERM para el aislamiento

térmico de los techos de las viviendas, fue la primera acción de ahorro de energía en Mexicali promovida y financiada por el Gobierno Federal. En 1996 se realizaron los estudios y en 1997 inició el programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI) en adición al FIPATERM y que consideró la sustitución de unidades centrales de aire acondicionado en tanto que la sustitución de unidades de pequeña capacidad (tipo ventana) inició después. También en 1997 inició el programa de sustitución de lámparas incandescentes, mientras que el sellado de puertas inició en 2003, y el de refrigeradores en 2004. Las acciones que cubre el programa ASI son:

**Diagnóstico energético:** Se dan asesorías gratuitas al usuario, y se señalan deficiencias en el uso y consumo de la energía eléctrica residencial. El diagnóstico se efectúa tanto en las condiciones de la construcción como en el equipo de enfriamiento, ya sea aire acondicionado o enfriador evaporativo. Aplicando las medidas sugeridas se pueden lograr ahorros que repercuten en el pago de energía eléctrica de manera benéfica.

**Subprograma de aislamiento térmico:** El primer tipo de acciones para el ahorro de energía que surge es el denominado FIPATERM, ahora forma parte del ASI y consiste en el aislamiento de techos para aquellos usuarios que reúnan ciertas características en los consumos de energía como lo son un consumo mínimo de 1,000 kWh, en un mes, en el período considerado dentro de la tarifa especial. Este plan consiste en otorgar un crédito de hasta \$12,540.00 en 2006 para realizar el aislamiento del techo en viviendas de un nivel y techo y muros en viviendas de dos niveles, para ser cubierto en 36 mensualidades.

**Subprograma para sustitución de aire acondicionado:** Se asesora y apoya a usuarios en la sustitución de unidades de aire acondicionado de baja eficiencia por unidades de alta eficiencia con  $REEE \geq 3.81 \text{ W}_t/\text{W}_e$  ( $REEE \geq 13 \text{ Btu/Wh}$ ) en equipo central,  $REEE$  mínimo desde 2.64 hasta  $3.52 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (9 hasta  $12 \text{ Btu/Wh}$ ) para equipos "split" y  $REEE \geq 2.64 \text{ W}_t/\text{W}_e$  ( $REEE \geq 9 \text{ Btu/Wh}$ ) para equipos de ventana y el sistema de pago es a 48 mensualidades, se bonifican \$50.00 US dls. por cada tonelada de refrigeración. En este caso no se aporta ninguna cuota inicial, pero sí se paga el 15% anual de intereses sobre saldos insolutos.

**Subprograma IDEAA (Interruptor de aire acondicionado):** Consiste en un control central de apagado intermitente para el compresor en los sistemas de aire acondicionado en las horas pico de consumo (de 14:00 a 18:00 hrs. durante los meses de junio a septiembre), se les

hace una bonificación de \$50.00 pesos por cada tonelada de capacidad. En la mayoría de los casos, esta opción no proporciona confort ni es una opción para ahorro de energía para los usuarios sino que tiene como propósito abatir el pico de demanda durante el horario punta del verano. Beneficia a los usuarios que no están en su casa durante dicho período. Este subprograma se mantiene activo sólo para aquellos usuarios inscritos con anterioridad.

***Subprograma para sellado de puertas:*** También se ofrece el sellado de hasta tres puertas a crédito y sin intereses como un método práctico de ahorro evitando así la entrada de aire caliente y las fugas de aire frío hacia el exterior, ya que esto causa un incremento en el consumo de energía eléctrica. Para esto se utilizan guardapolvos y empaques especiales de fácil instalación que se adquieren en los módulos del programa.

***Subprograma "Plan amortiguador":*** No contribuye al ahorro de energía, ya que es un apoyo en la administración de gastos a nivel usuario. Basándose en el consumo del año anterior se calcula el consumo del año siguiente y se divide en doce mensualidades, realizándose ajustes trimestrales. Así el usuario paga casi la misma cantidad cada mes, lo que permite organizarse en sus gastos. Si al final del año el consumo es mayor que la cantidad pagada, el usuario cubre la diferencia, en caso contrario, se le bonifica el saldo a favor.

***Subprograma para sustitución de lámparas fluorescentes:*** Para garantizar al máximo el aprovechamiento de electricidad en el hogar, se ofrece la sustitución de focos incandescentes por fluorescentes compactos de mayor duración. El programa ofrece al usuario residencial hasta diez lámparas de 23, 20 ó 16 Watts al contado o crédito hasta por 24 meses, no se cobran intereses.

***Subprograma para sustitución de refrigeradores:*** De reciente creación e integrado al programa ASI, se establece este programa, el cual en Baja California, Baja California Sur y norte de Sonora, pretende sustituir 28,800 refrigeradores en un período de 3 años, iniciando en el año 2004. La pretensión es sustituir unidades de 255 a 595 dm<sup>3</sup> (9 a 21 pies<sup>3</sup>) con 8 años de antigüedad o más, desmantelando las unidades viejas. El costo de los refrigeradores serán desde los \$4,000.00 en adelante, se bonifican \$500.00 por cada unidad antigua, los aparatos que se adquieran deberán cumplir la Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética NOM-015-ENER-2002, que ofrece ahorros de hasta el 30% de consumo. En el caso de que sean refrigeradores importados, deberán distinguirse con la leyenda "Energy Star". Para operar el



subprograma, mediante el Banco Interamericano de Desarrollo se autorizó un crédito de \$20'000,000.00 US dls. que se otorgó a la CFE y otro tanto fue aportado por la misma CFE.

### **Acciones aplicadas por el programa ASI**

En la Tabla 2.23 se presenta la cantidad de acciones aplicadas por el Programa ASI en la División Baja California registradas hasta el final del año 2004.

Tabla 2.23 Familias beneficiadas por el Programa ASI, División B. C. hasta diciembre del 2004

| Subprogramas\Municipio                                     | Mexi-<br>cali | SLRCS  | Tijua-<br>na | Ense-<br>nada | La Paz<br>y<br>Consti-<br>tución | Totales |
|------------------------------------------------------------|---------------|--------|--------------|---------------|----------------------------------|---------|
| Aislamiento                                                | 29,770        | 7,573  |              |               | 67                               | 37,410  |
| Aire acondicionado                                         | 5,725         | 1,740  |              |               | 277                              | 7,742   |
| Refrigeradores                                             | 1,978         | 990    | 1,174        | 338           | 888                              | 5,368   |
| Lámparas                                                   | 21,195        | 9,985  | 3,873        | 4,679         | 4,708                            | 44,440  |
| Aislamiento y Aire acondicionado                           | 12,680        | 1,478  |              |               | 13                               | 14,171  |
| Aislamiento y Refrigeradores                               | 330           | 121    |              |               |                                  | 451     |
| Aislamiento y Lámparas                                     | 11,359        | 2,342  |              | 81            | 9                                | 13,791  |
| Aire acondicionado y Refrigeradores                        | 244           | 103    |              |               | 32                               | 379     |
| Aire acondicionado y Lámparas                              | 3,298         | 820    |              |               | 38                               | 4,156   |
| Refrigeradores y Lámparas                                  | 472           | 215    | 56           |               | 98                               | 841     |
| Aislamiento, Aire acondicionado y Refrigeradores           | 313           | 54     |              |               | 2                                | 369     |
| Aislamiento, Aire acondicionado y Lámparas                 | 9,723         | 1,022  |              |               | 1                                | 10,746  |
| Aislamiento, Refrigeradores y Lámparas                     | 169           | 44     |              |               |                                  | 213     |
| Aire acondicionado, Refrigeradores y Lámparas              | 138           | 57     |              |               | 3                                | 198     |
| Aislamiento, Aire acondicionado, Refrigeradores y Lámparas | 320           | 49     |              |               |                                  | 369     |
| Totales:                                                   | 97,714        | 26,593 | 5,103        | 5,098         | 6,136                            | 140,644 |

### **2.8.2. El Programa de Financiamiento para la Incorporación de Medidas de Ahorro de Energía Eléctrica en Viviendas**

El FIDE es el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, un organismo de participación mixta, no lucrativo creado en 1990 para promover acciones que induzcan y fomenten el ahorro y uso racional de energía eléctrica entre los usuarios. El comité técnico del FIDE, está integrado por: Comisión Federal de Electricidad, Luz y Fuerza del Centro, Sindicato Único de trabajadores Electricistas de la República Mexicana, Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, Cámara Nacional de la Industria de la Construcción y Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.

El FIDE contiene el Programa de Financiamiento para la Incorporación de medidas de ahorro de Energía Eléctrica en Viviendas. El programa pretende entregar casas habitación ahorradoras de energía eléctrica con un aparato de refrigeración de alta eficiencia, ventanas dobles, techo aislado y focos ahorradores de energía. El pago de los elementos aislantes y el aparato de alta eficiencia se hacen mediante el recibo de luz, el propietario pagará durante tres años, el aparato de alta eficiencia y los demás accesorios aislantes, el usuario pagará la vivienda a la edificadora vía crédito Infonavit. Este programa va destinado a aquellas personas que perciben tres salarios mínimos o menos y es para casas pequeñas (aproximadamente de 30 a 40 m<sup>2</sup> de construcción).

## **3. Análisis**

### **3.1. Análisis del tipo de vivienda en la región**

#### **3.1.1. Sistemas constructivos predominantes**

Dado que a mediados del siglo XX empezó a proliferar en Mexicali la construcción de viviendas y conjuntos departamentales de una sola planta denominados "vecindades", muchas de esas construcciones se realizaron con adobe cuyo insumo principal es la arcilla (Fig. 3.1), también se utilizaron las construcciones de madera (Fig. 3.2) y de ladrillo (Fig. 3.3), de estas, las viviendas de adobe son las que presentan una mayor resistencia térmica. Se ha observado que en las últimas cinco décadas han dejado un extenso legado de formas técnicas y materiales de construcción, casi todas ellas han sido voraces en el consumo de recursos naturales, entre ellos la energía.

En la década de los sesentas empezó a industrializarse y modernizarse la industria de la construcción local ofreciendo, además del ladrillo, materiales de fácil y rápida colocación, como por ejemplo, los bloques contruidos de arena y grava fina con cemento. Un elevado índice de construcciones se realizan desde entonces con estos materiales, además se presentó una tendencia a construir losas con concreto reforzado en lugar de los techos de madera (Fig. 3.4). De acuerdo a

lo expresado en la Tabla 2.10 predominan las habitaciones de muro de ladrillo o bloque combinadas con techo de madera o concreto representando estas un 59.11%. Estas construcciones de bloque y concreto presentan bajas resistencia térmica con respecto a las habitaciones de madera, adobe y ladrillo y, consecuentemente, elevadas ganancias de calor y notoria pérdida de confort tanto en verano como en invierno. Por otro lado se han dado incrementos mayores a la inflación en el costo de la energía eléctrica, por lo cual, adaptar las habitaciones a las condiciones térmicas ha adquirido importancia.



Figura 3.1 Vivienda de adobe



Figura 3.2 Vivienda de madera



Figura 3.3 Vivienda de ladrillo con techo de madera



Figura 3.4 Viviendas construidas con muro de bloque y losa de concreto

### 3.1.2. Sistemas constructivos con aislamiento térmico

La industria de la construcción adapta sus tecnologías, edificios y viviendas, tanto privados como públicos, a las condiciones físicas y ambientales del desierto. Los materiales de construcción principales son el concreto reforzado, el acero, el bloque de concreto, el ladrillo, la piedra, la madera y las láminas de yeso para las paredes interiores. Las empresas dedicadas a la edificación diseñan sus construcciones tendientes a obtener ahorros de energía (Galindo D. y otros, 2006). En la Sección 2.4 se presentan los distintos materiales aislantes que se ofrecen en la región, con una variada forma, costo y resistencia térmica, que se pueden utilizar dependiendo de la finalidad de la construcción. De dichos materiales se observa lo siguiente:

**Insulpanel.** Es ideal para utilizarse en muros y cubiertas, su estructura casi no permite puentes térmicos, ya que las caras de lámina no tienen unión exterior con interior, sino que ambas están unidas a la capa de poliestireno y, aún en las juntas de las placas, no hay unión de metales, se tiene una resistencia térmica  $R = 0.243 \text{ m}^2\text{K/W}$  por cm de espesor ( $R = 3.5 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$  por pulgada de espesor). Es de rápida instalación y con posibilidades de reubicación. No es muy funcional como aislante acústico, por lo que requiere una capa adicional. Las superficies de insulpanel son impermeables siempre y cuando se tenga mucho cuidado en las juntas.

**Placas aislantes.** Las placas aislantes de poliestireno expandido, grado autoextinguible facilita una construcción económica, a la vez que ofrece una protección térmica duradera, en elementos como muros, cubiertas planas e inclinadas y en cimentaciones. Experiencias con placas de poliestireno en la construcción ponen de manifiesto características convincentes como: estabilidad y durabilidad, insensibilidad a la influencia de la humedad, resistencia al ataque a organismos del suelo, así como comportamiento biológicamente neutro, ya que no pone en peligro las aguas freáticas y la materia prima con que se elabora este producto contiene aditivos que no permiten la propagación de la flama.

**Aislapanel.** Es un material ligero, versátil, con resistencia térmica y estructural, se puede utilizar en muros y en losas de azotea. La resistencia térmica se ve disminuida debido a la unión de mallas exterior e interior por medio de alambre calibre 14 sobre toda la placa provocando con esto puentes térmicos, reduciendo la resistencia térmica a  $R = 0.069 \text{ m}^2\text{K/W}$  por cm de espesor ( $R = 1 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$  por pulgada de espesor). Es compresible y adaptable a otros materiales

constructivos tradicionales, permite una fácil instalación eléctrica, rapidez y flexibilidad en la construcción.

**Construpanel.** Con características similares al aislapanel, pero con mayores propiedades estructurales, este material también tiene disminuida su resistencia térmica por causa de la continuidad de los elementos metálicos que comunican el exterior con el interior.

**Casetón.** Con propiedades similares a la bovedilla, se utiliza como aislante y aligerante (principal función) para construir losas nervadas de amplias longitudes. Este sistema tampoco evita los puentes térmicos a lo largo de las vigas.

**Foamblock.** Material aislante, ligero, impermeable, retardante a la flama, económico y que recientemente aparece como una nueva opción para construcciones populares. En diseños con foamblock se minimizan los puentes térmicos.

**Perform wall.** Este material tiene todas las características deseables para la construcción de una vivienda: resistencia estructural, al viento y al fuego, impermeable, aislante térmico y acústico. Se logra una resistencia térmica  $R = 0.139 \text{ m}^2\text{K/W}$  por cada cm de espesor ( $R = 2 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$  por pulgada de espesor), el grosor de las paredes es amplio, desperdiciando espacio y los costos de construcción son relativamente elevados, por lo que podría ser una opción para viviendas de niveles medios y altos.

**Poliestireno y tablarroca.** Ya que la construcción con poliestireno y tablarroca consiste en muros que contienen canales y postes metálicos, aunque los elementos estructurales están complementados con material para aislamiento, en este sistema no dejan de preocupar los puentes térmicos que la estructura metálica provoca.

**Sistema ARMOUR.** Es un sistema efectivo en losas, ya que se logra un valor de  $R = 3.135 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $R = 17.8 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) que es relativamente elevado. En lo que corresponde a muros la resistencia se disminuye a  $R = 1.374 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $R = 7.8 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) restándole competitividad, esto se debe a la unión del cartón de yeso con el poliestireno por medio de pijas, las cuales funcionan como puentes térmicos uniendo la cara interior con el soporte metálico.

**Otros materiales aislantes.** Existe poca variedad de materiales con la característica de “aislante” que poco a poco se están incorporando al mercado, conteniendo ventajas similares a las anteriormente expuestas, entre ellos se encuentra el denominado "Climablock" el cual tiene la propiedad de ser resistente estructuralmente, inflamable y liviano, pero contiene puentes térmicos que reducen su capacidad aislante. Otro de ellos, es el producto denominado "FOAMULAR" que tiene las mismas ventajas que la placa de poliestireno pero es mas resistente al fuego y más atenuante del sonido, pero de alto costo.

### 3.1.3. Conveniencia del aislamiento térmico

De acuerdo a los oferentes, las ventajas que ofrece la construcción con aislamiento térmico son:

- Ahorros en consumos de energía por climatización de 30 a 40%.
- Protección a la construcción debido a cambios de temperatura (se evitan grietas y fisuras).
- La vida útil de los equipos de aire acondicionado se ve favorecida al alcanzar un nivel de eficiencia más rápido, con menos trabajo de los componentes.
- Salud: Se promueve el bienestar de las personas que depende estrechamente de la temperatura, es decir, el grado de confort en el espacio habitado.
- Ecología: Se contribuye al cuidado de los recursos naturales, ya que se consume menos energía, agua y todos los productos son reciclables.

De acuerdo a lo expresado en la Tabla 2.22 de la Sección 2.8, se ha demostrado la conveniencia de aislamiento térmico y utilización de equipo de alta eficiencia. Los sistemas constructivos que presentan mejor resistencia térmica y, por ende, provocan menor consumo de energía eléctrica son los que incorporan materiales considerados como "aislantes eficientes" (los elaborados a base de poliestireno, poliuretano o fibra de vidrio que tienen resistencias térmicas mayores a las convencionales), le siguen las habitaciones con muro de ladrillo y techo de madera, luego la de muro de bloque y techo de madera, siguiendo la de muro de ladrillo y techo de concreto y la de muro de bloque y techo de concreto (Fig. 3.5 ) es la menos conveniente (Pérez T. y otros, 2004). En esta consideración no se menciona la habitación de muro de adobe y techo de madera que es térmicamente muy conveniente, pero ya no es del agrado de los usuarios por los inconvenientes que presenta el adobe.



Figura 3.5 Vivienda con necesidad de aislamiento térmico

### 3.1.4. Conclusión del análisis del tipo de vivienda

De acuerdo a los elementos aquí expuestos es evidente que la construcción más conveniente, para viviendas nuevas, reconstrucciones o remodelaciones, es aquella que contenga elementos estructurales con aislamiento térmico, ya sea implícito en el material o agregado al mismo, siendo de más conveniencia que lo contenga implícito por razones de economía. Es también notoria la inconveniencia de utilizar solamente bloque y concreto como materiales constructivos, ya que éstas deberán emplearse en conjunción con elementos aislantes. En cuanto al uso de otros tipos de materiales constructivos que además posean propiedades térmicas más apropiadas, es necesario reforzar las líneas de investigación para su estudio.

## 3.2. Análisis de equipos de enfriamiento

De acuerdo a la información que se presenta en la Sección 2.5, es muy diversa la variedad de equipos de climatización que se ofrecen en Mexicali y sobre todo, es factible obtener refrigeradores y aparatos de aire acondicionado de alta eficiencia, misma que se debe a la mejora en el desarrollo tecnológico. En el caso de los refrigeradores es factible obtenerlos cumpliendo con la norma NOM-015-ENER-2002 a un precio no muy diferente a los refrigeradores menos eficientes (que consumen hasta el doble de energía). Algo similar ocurre con las unidades de aire acondicionado, ya que es posible adquirirlas con una Relación de Eficiencia Energética (REE) hasta de  $3.52 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (12 Btu/Wh) para los equipos tipo ventana y sistemas tipo "split"; y con una



Relación de Eficiencia Energética Estacional REEE =  $3.81 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (REEE = 13 Btu/Wh) y hasta  $4.10 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (14 Btu/Wh) para las unidades centrales contra eficiencias que se tenían en la década de los noventas del orden de REEE =  $1.76 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (REEE = 6 Btu/Wh) y hasta  $2.34 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (8 Btu/Wh), consumiendo casi el doble de energía. Esta adquisición es posible realizarla por medio del programa ASI o de forma independiente.

A mediano plazo (a inicios de la próxima década), se estará en posibilidades de tener en oferta masiva en el mercado de equipos de aire acondicionado a equipos de ultra alta eficiencia, los cuales ya incluirán el refrigerante R410A (Russel J., 2005), aunque para el uso de este nuevo refrigerante, se tendrá que abatir su alto costo actual y la alta presión requerida para que sea funcional (Henson R. M., 2006). En pocos años, se requerirán nuevos análisis económicos de factibilidad para el uso de equipos de ultra alta eficiencia.

### **3.3. Otros elementos ahorradores de energía**

Además del aislamiento de la vivienda y de la instalación de equipos de aire acondicionado eficientes en la misma, existen otras medidas para el ahorro de energía eléctrica, en algunas de ellas la conveniencia de su aplicación no es exclusiva de zonas desérticas ni de su aplicación en el verano. Estas medidas, aunque tienen un potencial de ahorro menor que el aislamiento y el equipo eficiente, son importantes, entre ellas están las que se indican en 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3:

#### **3.3.1. Elementos ahorradores de energía relacionados con el diseño de la vivienda**

##### **Orientación de la vivienda**

A lo largo del día, la mayor cantidad de radiación solar por superficie unitaria la recibe el techo y, de la que reciben los muros, la mayor parte se distribuye entre las superficies este (durante la mañana) y el oeste (durante la tarde). Así también, el muro sur permanece expuesto todo el día (ya que la ciudad de Mexicali se encuentra por encima del ecuador), pero debido a su

orientación, la cantidad de radiación que recibe es menor a la del techo. Por último, el muro norte es el menos azotado por la radiación (Pérez T. y otros, 2003).

### **Cantidad, tamaño y ubicación de ventanas**

Otro elemento que es importante para el ahorro de energía es la cantidad de área de ventanas y su ubicación, ya que en casi todos los casos investigados, la resistencia térmica de las ventanas es menor que la de los muros, el total de área de ventanas deberá minimizarse y es preferible ubicarlas hacia el norte, y evitar lo más posible la ubicación hacia el sur, este u oeste, pero permitiendo la iluminación natural al interior. El área total de puertas y ventanas no debe exceder un 10% de la superficie de la envolvente (Pérez T. y otros, 2003). Se deberán evitar los marcos metálicos para evitar puentes térmicos. Es necesario evitar la infiltración del aire externo, por lo que estos elementos deberán ser lo más hermético posible, esto se logra por medio de sellado de marcos. En las ventanas es importante que se les acompañe con persianas o cortinas de colores claros (Fig. 3.6).



Figura 3.6 Vivienda con exceso de área de ventanas

Es posible adoptar los resultados de un proyecto realizado en Israel denominado SOLVENT referente a "la ventana ahorradora" (Etzion y Erell, 2003), consiste en una ventana reversible polarizada que cada inicio de temporada de "calor" o de "frío" debe girar 180°. En verano, reduce la penetración de radiación solar al interior del edificio, mientras que en invierno provoca un espacio de calentamiento por medio de la radiación solar. Este sistema convierte la radiación de onda corta (solar) en calor por convección y radiación de onda larga. El sistema

requiere un innovador marco reversible con dos capas de vidrio, la capa clara es impermeable y permite el paso de la radiación solar y la capa reflectiva está ventilada. Se puede tener ventilación al girarse cerca de 90° (Fig. 3.7). El costo de este tipo de ventanas es mayor que las convencionales, pero produce mayor confort y ahorro en energía eléctrica, tanto en verano como en invierno. Se ha utilizado en Medio Oriente y Europa, pero en México no se tiene conocimiento de su aplicación.

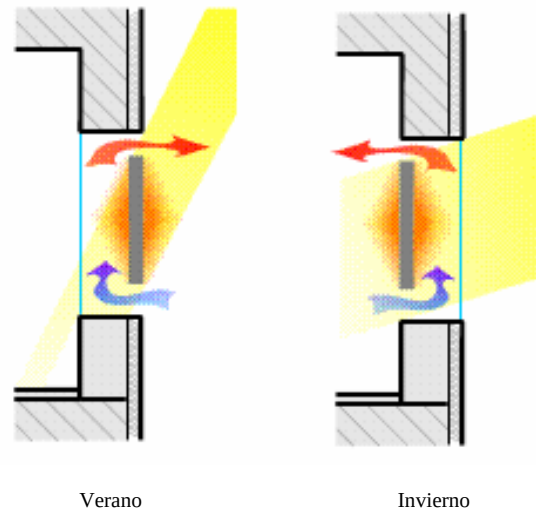


Figura 3.7 Sistema SOLVENT de ventanas para verano e invierno

### Tipo de puertas y ventanas

En la localidad se están ofertando ventanas con doble vidrio y película protectora (polarizadas), estas ventanas ofrecen ventaja térmica con respecto a las convencionales. En el caso de puertas, es preferible la utilización de aquellas que contienen forro aislante intermedio, mismas que también ofrecen mejor resistencia térmica que las convencionales, pero casi no se ha popularizado su utilización.

### Proporción entre las áreas de los muros

Una buena medida para reducir las áreas de los lados este y oeste es construir las viviendas en la forma más rectangular posible y ubicar el mayor eje en orientación este-oeste, de modo tal que, disminuyendo el área en dichos muros, los valores de las cargas de enfriamiento también se ven disminuidos. El mayor beneficio se obtiene cuando los muros este y oeste tienen un área equivalente a un valor entre el 90 y el 95% de la superficie del muro norte (Pérez T. y otros, 2003).

## **Diseño de interiores**

Es conveniente diseñar la habitación de tal forma que las áreas que menos se utilicen durante el día no se ubiquen hacia el norte, ya que es la orientación donde se recibe menos radiación solar, de tal forma que ahí se deberán ubicar las áreas más utilizadas durante el día.

### **Sistema eléctrico eficiente**

Es de importancia tener instalaciones eficientes que no causen excesivos consumos eléctricos, se deberán instalar con el calibre adecuado, con calidad de materiales, minimizando la longitud del cableado, con una selección acertada de los centros de carga y separando los circuitos de los aparatos de aire acondicionado del resto de la habitación.

#### **3.3.2. Elementos ahorradores de energía relacionados con la adecuación de la vivienda**

##### **Uso de lámparas ahorradoras de energía**

Los focos fluorescentes (Fig. 3.8), tienen mayor duración que los incandescentes (Fig. 3.9), ya que su vida útil especificada es de 10,000 horas de los fluorescentes contra 1,000 horas de los incandescentes, las lámparas incandescentes consumen 6 veces más energía eléctrica que los focos fluorescentes con balastro ahorrador cuando se trata de iluminar con la misma intensidad. Los inconvenientes que hay que valorar al utilizar focos fluorescentes son el mayor costo que los incandescentes y que conllevan a otro tipo de problemas, como distorsión de la onda de voltaje por contaminación de armónicos. Los focos fluorescentes pueden ser de luz fría o caliente, siendo los primeros los más aceptados por el tipo de luminosidad que emiten. Esta medida es aplicable durante todo el año.



Figura 3.8 Foco fluorescente de 13 W



Figura 3.9. Foco incandescente de 75 W

### **Pinturas reflectivas**

La absorptividad de las superficies a la radiación solar incidente es mayor cuando el color de la superficie es oscuro. Una superficie clara puede evitar absorber de un 10% a un 15% de la ganancia de calor debida a la radiación solar incidente que si la superficie fuese oscura. La reflectancia de una superficie clara es del orden del 90% y cercana al 20% para una superficie oscura. Los colores claros en el interior de la vivienda pueden ser utilizados como difusores de la luz logrando una más adecuada iluminación interna y, con el empleo de menor potencia en focos. Al considerar que las pinturas reflectivas reducen su índice de reflectancia por causa del polvo y degradación natural, éstas pueden ser una opción atractiva en casos donde el aislamiento térmico pueda resultar oneroso. Para el ahorro de energía eléctrica, se deben pintar las habitaciones (interior y exterior) con colores claros, los techos con pintura "elastomérica", ya que es reflejante, impermeabilizante y duradera.

Existen en el mercado varias marcas de las pinturas reflectivas. Estas poseen una mayor reflectividad a la radiación de onda corta que una pintura normal y su empleo es recomendado para superficies con elevados índices de asoleamiento y en las que se desea evitar la absorción de radiación solar. Reflejan la luz visible, pero son más efectivas en longitudes de onda menores. Se recomienda su empleo en muros, debido a que retienen menos polvo y pueden reducir las ganancias de calor del orden del 30% al 40% en estos (Pérez T. y otros, 2003). El pintar con colores claros el exterior, desfavorece en el invierno, pero se justifica con creces en el verano.

También es de importancia no disminuir el índice de reflectividad de los techos de las habitaciones por causa de la acumulación del polvo, ya que los techos, aunque se hayan

construido con colores reflejantes, estos cambian de color con la acumulación de polvo aumentando la carga térmica de la habitación (Figs. 3.10 y 3.11); para contrarrestar este hecho será necesario dar mantenimiento (limpieza) periódico del techo durante el verano.



Figura 3.10 Reflectividad de un techo en el momento de aplicar pintura elastomérica



Figura 3.11 Pérdida de reflectividad en un techo 2 meses después de aplicar pintura elastomérica

### **Sombreado de superficies críticas**

Es de importancia favorecer el empleo de elementos pasivos y arquitectónicos (toldos de lona o aleros inclinados, persianas de aluminio, vidrios polarizados, recubrimientos, mallas y películas reflectivas), además de vegetación para el sombreado de las superficies donde se reciben los rayos de sol, principalmente muros sur, oeste y este y de ser posible en techos. La instalación de toldos de lona o aleros inclinados, persianas de aluminio, vidrios polarizados, recubrimientos, mallas y películas evitan que los rayos de sol lleguen directamente al interior. Este hecho favorece la intención de ahorro de energía eléctrica, ya que disminuye la carga térmica en la habitación. Otro hecho que favorece el sombreado es la corta separación entre habitaciones. El sombreado de los techos, aunque desfavorece en el invierno, se justifica con creces en el verano.

### **Unión aislada de elementos externos a la edificación**

En los procesos de diseño y constructivos tradicionales, las banquetas, bardas y otras estructuras se unen a la habitación por medio de elementos conductores de calor, lo cual provoca puentes térmicos reduciendo la resistencia térmica. Es de utilidad realizar los diseños de

colocación de banquetas y bardas que deban unirse a la habitación de tal forma que esta unión se realice por medio de una capa de material aislante.

### **Mantenimiento periódico de equipos de aire acondicionado**

Los aparatos de aire acondicionado deberán recibir servicio por lo menos antes de cada temporada de uso y no se deberán alterar las condiciones recomendadas de instalación (Fig. 3.12).



Figura 3.12 Equipo de aire acondicionado con condiciones alteradas de instalación al no permitir espacio suficiente entre el equipo y la cubierta

### **Aislamiento en los ductos de aire acondicionado**

El hecho de aislar los ductos de aire acondicionado favorece al ahorro de energía eléctrica, sobre todo en aquellos casos en los que su longitud es excesiva (Fig. 3.13).



Figura 3.13 Ductos de longitud excesiva que deben evitarse

### 3.3.3. Elementos ahorradores de energía relacionados con la actitud del usuario

#### **Hábitos de consumo**

Uno de los más importantes elementos ahorradores de energía es el comportamiento humano ante el consumo. Es necesario reforzar las campañas de ahorro de energía para personas de todos los estratos económicos y casi todas las edades, resaltar los casos donde se puede lograr el mismo confort y calidad de vida sin necesidad de derrochar energía, además de los casos donde con un mínimo de reducción de confort se logran grandes ahorros. También se debe evitar el uso de electrodomésticos y focos cuando estos no se ocupen. Para lograr confort, se recomienda mantener la temperatura del termostato en el intervalo de 24.4°C a 26.7°C, ya que se mantiene un ambiente confortable y el consumo se optimiza.

#### **Ajuste de termostato para lograr confort**

Se está fuera del nivel de confort a una temperatura mayor de 27.2°C para humedades relativas bajas (del orden del 20%) y mayor de 25.6°C para humedades relativas altas (del orden del 60%), para lograr confort, el ajuste de termostato deberá de oscilar en el rango de 25.6 a 27.2°C dependiendo de la humedad. Se requiere enfriamiento o protección al calor a temperaturas mayores de 29°C. Es de gran ayuda utilizar termostatos programables.

## **3.4. Análisis de consumos eléctricos en la vivienda**

De acuerdo a la información presentada en las Secciones 1.2 y 2.1 y en el Anexo 1, en cuanto a temperaturas y consumo de energía eléctrica que efectúan los refrigeradores, se observa en la Figura 1.3 y en la Tabla 2.1 que este consumo está íntimamente ligado a la temperatura ambiente, efecto similar ocurre con los aparatos de aire acondicionado.

El consumo residencial en los últimos 6 años ha sido en promedio 36.59% del consumo total (incluye: consumo residencial, comercial, industrial, agrícola y servicios) de acuerdo a lo expresado en la Tabla 2.18. En el período de invierno desciende hasta 23.65% del consumo total



del municipio de Mexicali, mientras que en el verano asciende hasta 49.59%, esto de acuerdo a los datos tomados de las Tablas 2.19 y 2.20 (para los meses de febrero y agosto del 2004 respectivamente). De acuerdo a la Tabla 2.21, la cantidad de usuarios residenciales de Mexicali durante los años 2003 y 2004 creció al ritmo de 5.14% anual, que es mayor al incremento poblacional estimado del orden del 2 al 3%. De acuerdo al promedio de consumo por habitación en los años 2003 y 2004 en Mexicali, expresados en la Tabla 3.1, en el período de noviembre a abril se tuvo un consumo promedio mensual de 269 kWh, mientras que en el período de mayo a octubre, el consumo promedio mensual se elevó a 707 kWh con un máximo mensual que ocurre en el mes de agosto de 970 kWh. En la Fig. 3.14 se observan los consumos habitacionales diarios promedio para 2003 y 2004 y su relación con las temperaturas medias mensuales.

Tabla 3.1 Consumos de energía eléctrica por usuario residencial y su relación con las temperaturas medias

|            | Consumo mensual por contrato en kWh |       |              |  | Temperaturas medias mensuales en °C |       |              |
|------------|-------------------------------------|-------|--------------|--|-------------------------------------|-------|--------------|
| Mes/año    | 2003                                | 2004  | Prom         |  | 2003                                | 2004  | Prom         |
| Noviembre  | 428                                 | 290   | 359.0        |  | 17.6                                | 17.1  | 17.35        |
| Diciembre  | 239                                 | 248   | 243.5        |  | 14.9                                | 14.7  | 14.8         |
| Enero      | 281                                 | 280   | 280.5        |  | 18.2                                | 14.9  | 16.55        |
| Febrero    | 243                                 | 233   | 238.0        |  | 16.7                                | 15.3  | 16.00        |
| Marzo      | 230                                 | 230   | 230.0        |  | 20.9                                | 24.0  | 22.45        |
| Abril      | 237                                 | 287   | 262.0        |  | 21.4                                | 24.3  | 22.8         |
| Nov-abr    | 276.3                               | 261.3 | <b>268.8</b> |  | 18.29                               | 18.37 | <b>18.33</b> |
| Mayo       | 283                                 | 393   | 338.0        |  | 28.1                                | 29.4  | 28.75        |
| Junio      | 607                                 | 558   | 582.5        |  | 31.7                                | 32.3  | 32.00        |
| Julio      | 812                                 | 759   | 785.5        |  | 35.8                                | 35.7  | 35.75        |
| Agosto     | 961                                 | 979   | <b>970.0</b> |  | 35.2                                | 35.1  | 35.15        |
| Septiembre | 956                                 | 856   | 906.0        |  | 33.6                                | 29.3  | 31.45        |
| Octubre    | 762                                 | 559   | 660.5        |  | 29.5                                | 24.5  | 27.00        |
| May-oct    | 730.2                               | 684.0 | <b>707.1</b> |  | 32.32                               | 31.05 | <b>31.68</b> |
| Ene-dic    | 503.2                               | 472.7 | <b>488.0</b> |  | 25.30                               | 24.71 | <b>25.00</b> |

Fuente: CFE. Información estadística 2004

En el Municipio de Mexicali a mitad del año 2004 existían 261,787 usuarios residenciales de los cuales sólo 253,227 fueron contratos con consumo mayor que cero, que de acuerdo a la Tabla 3.2 consumieron en ese año en promedio 5.904 MWh cada uno, de los cuales 2.665 MWh (el 45%) se debieron al consumo para abatir los requerimientos de climatización en el verano. De acuerdo a la Tabla 3.2, se muestra el acelerado incremento que se ha tenido en los últimos 8 años en cuanto al número de usuarios con 4.432% anual contra 2.48% anual de incremento de población y 3.85% anual de incremento en viviendas.

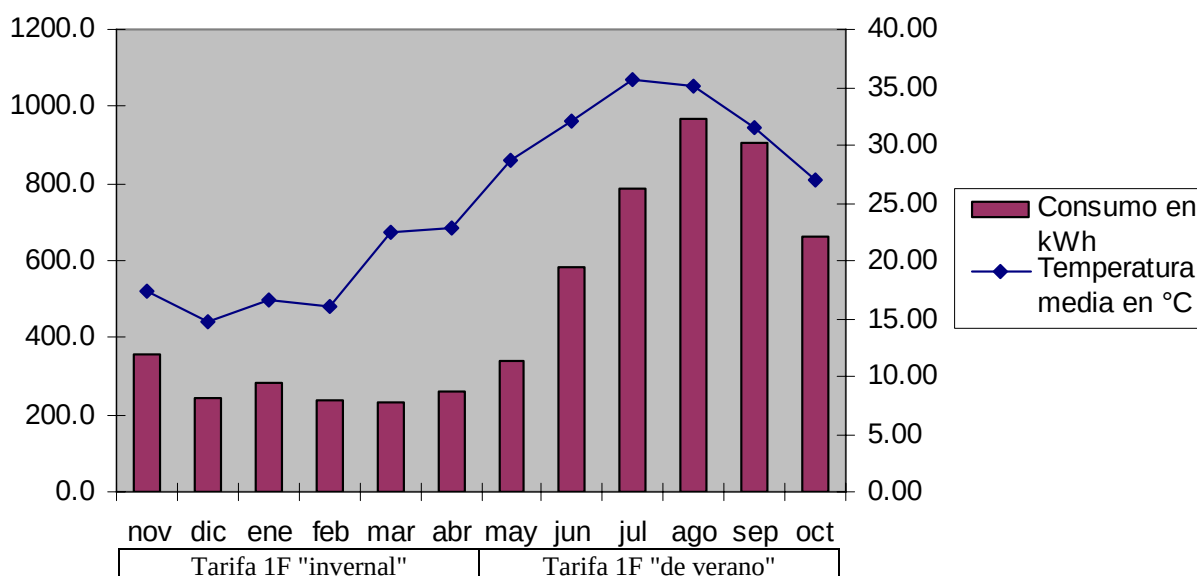


Figura 3.14 Consumos eléctricos diarios de las habitaciones en Mexicali y su relación con las temperaturas medias

En cuanto al consumo eléctrico por usuario, tanto total como por climatización, se observa que en los últimos 11 años ha tenido altibajas, por lo que estadísticamente no se puede determinar una tendencia, ya sea a mayor o menor consumo por usuario. Un aspecto importante que hace variar el consumo por usuario cada año, es la cantidad de horas-grado con requerimiento de enfriamiento, pudiéndose utilizar el criterio de horas-grado mayores de 25.6°C (78°F) o de mayores de 29.4°C (85°F), que a saber es relativamente variable año con año.

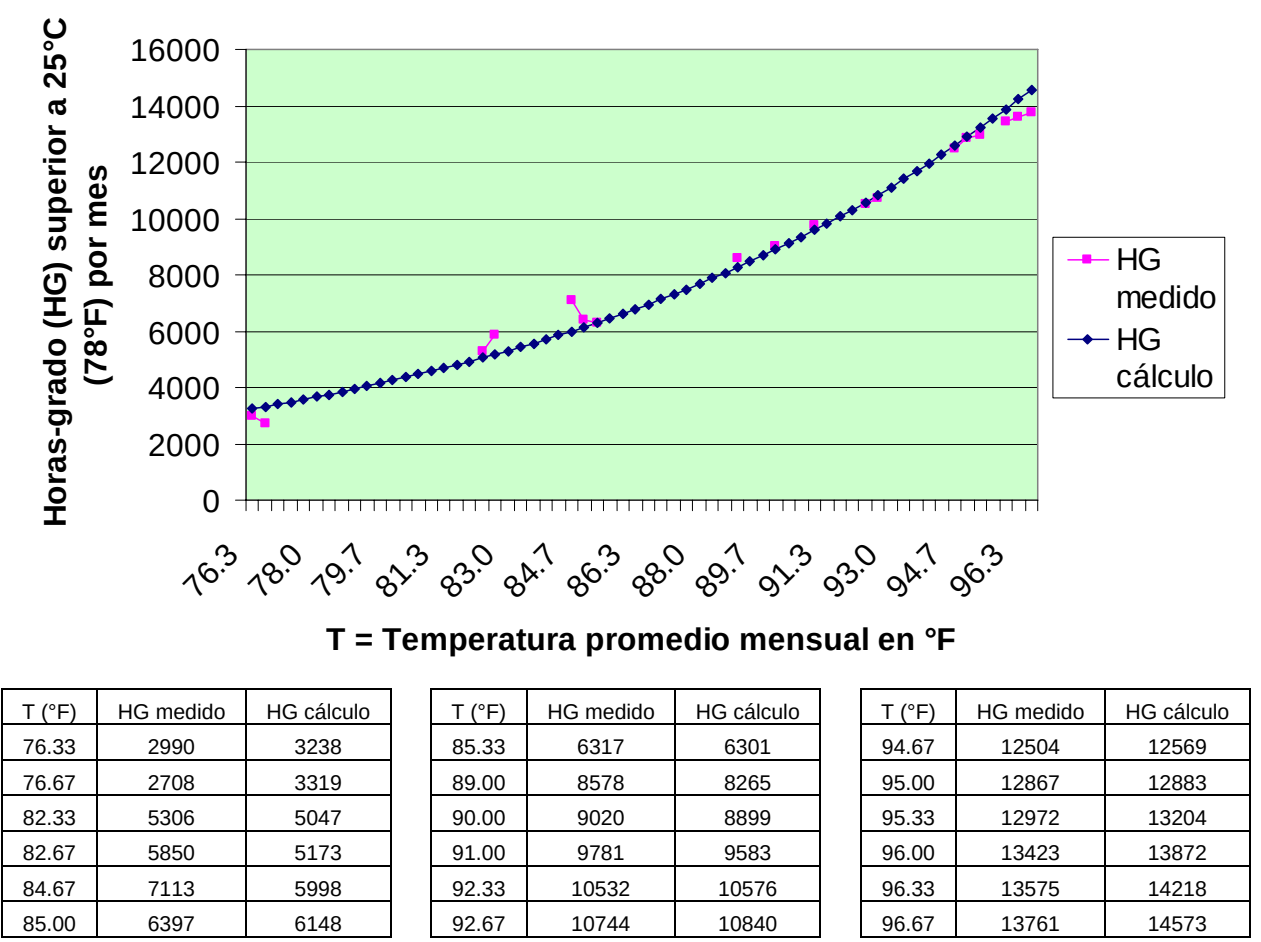
La curva resultante de una regresión exponencial realizada con los datos de temperaturas de los meses de mayo a octubre de los años 2002 al 2004 se presenta en la Figura 3.15, esta información fue utilizada para realizar la Tabla 3.3 y la Figura 3.16, donde se calculan las horas-grado superior a 25.6°C (78°F) para los meses de mayo a octubre del período 1994 a 2004, temperatura a la que se empieza a requerir enfriamiento y considerando los consumos por climatización por vivienda, se calculan los Wh consumidos por cada hora grado superior a 25.6°C (78°F), donde no se observa una clara tendencia, ya sea al incremento o a la disminución del consumo eléctrico. Efecto similar se observa en la Tabla 3.4 y en la Figura 3.17 donde se realiza el mismo ejercicio, pero para el consumo con respecto a las horas-grado superiores a 29.4°C (85°F), que es donde se abandona la zona de confort.

En el estudio denominado "Normas de Construcción para el Ahorro y Uso Eficiente de la Energía en la Vivienda de Mexicali" (Pérez T. y otros, 2003) se indican las principales

Tabla 3.2 Consumos de energía eléctrica 1994-2004 en el municipio de Mexicali por consumidor residencial

| Año       | Población<br>al 30 de<br>junio | Ocupantes<br>por<br>vivienda | Viviendas<br>al 30 de<br>junio | Contratos<br>al 31 de<br>diciembre | Contratos<br>al 30 de<br>junio | Consumidores<br>al 30 de<br>junio | Consumo<br>total<br>MWh | kWh<br>anuales<br>por<br>consumidor | kWh por<br>consumidor<br>ajenos a la<br>climatización<br>de verano | kWh por<br>consumidor<br>por<br>climatización<br>de verano |
|-----------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1980      | 510 664                        | 5.00                         | 102 133                        |                                    |                                |                                   |                         |                                     |                                                                    |                                                            |
| 1990      | 601 938                        | 4.40                         | 136 804                        |                                    |                                |                                   |                         |                                     |                                                                    |                                                            |
| 1994      | 676 106                        | 4.18                         | 161 646                        |                                    |                                |                                   |                         | 5811                                | 3297                                                               | 2514                                                       |
| 1995      | 696 034                        | 4.13                         | 168 531                        |                                    |                                |                                   |                         | 5669                                | 3195                                                               | 2474                                                       |
| 1996      | 711 916                        | 4.08                         | 174 574                        | 190 508                            | 187 677                        | 181 540                           | 1 070 708               | 5898                                | 3260                                                               | 2637                                                       |
| 1997      | 728 161                        | 4.03                         | 180 833                        | 196 170                            | 193 339                        | 187 017                           | 1 101 478               | 5890                                | 3270                                                               | 2620                                                       |
| 1998      | 744 777                        | 3.98                         | 187 317                        | 205 845                            | 201 008                        | 194 435                           | 1 093 508               | 5624                                | 3280                                                               | 2344                                                       |
| 1999      | 761 772                        | 3.93                         | 194 034                        | 215 097                            | 210 471                        | 203 589                           | 1 209 154               | 5939                                | 3289                                                               | 2650                                                       |
| 2000      | 779 154                        | 3.88                         | 200 991                        | 224 176                            | 219 637                        | 212 454                           | 1 352 024               | 6364                                | 3299                                                               | 3065                                                       |
| 2001      | 801 137                        | 3.82                         | 209 510                        | 233 491                            | 228 834                        | 221 351                           | 1 467 554               | 6630                                | 3309                                                               | 3321                                                       |
| 2002      | 822 874                        | 3.77                         | 218 224                        | 243 565                            | 238 528                        | 230 728                           | 1 370 867               | 5941                                | 3318                                                               | 2623                                                       |
| 2003      | 844 422                        | 3.72                         | 227 128                        | 256 792                            | 250 045                        | 241 869                           | 1 521 116               | 6289                                | 3425                                                               | 2864                                                       |
| 2004      | 865 822                        | 3.67                         | 236 211                        | 269 392                            | 261 787                        | 253 227                           | 1 495 149               | 5904                                | 3240                                                               | 2665                                                       |
| Promedio: |                                |                              |                                |                                    |                                |                                   |                         | <b>5996</b>                         | <b>3289</b>                                                        | <b>2707</b>                                                |

características que influyen en los altos consumos de energía eléctrica. Se destaca la imperante necesidad de la utilización de equipos de climatización, por razones de salud más que de confort, por lo que es inevitable el aumento en el consumo de energía eléctrica en la época de calor.



Algoritmo resultante:

$$HG = 11.4216(1.0768)^T$$

T dada en °F, se obtiene HG en hrs°F

Figura 3.15 Horas-grado mensuales, medidas versus calculadas por regresión exponencial

De acuerdo a lo expresado en las Tablas de la 2.13 a la 2.16, de diciembre de 2004 a diciembre de 2005 el costo de la energía eléctrica aumentó en promedio 5.87%, representando una cifra mayor que la inflación que en el año 2005 fue de 3.3% (Banco de México, 2006), en lo que corresponde a diciembre de 2005 a diciembre de 2006 dichos costos se incrementaron en promedio 3.87%, siendo que la inflación en ese lapso fue de 4.05% (Banco de México, 2007), mientras que el incremento en el costo de la energía eléctrica previamente determinado para el

Tabla 3.3 Horas-grado mayores a 25.6°C (78°F) en la ciudad de Mexicali,  
mayo a octubre de 1994 a 2004

| Año \ Mes  | Mayo              | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Mayo                                      | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | HG total | kWh por climatización | Wh/HG |
|------------|-------------------|-------|-------|--------|------------|---------|-------------------------------------------|-------|-------|--------|------------|---------|----------|-----------------------|-------|
|            | Temperaturas (°F) |       |       |        |            |         | Horas grado (HG) superior a 25.6°C (78°F) |       |       |        |            |         |          |                       |       |
| 1994       | 78.6              | 91.8  | 93.9  | 96.3   | 90.9       | 75.6    | 3835                                      | 10137 | 11894 | 14141  | 9484       | 3058    | 52549    | 2514                  | 47.8  |
| 1995       | 75.2              | 85.8  | 94.3  | 96.8   | 92.7       | 78.3    | 2977                                      | 6532  | 12215 | 14718  | 10835      | 3734    | 51011    | 2474                  | 48.5  |
| 1996       | 83.1              | 89.8  | 96.8  | 95.7   | 87.6       | 76.5    | 5350                                      | 8756  | 14718 | 13588  | 7463       | 3268    | 53142    | 2637                  | 49.6  |
| 1997       | 87.3              | 87.8  | 92.3  | 96.6   | 90.1       | 75.0    | 7267                                      | 7563  | 10550 | 14523  | 8992       | 2938    | 51833    | 2620                  | 50.5  |
| 1998       | 75.6              | 85.3  | 96.6  | 97.5   | 88.9       | 76.3    | 3058                                      | 6276  | 14523 | 15523  | 8192       | 3225    | 50797    | 2344                  | 46.2  |
| 1999       | 80.1              | 88.2  | 94.5  | 95.0   | 89.6       | 81.1    | 4266                                      | 7767  | 12378 | 12883  | 8640       | 4621    | 50554    | 2650                  | 52.4  |
| 2000       | 85.1              | 91.2  | 94.8  | 96.1   | 90.1       | 75.9    | 6193                                      | 9740  | 12712 | 13954  | 8992       | 3140    | 54733    | 3065                  | 56.0  |
| 2001       | 87.3              | 92.7  | 94.1  | 95.9   | 91.9       | 80.2    | 7267                                      | 10835 | 12053 | 13770  | 10273      | 4323    | 58520    | 3321                  | 56.8  |
| 2002       | 82.2              | 92.7  | 96.1  | 94.8   | 91.0       | 76.8    | 5306                                      | 10744 | 13423 | 12504  | 9781       | 2708    | 54466    | 2623                  | 48.2  |
| 2003       | 82.6              | 89.1  | 96.4  | 95.4   | 92.5       | 85.1    | 5850                                      | 8578  | 13761 | 12972  | 10532      | 6317    | 58011    | 2864                  | 49.4  |
| 2004       | 84.9              | 90.1  | 96.3  | 95.2   | 84.7       | 76.1    | 6397                                      | 9020  | 13575 | 12867  | 7113       | 2990    | 51963    | 2665                  | 51.3  |
| Promedios: | 82.0              | 89.5  | 95.1  | 95.9   | 90.0       | 77.9    | 5251                                      | 8723  | 12891 | 13768  | 9118       | 3666    | 53416    | 2707                  | 50.6  |

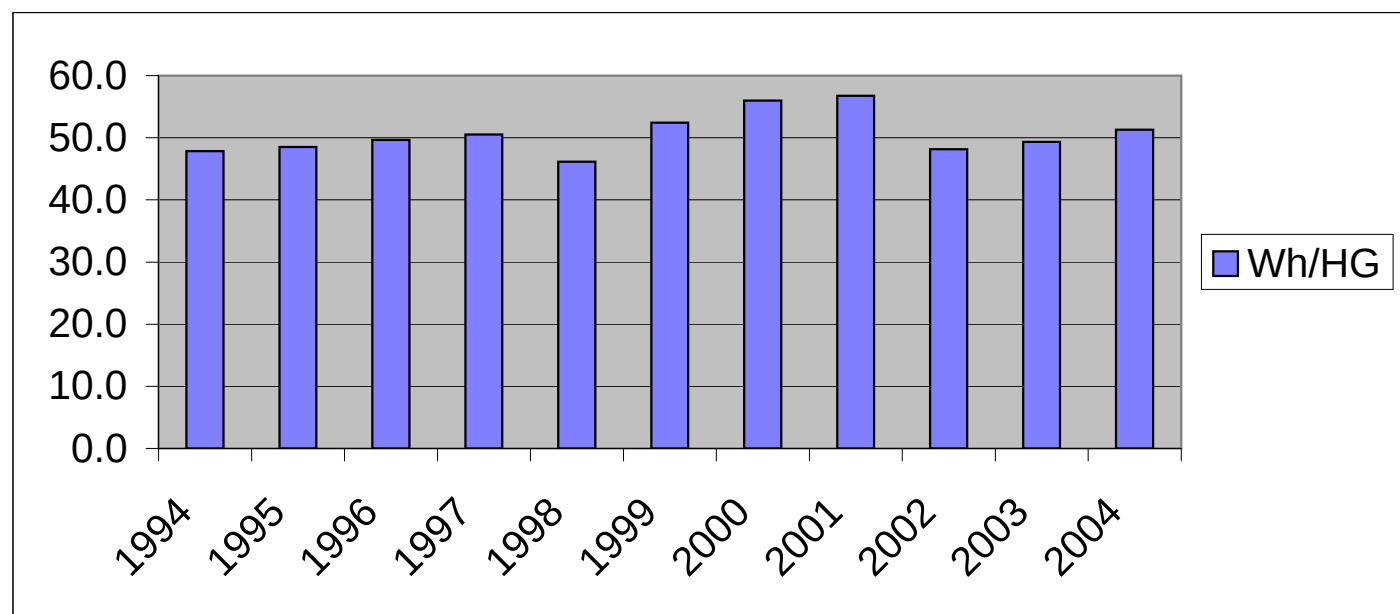


Figura 3.16 Watts hora consumido por horas-grado mayor a 25.6°C (78°F) en la ciudad de Mexicali,  
mayo a octubre de 1994 a 2004

Tabla 3.4 Horas-grado mayores a 29.4°C (85°F) en la ciudad de Mexicali, mayo a octubre de 1994 a 2004

| Mes<br><br>Año |                   |       |       |        |            |         |                                           |       |       |        |            |         | kWh por  | Wh/HG |               |
|----------------|-------------------|-------|-------|--------|------------|---------|-------------------------------------------|-------|-------|--------|------------|---------|----------|-------|---------------|
|                | Mayo              | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Mayo                                      | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | HG total |       | climatización |
|                | Temperaturas (°F) |       |       |        |            |         | Horas-grado (HG) superior a 29.4°C (85°F) |       |       |        |            |         |          |       |               |
| 1994           | 78.6              | 91.8  | 93.9  | 96.3   | 90.9       | 75.6    | 1795                                      | 6033  | 7364  | 9138   | 5553       | 1354    | 31237    | 2514  | 80.5          |
| 1995           | 75.2              | 85.8  | 94.3  | 96.8   | 92.7       | 78.3    | 1309                                      | 3488  | 7613  | 9605   | 6556       | 1736    | 30307    | 2474  | 81.6          |
| 1996           | 83.1              | 89.8  | 96.8  | 95.7   | 87.6       | 76.5    | 2719                                      | 5026  | 9605  | 8694   | 4118       | 1471    | 31633    | 2637  | 83.4          |
| 1997           | 87.3              | 87.8  | 92.3  | 96.6   | 90.1       | 75.0    | 3983                                      | 4187  | 6342  | 9447   | 5196       | 1288    | 30442    | 2620  | 86.1          |
| 1998           | 75.6              | 85.3  | 96.6  | 97.5   | 88.9       | 76.3    | 1354                                      | 3318  | 9447  | 10265  | 4626       | 1446    | 30456    | 2344  | 77.0          |
| 1999           | 80.1              | 88.2  | 94.5  | 95.0   | 89.6       | 81.1    | 2050                                      | 4328  | 7740  | 8135   | 4943       | 2265    | 29462    | 2650  | 89.9          |
| 2000           | 85.1              | 91.2  | 94.8  | 96.1   | 90.1       | 75.9    | 3264                                      | 5740  | 8001  | 8988   | 5196       | 1399    | 32588    | 3065  | 94.0          |
| 2001           | 87.3              | 92.7  | 94.1  | 95.9   | 91.9       | 80.2    | 3983                                      | 6556  | 7487  | 8840   | 6134       | 2084    | 35085    | 3321  | 94.7          |
| 2002           | 82.2              | 92.7  | 96.1  | 94.8   | 91.0       | 76.8    | 2639                                      | 6753  | 8480  | 7743   | 5807       | 1074    | 32496    | 2623  | 80.7          |
| 2003           | 82.6              | 89.1  | 96.4  | 95.4   | 92.5       | 85.1    | 3179                                      | 5084  | 8793  | 7929   | 6183       | 3204    | 34372    | 2864  | 83.3          |
| 2004           | 84.9              | 90.1  | 96.3  | 95.2   | 84.7       | 76.1    | 3311                                      | 5373  | 8738  | 8063   | 4070       | 1380    | 30936    | 2665  | 86.1          |
| Promedios:     | 82.0              | 89.5  | 95.1  | 95.9   | 90.0       | 77.9    | 2690                                      | 5081  | 8146  | 8804   | 5307       | 1700    | 31729    | 2707  | 85.2          |

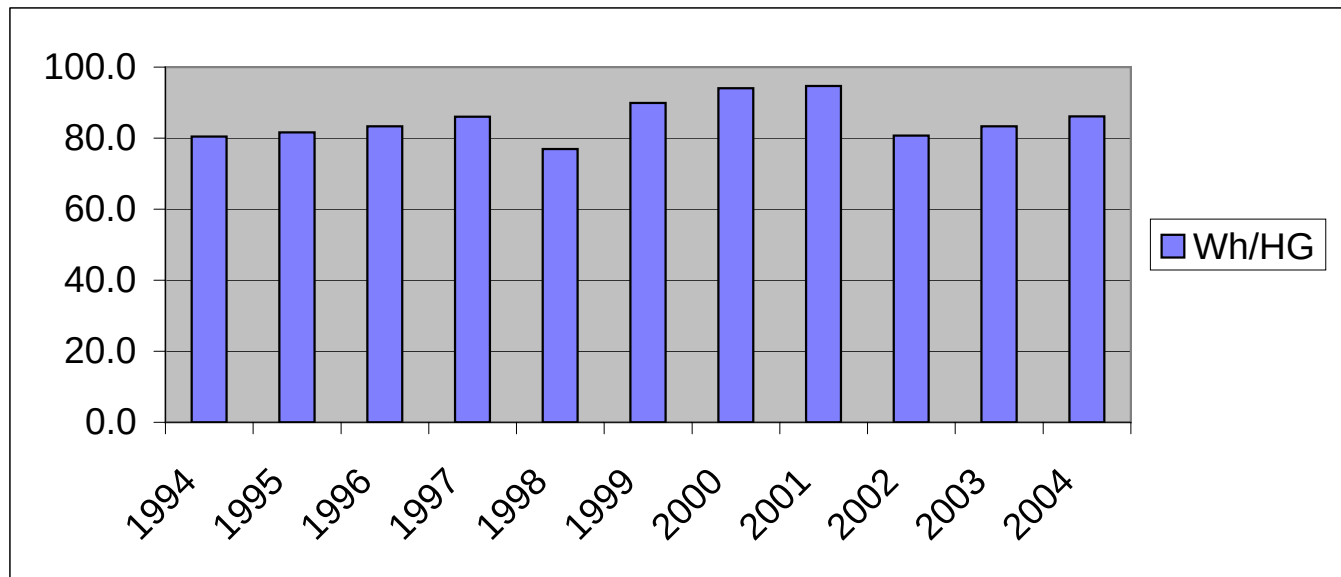


Figura 3.17 Watts hora consumido por horas-grado mayor a 29.4°C (85°F) en la ciudad de Mexicali, mayo a octubre de 1994 a 2004

año 2007 es de 3.72% para la tarifa de invierno y 3.47% para la de verano, contra una inflación esperada un poco mayor (del orden del 4%), no obstante, en la mayoría de los años anteriores se han dado mayores diferencias, casi siempre con incrementos mayores que la inflación y se espera continúe así en los próximos años.

Actualmente, el promedio nacional de pago por concepto de electricidad es de 8.7% del ingreso de la familia y en Mexicali, en el mes de agosto, la mitad de las familias pagan más del 10% de sus ingresos por concepto de energía eléctrica y el 74% de las familias pagan más del 3% de sus ingresos por servicio de electricidad. En los últimos años, el incremento en los salarios ha sido ligeramente menor que el de la inflación y no se espera que se revierta la tendencia, a menos que mejore sustancialmente la economía nacional. Con esto se resalta la necesidad de consumir menos energía eléctrica.

### **3.5. Funcionamiento de los programas de ahorro de energía**

#### **3.5.1. Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI)**

El programa de Ahorro Sistemático Integral, también denominado "Programa ASI", es una serie de subprogramas orientados al ahorro de energía a cargo de la CFE. En el Programa ASI radicado en Mexicali, se tiene toda la infraestructura para atender los diferentes subprogramas, este programa ha tenido gran aceptación, ya que ha superado las expectativas iniciales en cuanto a usuarios inscritos y ahorros en consumos eléctricos obtenidos (a excepción del subprograma IDEAA, ya que algunos usuarios reciben bonificación sin ahorrar energía) y de hecho ha servido de ejemplo (como programa piloto) para la implantación de este programa en otras localidades del país. El programa se ha extendido a las ciudades de Tampico, Mérida, Cozumel, Veracruz, Nuevo Laredo, Culiacán, Hermosillo y Reynosa.

En lo que corresponde a aislamiento de viviendas, instalación de lámparas ahorradoras y sustitución de equipos de aire acondicionado de paquete y de ventana, para el municipio de Mexicali, desde 1991 que inició el programa con el denominativo de FIPATERM hasta octubre del 2005 ya denominado ASI, se habían aplicado 87,346 acciones de aislamiento, 66,126 de

sustitución de equipos de aire acondicionado, 447,772 de sustitución de lámparas y 31,253 de sustitución de refrigeradores. En la Tabla 2.23 se presenta un desglose de la cantidad de familias beneficiadas y el tipo de acciones aplicadas por el Programa ASI en la División Baja California hasta diciembre del 2004.

El programa correspondiente al Fideicomiso No. 728 por medio del programa ASI, ha sido exitoso y se ha convertido en un modelo que se intenta reproducir a nivel nacional, y en sus diferentes acciones hasta agosto de 2003 se habían invertido 941 millones de pesos. Sin embargo, a la fecha no se ha realizado una evaluación integral del programa que permita identificar y cuantificar los impactos de las acciones realizadas sobre el desarrollo social, económico, cultural y sobre el medio ambiente, en síntesis, el programa ha permitido ahorrar energía. En las Tablas 3.3 y 3.4 y en las Figuras 3.16 y 3.17 se observan que, aunque el consumo de energía eléctrica en proporción a las horas-grado ha sido variante y ha tenido altibajas, al comparar los consumos del periodo 1999-2001, en el cual cuando solo, se sustituyeron 15,221 equipos de aire acondicionado ineficientes por eficientes, contra los consumos en el periodo 2002-2004, cuando el total de los equipos sustituidos aumentó exponencialmente, se observa una disminución en el consumo eléctrico por climatización residencial por hora-grado superior a 29.4°C (85°F) de 10.2%, aunque se conoce que esta reducción se debe principalmente al aislamiento y a la utilización de equipos eficientes, existen otros factores que contribuyen a esa disminución.

### 3.5.2. Programa de Financiamiento para la Incorporación de Medidas de Ahorro de Energía Eléctrica en Viviendas

El fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (FIDE) es un organismo de participación mixta, no lucrativo creado para promover e indicar con acciones y resultados concretos de ahorro de energía eléctrica entre los usuarios.

En el mes de septiembre del año 2004 en Mexicali, se dio arranque a un plan piloto nacional sobre "Casas ahorradoras de energía" en el fraccionamiento Valle del Puebla, iniciando con 284 habitaciones con el programa de financiamiento para la incorporación de medidas de energía eléctrica en viviendas, las viviendas son parte del fideicomiso de ahorro de energía, el cual se entrega con un aparato de refrigeración de alta eficiencia, ventanas dobles, techo aislado y focos ahorradores de energía, en 2005, logrando ahorros de alrededor de \$400.00 mensuales,



cantidad que quedará saldada de la cuenta. Las habitaciones cuentan con 120 m<sup>2</sup> de terreno, 33 m<sup>2</sup> de construcción, con un valor en 2005 de \$162,000.00. Se resalta el detalle de que no se cuenta con aislamiento en los muros, hecho que puede ser inconveniente a las intenciones de ahorro de energía. Cabe señalar que el pago de las viviendas es por separado, es por crédito Infonavit, ya que por sus condiciones se descuenta vía nómina. De acuerdo al FIDE, hasta el segundo trimestre del año 2004 se han aislado térmicamente 90,298 viviendas en el país.

El programa de sustitución de equipos de aire acondicionado, adicionalmente al programa originado en Mexicali, se ha impulsado por el FIDE en las ciudades de Tampico, Nuevo Laredo, Veracruz, Mérida y Cozumel, también con buenos resultados.

De acuerdo a la CONAE, el consumo anual de energía de los refrigeradores se ha reducido en un 52.7% de 1993 al 2002 (basándose en un refrigerador de 10 pies cúbicos), los datos relevantes se indican en la Tabla 3.5 y en la Fig. 3.18.

Tabla 3.5 Consumos de energía eléctrica típicos de refrigeradores de 283 dm<sup>3</sup> (10 pie<sup>3</sup>) en México

| Año  | Suceso                                                                                         | Consumo promedio (kWh/año) | Ahorro con respecto a 1993 (%) |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1993 | Se inicia estudio de factibilidad en la CONAE para permitir una norma de eficiencia energética | 710.8                      | -----                          |
| 1994 | Se propone la NOM-072-SCFI-1994                                                                | 582.2                      | 18.1                           |
| 1995 | Entra en vigor la NOM-072-SCFI-1994                                                            | 536.6                      | 24.5                           |
| 1997 | Entra en vigor la NOM-015-ENER-1997                                                            | 434.1                      | 38.9                           |
| 2002 | Entra en vigor la NOM-015-ENER-2002                                                            | 336.4                      | 52.7                           |
| 2007 | Continúa aplicándose la NOM-015-ENER-2002                                                      | 336.4                      | 52.7                           |

De hecho, los programas de ahorro de energía están dando resultado, aunque es necesario reforzar las investigaciones en este campo para obtener mejores resultados.

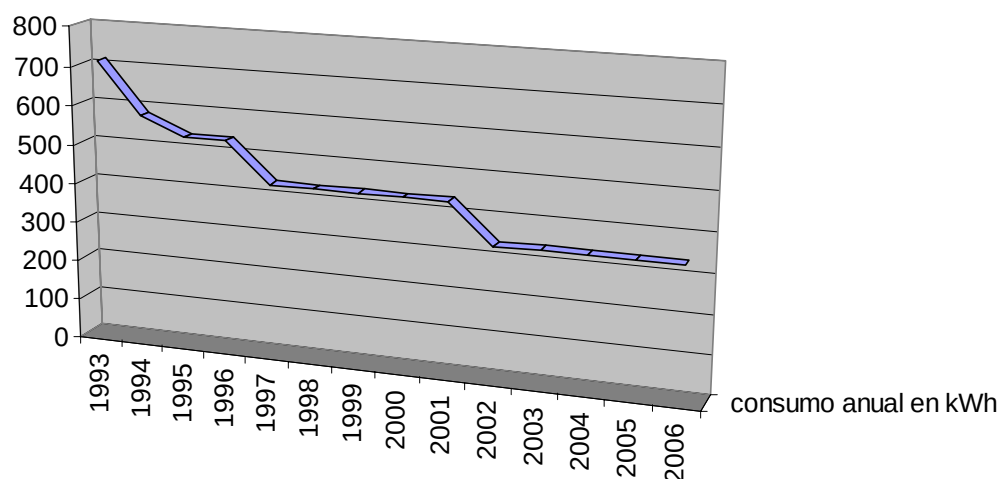


Figura 3.18 Variación de los consumos de energía eléctrica típicos de refrigeradores de 283 dm<sup>3</sup> (10 pie<sup>3</sup>) en México

### 3.5.3. Resultados en cuanto a disminución del consumo eléctrico

En las Tablas 3.2, 3.3 y 3.4 se muestra el gasto de energía eléctrica por consumidor efectivo en los últimos 11 años de acuerdo a las horas-grado, aunque sólo en los últimos tres años se observa una leve disminución con respecto a los anteriores, se sabe que existe una disminución debida a los programas de ahorro de energía, dado que se conoce que los usuarios adscritos a los planes de ahorro de energía, están consumiendo menos electricidad que antes. Otros factores que están influyendo en el consumo eléctrico son: la disminución del promedio de habitantes por vivienda; la reducción del tamaño de las viviendas; el encarecimiento de la energía eléctrica; el deterioro económico familiar, etc. Los programas de ahorro de energía están dando buenos resultados, pero serían mejores si estos tuvieran más alcance, es decir, si más usuarios aplicaran los planes de ahorro de energía y en más programas.

## **4. Pronóstico**

### **4.1. Pronóstico a mediano plazo de población, vivienda y equipamiento**

Es de gran importancia tener una visión sobre las cifras que se esperan durante el horizonte de planeación aquí indicado (20 años) sobre población, vivienda y equipamiento para la climatización de las mismas, con la finalidad de tener la mejor referencia del consumo per cápita y total de las viviendas del área de estudio (Municipio de Mexicali), por lo que en base a datos disponibles y proyecciones de los mismos por entes oficiales, se estiman a mediano plazo estos parámetros para utilizarlos en la evaluación económica y para prevenir el impacto de la aplicación o no de medidas de energía.

#### **4.1.1. Población**

Se han hecho estimaciones referentes al incremento poblacional del municipio de Mexicali para las próximas dos décadas, una de las más aceptadas es la que presenta el Consejo Nacional de Población (CONAPO) que se muestran en las Tablas A4.1, A4.2 y A4.3 del Anexo 4; por población total, sexo y rango de edad desde el año 2000 al 2030, cubriendo por completo y sobrepasando el período de planeación (2006-2026). En términos generales, el incremento que se

considera es del 2 % anual, en el cual la población del municipio pasaría de 779,154 habitantes a mitad del año 2000 a 1,410,754 a mitad del año 2030. Existen otros pronósticos oficiales que estiman un crecimiento anual del 2.5%, dicho porcentaje parece un poco alto al compararlo con el crecimiento que se ha tenido de 1980 a 2000 (Tabla 2.7) y observando que los incrementos poblacionales han sufrido una baja. Los primeros datos arrojados por el conteo de población y vivienda realizado en 2005 tienden a confirmar la disminución de la tasa de incremento poblacional (INEGI, 2005). En la Fig. 4.1 se observa el crecimiento poblacional del municipio de Mexicali; censado de 1910 a 2000 y pronosticado de 2010 a 2030, mientras que en la Tabla 4.1 se presentan los pronósticos proporcionados por la CONAPO de población nacional, de Baja California y de Mexicali para el período 2000-2030 en el cual se incluye el centro de población, mismo que se considera a la ciudad de Mexicali absorbiendo centros poblacionales suburbanos que ya pasan a formar parte de la mancha urbana.

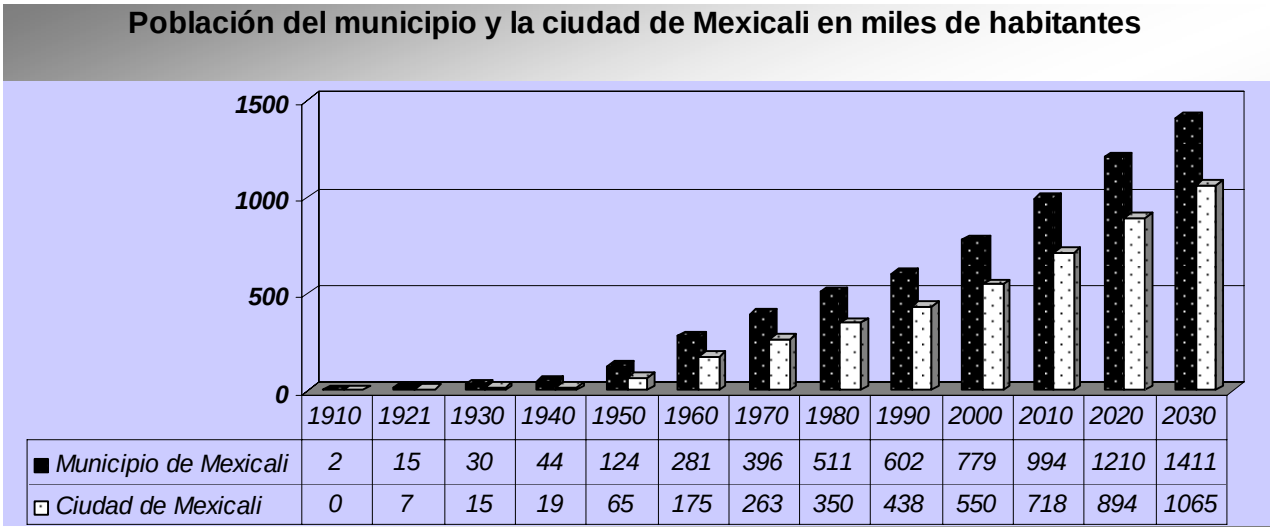


Figura 4.1 Población del municipio de Mexicali censada 1910-2000 y pronosticada 2010-2030

#### 4.1.2. Vivienda

La dinámica del incremento de vivienda en la Ciudad de Mexicali en las últimas décadas ha sido diferente al de la población ya que de 1970 a 1980 la tasa anual de crecimiento de vivienda fue de 2.08% contra 2.8% de la población, de 1980 a 1990 de 4.5% contra 2.2% de la población y de 1990 a 1995 de 3.85% contra 2.9% de la población (XV Ayuntamiento de Mexicali, 1998). En 1997 se contaba con 5.02% de viviendas residenciales, 5.19% medias, 71.01% populares, 18.46% deficientes y 0.32% precarias. Se contaba con 6.8% de viviendas que

Tabla 4.1 Pronósticos de población nacional, de Baja California y de Mexicali, a mitad de año 2000-2030

| Año  | República Mexicana | Baja California | Municipio de Mexicali | Centro de Población Mexicali |
|------|--------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------|
| 2000 | 100 569 263        | 2 540 519       | <b>779 154</b>        | 616895                       |
| 2001 | 101 826 249        | 2 623 527       | <b>801 137</b>        | 635782                       |
| 2002 | 103 039 964        | 2 705 614       | <b>822 874</b>        | 654555                       |
| 2003 | 104 213 503        | 2 786 944       | <b>844 422</b>        | 673258                       |
| 2004 | 105 349 837        | 2 867 630       | <b>865 822</b>        | 691922                       |
| 2005 | 106 451 679        | 2 947 836       | <b>887 128</b>        | 710590                       |
| 2006 | 107 525 207        | 3 027 728       | <b>908 395</b>        | 729305                       |
| 2007 | 108 576 411        | 3 107 509       | <b>929 686</b>        | 748118                       |
| 2008 | 109 607 255        | 3 187 233       | <b>951 019</b>        | 767044                       |
| 2009 | 110 619 340        | 3 266 943       | <b>972 409</b>        | 786095                       |
| 2010 | 111 613 906        | 3 346 657       | <b>993 861</b>        | 805276                       |
| 2011 | 112 591 898        | 3 426 387       | <b>1 015 378</b>      | 824588                       |
| 2012 | 113 553 916        | 3 506 123       | <b>1 036 955</b>      | 844030                       |
| 2013 | 114 500 185        | 3 585 848       | <b>1 058 587</b>      | 863595                       |
| 2014 | 115 430 657        | 3 665 488       | <b>1 080 248</b>      | 883265                       |
| 2015 | 116 344 933        | 3 745 015       | <b>1 101 930</b>      | 903032                       |
| 2016 | 117 242 286        | 3 824 379       | <b>1 123 614</b>      | 922880                       |
| 2017 | 118 121 705        | 3 903 504       | <b>1 145 275</b>      | 942790                       |
| 2018 | 118 981 977        | 3 982 313       | <b>1 166 889</b>      | 962742                       |
| 2019 | 119 821 678        | 4 060 700       | <b>1 188 423</b>      | 982707                       |
| 2020 | 120 639 160        | 4 138 565       | <b>1 209 846</b>      | 1002660                      |
| 2021 | 121 432 566        | 4 215 810       | <b>1 231 128</b>      | 1022575                      |
| 2022 | 122 200 071        | 4 292 333       | <b>1 252 238</b>      | 1042426                      |
| 2023 | 122 939 920        | 4 368 014       | <b>1 273 140</b>      | 1062181                      |
| 2024 | 123 650 367        | 4 442 725       | <b>1 293 796</b>      | 1081808                      |
| 2025 | 124 329 636        | 4 516 360       | <b>1 314 176</b>      | 1101279                      |
| 2026 | 124 975 961        | 4 588 759       | <b>1 334 234</b>      | 1120556                      |
| 2027 | 125 587 863        | 4 659 857       | <b>1 353 951</b>      | 1139621                      |
| 2028 | 126 164 122        | 4 729 525       | <b>1 373 291</b>      | 1158440                      |
| 2029 | 126 703 740        | 4 797 695       | <b>1 392 234</b>      | 1176995                      |
| 2030 | 127 205 586        | 4 864 276       | <b>1 410 754</b>      | 1195261                      |

necesitan reposición (XV Ayuntamiento de Mexicali, 1998). Por otro lado, la cantidad de habitantes por vivienda en el municipio de Mexicali ha disminuido de 5.0 en 1980, a 4.4 en 1990, a 4.1 en 1995 y a 3.9 en 2000 (INEGI, 1980, 1990, 1995 y 2000).

De acuerdo al programa estatal de vivienda de Baja California, en 1995 en el Municipio de Mexicali se tenían 4.13 habitantes por vivienda (SAHOPE, 1998) y de acuerdo a la tendencia, esta cifra seguirá disminuyendo dado a que, además de que las familias cada vez son menos numerosas, también existe una tendencia a que residan cada vez menos familias por vivienda. En la Figura 4.2 se presenta el pronóstico de población y vivienda 2006-2026 para el municipio de Mexicali, basada en los datos de la Tabla 4.2. La cantidad de ocupantes por vivienda, por tamaño de la misma y del porcentaje de viviendas de acuerdo al número de cuartos para el año 1995 se indicaron en la Tabla 2.8, además en la Tabla 4.2 se indican las proyecciones de vivienda, hogares, vivienda a nivel nacional, estado de Baja California, Municipio de Mexicali y Centro de Población de Mexicali, además del factor de ocupación por vivienda esperado. Es de observarse que en el año 2026, que es el final del período de planeación, se tendrán para el municipio de Mexicali un poco más de 467,000 viviendas, considerando que el 6.8% de las viviendas existentes, que son 17,336, para el año 2006 deberán demolerse y reponerse, aunado al incremento de viviendas para el período 2006-2026, de 212,460 (expresado en Tabla 4.2) en los próximos 20 años por lo menos se construirán 229,796 viviendas.

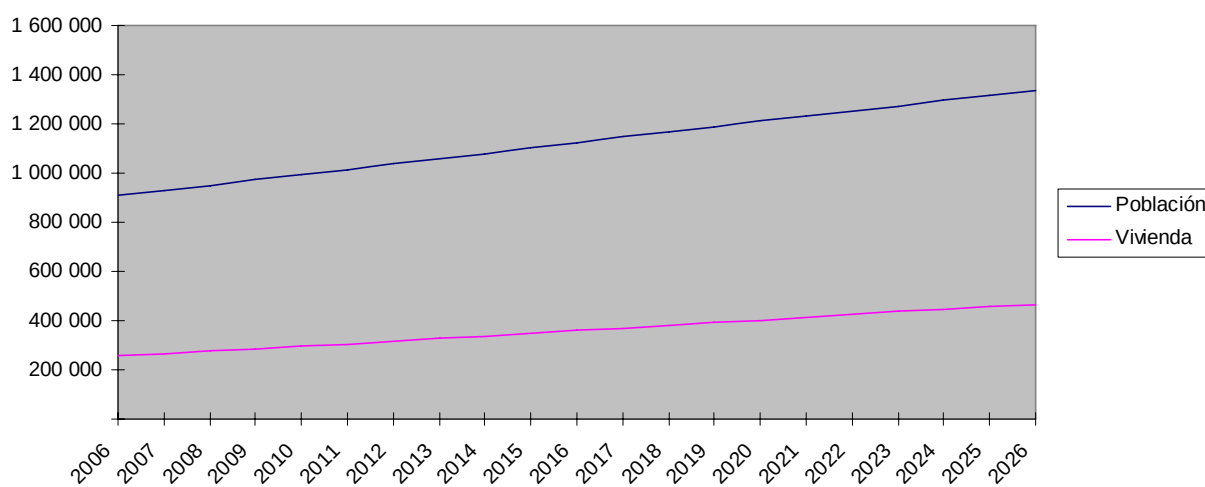


Figura 4.2 Pronósticos de población y vivienda del Municipio de Mexicali 2006-2026

Tabla 4.2 Pronósticos de vivienda en Baja California y en Mexicali, a mitad de año 2000-2030

| Año  | República Mexicana |            |                     | Baja California |           |                     |           |                        | Municipio de Mexicali |         |                     |                |                        | Centro de Población Mexicali |         |           |
|------|--------------------|------------|---------------------|-----------------|-----------|---------------------|-----------|------------------------|-----------------------|---------|---------------------|----------------|------------------------|------------------------------|---------|-----------|
|      | Población          | Hogares    | Ocupantes por hogar | Población       | Hogares   | Ocupantes por hogar | Viviendas | Ocupantes por vivienda | Población             | Hogares | Ocupantes por hogar | Viviendas      | Ocupantes por vivienda | Población                    | Hogares | Viviendas |
| 2000 | 100 569 263        | 22 829 085 | 4.405               | 2 540 519       | 620 093   | 4.097               | 649 066   | 3.914                  | 779 154               | 192 019 | 4.058               | <b>200 991</b> | 3.877                  | 616 895                      | 152 031 | 159 134   |
| 2001 | 101 826 249        | 23 476 796 | 4.337               | 2 623 527       | 649 181   | 4.041               | 679 513   | 3.861                  | 801 137               | 200 158 | 4.003               | <b>209 510</b> | 3.824                  | 635 782                      | 158 845 | 166 267   |
| 2002 | 103 039 964        | 24 131 817 | 4.270               | 2 705 614       | 678 918   | 3.985               | 710 640   | 3.807                  | 822 874               | 208 483 | 3.947               | <b>218 224</b> | 3.771                  | 654 555                      | 165 838 | 173 586   |
| 2003 | 104 213 503        | 24 793 259 | 4.203               | 2 786 944       | 709 287   | 3.929               | 742 428   | 3.754                  | 844 422               | 216 990 | 3.892               | <b>227 128</b> | 3.718                  | 673 258                      | 173 006 | 181 089   |
| 2004 | 105 349 837        | 25 460 325 | 4.138               | 2 867 630       | 740 247   | 3.874               | 774 834   | 3.701                  | 865 822               | 225 667 | 3.837               | <b>236 211</b> | 3.665                  | 691 922                      | 180 342 | 188 768   |
| 2005 | 106 451 679        | 26 132 343 | 4.074               | 2 947 836       | 771 815   | 3.819               | 807 877   | 3.649                  | 887 128               | 234 521 | 3.783               | <b>245 479</b> | 3.614                  | 710 590                      | 187 852 | 196 629   |
| 2006 | 107 525 207        | 26 809 253 | 4.011               | 3 027 728       | 804 000   | 3.766               | 841 566   | 3.598                  | 908 395               | 243 557 | 3.730               | <b>254 937</b> | 3.563                  | 729 305                      | 195 539 | 204 676   |
| 2007 | 108 576 411        | 27 490 568 | 3.950               | 3 107 509       | 836 795   | 3.714               | 875 893   | 3.548                  | 929 686               | 252 772 | 3.678               | <b>264 583</b> | 3.514                  | 748 118                      | 203 406 | 212 910   |
| 2008 | 109 607 255        | 28 175 003 | 3.890               | 3 187 233       | 870 156   | 3.663               | 910 813   | 3.499                  | 951 019               | 262 155 | 3.628               | <b>274 404</b> | 3.466                  | 767 044                      | 211 441 | 221 321   |
| 2009 | 110 619 340        | 28 861 724 | 3.833               | 3 266 943       | 904 085   | 3.614               | 946 327   | 3.452                  | 972 409               | 271 708 | 3.579               | <b>284 403</b> | 3.419                  | 786 095                      | 219 649 | 229 912   |
| 2010 | 111 613 906        | 29 549 890 | 3.777               | 3 346 657       | 938 547   | 3.566               | 982 400   | 3.407                  | 993 861               | 281 421 | 3.532               | <b>294 570</b> | 3.374                  | 805 276                      | 228 021 | 238 675   |
| 2011 | 112 591 898        | 30 240 061 | 3.723               | 3 426 387       | 973 599   | 3.519               | 1 019 089 | 3.362                  | 1 015 378             | 291 311 | 3.486               | <b>304 923</b> | 3.330                  | 824 588                      | 236 574 | 247 628   |
| 2012 | 113 553 916        | 30 931 303 | 3.671               | 3 506 123       | 1 009 180 | 3.474               | 1 056 333 | 3.319                  | 1 036 955             | 301 361 | 3.441               | <b>315 442</b> | 3.287                  | 844 030                      | 245 293 | 256 754   |
| 2013 | 114 500 185        | 31 621 204 | 3.621               | 3 585 848       | 1 045 196 | 3.431               | 1 094 032 | 3.278                  | 1 058 587             | 311 543 | 3.398               | <b>326 100</b> | 3.246                  | 863 595                      | 254 157 | 266 032   |
| 2014 | 115 430 657        | 32 308 482 | 3.573               | 3 665 488       | 1 081 589 | 3.389               | 1 132 125 | 3.238                  | 1 080 248             | 321 840 | 3.356               | <b>336 878</b> | 3.207                  | 883 265                      | 263 152 | 275 448   |
| 2015 | 116 344 933        | 32 991 254 | 3.527               | 3 745 015       | 1 118 320 | 3.349               | 1 170 572 | 3.199                  | 1 101 930             | 332 240 | 3.317               | <b>347 764</b> | 3.169                  | 903 032                      | 272 271 | 284 993   |
| 2016 | 117 242 286        | 33 668 954 | 3.482               | 3 824 379       | 1 155 393 | 3.310               | 1 209 378 | 3.162                  | 1 123 614             | 342 746 | 3.278               | <b>358 760</b> | 3.132                  | 922 880                      | 281 514 | 294 668   |
| 2017 | 118 121 705        | 34 339 311 | 3.440               | 3 903 504       | 1 192 638 | 3.273               | 1 248 363 | 3.127                  | 1 145 275             | 353 305 | 3.242               | <b>369 813</b> | 3.097                  | 942 790                      | 290 841 | 304 430   |
| 2018 | 118 981 977        | 35 000 103 | 3.399               | 3 982 313       | 1 229 880 | 3.238               | 1 287 345 | 3.093                  | 1 166 889             | 363 867 | 3.207               | <b>380 869</b> | 3.064                  | 962 742                      | 300 209 | 314 236   |
| 2019 | 119 821 678        | 35 649 871 | 3.361               | 4 060 700       | 1 267 087 | 3.205               | 1 326 290 | 3.062                  | 1 188 423             | 374 423 | 3.174               | <b>391 918</b> | 3.032                  | 982 707                      | 309 610 | 324 077   |
| 2020 | 120 639 160        | 36 286 303 | 3.325               | 4 138 565       | 1 304 190 | 3.173               | 1 365 127 | 3.032                  | 1 209 846             | 384 953 | 3.143               | <b>402 939</b> | 3.003                  | 1 002 660                    | 319 029 | 333 936   |
| 2021 | 121 432 566        | 36 909 561 | 3.290               | 4 215 810       | 1 341 186 | 3.143               | 1 403 852 | 3.003                  | 1 231 128             | 395 455 | 3.113               | <b>413 932</b> | 2.974                  | 1 022 575                    | 328 465 | 343 812   |
| 2022 | 122 200 071        | 37 518 565 | 3.257               | 4 292 333       | 1 377 926 | 3.115               | 1 442 308 | 2.976                  | 1 252 238             | 405 887 | 3.085               | <b>424 852</b> | 2.947                  | 1 042 426                    | 337 881 | 353 668   |
| 2023 | 122 939 920        | 38 112 124 | 3.226               | 4 368 014       | 1 414 296 | 3.088               | 1 480 378 | 2.951                  | 1 273 140             | 416 216 | 3.059               | <b>435 663</b> | 2.922                  | 1 062 181                    | 347 249 | 363 474   |
| 2024 | 123 650 367        | 38 689 392 | 3.196               | 4 442 725       | 1 450 264 | 3.063               | 1 518 026 | 2.927                  | 1 293 796             | 426 432 | 3.034               | <b>446 356</b> | 2.899                  | 1 081 808                    | 356 561 | 373 221   |
| 2025 | 124 329 636        | 39 248 861 | 3.168               | 4 516 360       | 1 485 830 | 3.040               | 1 555 254 | 2.904                  | 1 314 176             | 436 536 | 3.010               | <b>456 933</b> | 2.876                  | 1 101 279                    | 365 817 | 382 910   |
| 2026 | 124 975 961        | 39 791 720 | 3.141               | 4 588 759       | 1 521 007 | 3.017               | 1 592 075 | 2.882                  | 1 334 234             | 446 533 | 2.988               | <b>467 397</b> | 2.855                  | 1 120 556                    | 375 021 | 392 544   |
| 2027 | 125 587 863        | 40 318 207 | 3.115               | 4 659 857       | 1 555 730 | 2.995               | 1 628 420 | 2.862                  | 1 353 951             | 456 405 | 2.967               | <b>477 730</b> | 2.834                  | 1 139 621                    | 384 156 | 402 106   |
| 2028 | 126 164 122        | 40 827 597 | 3.090               | 4 729 525       | 1 589 945 | 2.975               | 1 664 234 | 2.842                  | 1 373 291             | 466 137 | 2.946               | <b>487 916</b> | 2.815                  | 1 158 440                    | 393 209 | 411 582   |
| 2029 | 126 703 740        | 41 319 393 | 3.066               | 4 797 695       | 1 623 638 | 2.955               | 1 699 501 | 2.823                  | 1 392 234             | 475 724 | 2.927               | <b>497 951</b> | 2.796                  | 1 176 995                    | 402 177 | 420 968   |
| 2030 | 127 205 586        | 41 792 716 | 3.044               | 4 864 276       | 1 656 811 | 2.936               | 1 734 224 | 2.805                  | 1 410 754             | 485 168 | 2.908               | <b>507 837</b> | 2.778                  | 1 195 261                    | 411 058 | 430 265   |

### 4.1.3. Equipamiento

El equipamiento para enfriamiento debe ir apegado al tipo de vivienda, en cuanto a refrigeradores en 1995 el promedio de capacidad era de  $450.5 \text{ dm}^3$  ( $15.91 \text{ pie}^3$ ) cuando el promedio de ocupación por vivienda era de 4.1, ahora, considerando una disminución del número de ocupantes por vivienda en el horizonte de evaluación y una duración de las unidades de 14 años. En la Tabla 4.3 se indica la demanda de refrigeradores para dicho periodo, de la cual se resalta que en el municipio de Mexicali anualmente se deberán adquirir más de 22,000 refrigeradores con un total de poco más de 620,000 unidades en 20 años, también se observa que la demanda de volumen a refrigerar pasará de aproximadamente  $99,081,000 \text{ dm}^3$  ( $3,499,000 \text{ pie}^3$ ) en el año 2006 a  $145,549,000 \text{ dm}^3$  ( $5,140,000 \text{ pie}^3$ ) en el año 2026. conforme a la CONAE, el consumo de energía de los refrigeradores ha estado disminuyendo, y los consumos dependen de la norma a que han estado sujetos. En la Tabla 2.1 se indican los consumos, considerando un 38% del tiempo de funcionamiento del compresor, y basándose en la información sobre consumos de Mexicali en 1995, se puede estimar la demanda de potencia por  $\text{dm}^3$  (o por  $\text{pie}^3$ ) del refrigerador de acuerdo al año de fabricación y norma a que estuvieron sujetos, por lo que los que cumplen con la norma NOM-015-ENER-2002 (los fabricados del 2002 en adelante) tienen una demanda de  $0.355 \text{ W/dm}^3$  ( $10.05 \text{ W/pie}^3$ ), los sujetos a la NOM-015-ENER-1997 (los fabricados del año 1997 al 2001) tienen una demanda de  $0.458 \text{ W/dm}^3$  ( $12.97 \text{ W/pie}^3$ ), los fabricados en 1995 una de  $0.498 \text{ W/dm}^3$  ( $14.11 \text{ W/pie}^3$ ) y los que se adquirieron usados antes de 1995 una de  $0.867 \text{ W/dm}^3$  ( $24.56 \text{ W/pie}^3$ ). Con refrigeradores que cumplan con la norma NOM-015-ENER-2002, en el año 2026 sólo se requerirán 51.66 MW de demanda de potencia para refrigeradores en el municipio de Mexicali. Es de esperarse que con el paso del tiempo deberán surgir nuevas normas que obliguen a menores consumos eléctricos que los aquí indicados por lo que estas cifras deberán mejorarse.

En lo que respecta a equipos de aire acondicionado, se observa que casi la totalidad de las viviendas indicadas en la Tabla 4.2 para el Municipio de Mexicali, requerirán este tipo de equipamiento, ya que el porcentaje de habitaciones con enfriadores evaporativos ha ido disminuyendo, de tal forma que se redujo a 16% en 2003. La capacidad del equipo de aire acondicionado depende del tamaño y condiciones de la habitación, así como de la eficiencia de los equipos que se instalen y las condiciones de la vivienda. En 1995 cuando la eficiencia energética de los equipos era de  $\text{REEE} = 2.11 \text{ W}_t/\text{W}_e$  ( $\text{REEE} = 7.2 \text{ Btu/Wh}$ ) se tenían 2.65 ton por vivienda y 1.85 ton por equipo (Pérez T. y otros, 1996).



Tabla 4.3 Pronóstico de demanda de adquisición de refrigeradores para el municipio de Mexicali

| Año                 | Viviendas | Ocupantes por vivienda | Demanda por vivienda pie <sup>3</sup> | Demanda por vivienda dm <sup>3</sup> | Demanda total pie <sup>3</sup> | Demanda total miles de dm <sup>3</sup> | Unidades adquiridas en nuevas viviendas | Unidades adquiridas por reposición | Adquisición de unidades | Adquisición de pie <sup>3</sup> de capacidad | Adquisición de miles de dm <sup>3</sup> de capacidad | Demanda de potencia por pie <sup>3</sup> W | Demanda de potencia por dm <sup>3</sup> W | Demanda de potencia por vivienda W | Demanda de potencia total MW |
|---------------------|-----------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| 1995                | 168 531   | 4.130                  | 15.91                                 | 451                                  | 2681332                        | 75927                                  |                                         |                                    |                         |                                              |                                                      | 23.81                                      | 0.841                                     | 379                                | 63.85                        |
| 2005                | 245 479   | 3.614                  | 13.92                                 | 394                                  | 3417483                        | 96772                                  |                                         |                                    |                         |                                              |                                                      | 12.53                                      | 0.442                                     | 174                                | 42.81                        |
| 2006                | 254 937   | 3.563                  | 13.73                                 | 389                                  | 3499410                        | 99092                                  | 9458                                    | 13010                              | 22468                   | 308408                                       | 8733                                                 | 11.70                                      | 0.413                                     | 161                                | 40.95                        |
| 2007                | 264 583   | 3.514                  | 13.54                                 | 383                                  | 3581430                        | 101415                                 | 9646                                    | 13706                              | 23352                   | 316100                                       | 8951                                                 | 10.93                                      | 0.386                                     | 148                                | 39.16                        |
| 2008                | 274 404   | 3.466                  | 13.35                                 | 378                                  | 3663611                        | 103742                                 | 9822                                    | 14402                              | 24224                   | 323417                                       | 9158                                                 | 10.22                                      | 0.361                                     | 136                                | 37.44                        |
| 2009                | 284 403   | 3.419                  | 13.17                                 | 373                                  | 3746011                        | 106075                                 | 9999                                    | 15098                              | 25097                   | 330571                                       | 9361                                                 | 10.17                                      | 0.359                                     | 134                                | 38.10                        |
| 2010                | 294 570   | 3.374                  | 13.00                                 | 368                                  | 3828651                        | 108415                                 | 10167                                   | 15794                              | 25961                   | 337423                                       | 9555                                                 | 10.13                                      | 0.358                                     | 132                                | 38.79                        |
| 2011                | 304 923   | 3.330                  | 12.83                                 | 363                                  | 3911541                        | 110763                                 | 10353                                   | 16490                              | 26843                   | 344336                                       | 9751                                                 | 10.10                                      | 0.357                                     | 130                                | 39.52                        |
| 2012                | 315 442   | 3.287                  | 12.66                                 | 359                                  | 3994662                        | 113116                                 | 10519                                   | 17186                              | 27705                   | 350853                                       | 9935                                                 | 10.08                                      | 0.356                                     | 128                                | 40.27                        |
| 2013                | 326 100   | 3.246                  | 12.51                                 | 354                                  | 4077995                        | 115476                                 | 10658                                   | 17882                              | 28540                   | 356899                                       | 10106                                                | 10.06                                      | 0.355                                     | 126                                | 41.04                        |
| 2014                | 336 878   | 3.207                  | 12.35                                 | 350                                  | 4161440                        | 117839                                 | 10778                                   | 18578                              | 29356                   | 362629                                       | 10269                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 124                                | 41.84                        |
| 2015                | 347 764   | 3.169                  | 12.21                                 | 346                                  | 4244965                        | 120204                                 | 10886                                   | 19274                              | 30160                   | 368150                                       | 10425                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 123                                | 42.66                        |
| 2016                | 358 760   | 3.132                  | 12.07                                 | 342                                  | 4328498                        | 122569                                 | 10996                                   | 19970                              | 30966                   | 373607                                       | 10579                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 121                                | 43.50                        |
| 2017                | 369 813   | 3.097                  | 11.93                                 | 338                                  | 4411943                        | 124932                                 | 11053                                   | 20666                              | 31718                   | 378407                                       | 10715                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 120                                | 44.34                        |
| 2018                | 380 869   | 3.064                  | 11.80                                 | 334                                  | 4495207                        | 127290                                 | 11056                                   | 21362                              | 32417                   | 382605                                       | 10834                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 119                                | 45.18                        |
| 2019                | 391 918   | 3.032                  | 11.68                                 | 331                                  | 4578162                        | 129639                                 | 11049                                   | 22058                              | 33107                   | 386733                                       | 10951                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 117                                | 46.01                        |
| 2020                | 402 939   | 3.003                  | 11.57                                 | 328                                  | 4660690                        | 131976                                 | 11021                                   | 22468                              | 33489                   | 387363                                       | 10969                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 116                                | 46.84                        |
| 2021                | 413 932   | 2.974                  | 11.46                                 | 324                                  | 4742675                        | 134298                                 | 10993                                   | 23352                              | 34346                   | 393518                                       | 11143                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 115                                | 47.66                        |
| 2022                | 424 852   | 2.947                  | 11.35                                 | 322                                  | 4823997                        | 136600                                 | 10920                                   | 24224                              | 35143                   | 399037                                       | 11299                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 114                                | 48.48                        |
| 2023                | 435 663   | 2.922                  | 11.26                                 | 319                                  | 4904518                        | 138880                                 | 10811                                   | 25097                              | 35909                   | 404244                                       | 11447                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 113                                | 49.29                        |
| 2024                | 446 356   | 2.899                  | 11.17                                 | 316                                  | 4984091                        | 141134                                 | 10693                                   | 25961                              | 36654                   | 409285                                       | 11590                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 112                                | 50.09                        |
| 2025                | 456 933   | 2.876                  | 11.08                                 | 314                                  | 5062601                        | 143357                                 | 10576                                   | 26843                              | 37419                   | 414586                                       | 11740                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 111                                | 50.88                        |
| 2026                | 467 397   | 2.855                  | 11.00                                 | 311                                  | 5139870                        | 145545                                 | 10464                                   | 27705                              | 38170                   | 419747                                       | 11886                                                | 10.05                                      | 0.355                                     | 111                                | 51.66                        |
| Total<br>2007-2026: |           |                        |                                       |                                      |                                |                                        |                                         |                                    | 620576                  | 7439509                                      | 210663                                               |                                            |                                           |                                    |                              |

En la Tabla 4.4 se indica el cálculo de la demanda de equipos de aire acondicionado, bajo el escenario de no aplicar medidas de ahorro de energía y considerando una duración de los equipos de 12 años, en donde se observa que en el municipio de Mexicali hay aproximadamente 308,000 unidades de aire acondicionado instaladas y anualmente se deberán adquirir más de 31,000 aparatos de aire acondicionado con un total de cerca de 870,000 unidades en 20 años, también se observa que la demanda de capacidad de enfriamiento a ocupar pasará de aproximadamente 493,000 ton en el año 2006 a 809,000 ton en el año 2026. Conforme a los datos del estudio realizado para Mexicali sobre consumos eléctricos en 1995 (Pérez T. y otros, 1996), se obtiene que para los equipos de aire acondicionado con una REEE =  $3.52 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (REEE = 12 Btu/Wh) se puede determinar una demanda de potencia de 870 W/ton, para los de REEE =  $2.64 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (REEE = 9 Btu/Wh) una de 1200 W/ton y para los de REEE =  $2.20 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (REEE = 7.5 Btu/Wh) una de 1440 W/ton. Manteniendo esta eficiencia en el año 2025 Con equipos de eficiencia REEE =  $3.52 \text{ W}_t/\text{W}_e$  (REEE = 12 Btu/Wh) sólo se requerirán 704 MW de demanda de potencia para aire acondicionado en el municipio de Mexicali. Ahora con viviendas cada vez más pequeñas y acondicionadas con aislamiento, además de la creciente eficiencia promedio de los equipos de aire acondicionado que se instalen, la capacidad instalada disminuirá drásticamente, debiéndose calcular por medio del simulador para cada caso específico.

## **4.2. Pronóstico de consumos eléctricos habitacionales a mediano**

### **Plazo**

En la Tabla 3.2 se muestra la tendencia de los consumos residenciales en los últimos 11 años de acuerdo al crecimiento de la población y las viviendas. En base a los pronósticos de crecimiento de población, viviendas y cantidad de consumidores (contratos con consumo) en la Tabla 4.5 y en la Fig. 4.3 se indica el pronóstico del consumo total anual y el que corresponde a la climatización (aire acondicionado, enfriadores evaporativos, ventiladores y consumo adicional del refrigerador con respecto al invierno) en el período mayo-octubre, bajo el escenario de que las viviendas seguirán con el mismo consumo, es decir, si no se refuerzan las medidas de ahorro de energía. En dicha tabla se observa que los consumos en los próximos 20 años casi se duplicarán.

Tabla 4.4 Pronóstico de demanda de adquisición de unidades de aire acondicionado para el municipio de Mexicali

| Año                 | Viviendas | Ocupantes<br>por<br>vivienda | Demanda<br>por<br>vivienda<br>ton. | Relación<br>de<br>equipos<br>de AA | Demanda<br>total<br>en<br>Toneladas | Total<br>de<br>unidades<br>instaladas | Unidades<br>adquiridas<br>en nuevas<br>viviendas | Unidades<br>adquiridas<br>por<br>reposición | Adquisición<br>de<br>unidades | Adquisición<br>de<br>Toneladas<br>de capacidad | Demanda<br>de potencia<br>por Tonelada<br>W | Demanda<br>de potencia<br>por vivienda<br>W | Demanda<br>de potencia<br>total<br>MW |
|---------------------|-----------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1995                | 168 531   | 4.130                        | 2.65                               | 0.660                              | 294761                              | 159060                                |                                                  |                                             |                               |                                                | 1520                                        | 4028                                        | 448                                   |
| 2005                | 245 479   | 3.614                        | 2.32                               | 0.840                              | 478147                              | 294869                                |                                                  |                                             |                               |                                                | 934                                         | 2165                                        | 446                                   |
| 2006                | 254 937   | 3.563                        | 2.29                               | 0.845                              | 492524                              | 308053                                | 11428                                            | 19314                                       | 30742                         | 70286                                          | 916                                         | 2095                                        | 451                                   |
| 2007                | 264 583   | 3.514                        | 2.25                               | 0.850                              | 507050                              | 321600                                | 11725                                            | 20270                                       | 31995                         | 72136                                          | 903                                         | 2035                                        | 458                                   |
| 2008                | 274 404   | 3.466                        | 2.22                               | 0.855                              | 521736                              | 335500                                | 12008                                            | 21226                                       | 33235                         | 73907                                          | 893                                         | 1985                                        | 466                                   |
| 2009                | 284 403   | 3.419                        | 2.19                               | 0.860                              | 536591                              | 349759                                | 12297                                            | 22183                                       | 34480                         | 75644                                          | 885                                         | 1942                                        | 475                                   |
| 2010                | 294 570   | 3.374                        | 2.16                               | 0.865                              | 551617                              | 364368                                | 12576                                            | 23139                                       | 35715                         | 77318                                          | 880                                         | 1904                                        | 485                                   |
| 2011                | 304 923   | 3.330                        | 2.14                               | 0.870                              | 566817                              | 379354                                | 12880                                            | 24095                                       | 36975                         | 79002                                          | 876                                         | 1871                                        | 496                                   |
| 2012                | 315 442   | 3.287                        | 2.11                               | 0.875                              | 582189                              | 394697                                | 13162                                            | 25052                                       | 38214                         | 80604                                          | 873                                         | 1842                                        | 508                                   |
| 2013                | 326 100   | 3.246                        | 2.08                               | 0.880                              | 597730                              | 410364                                | 13412                                            | 26008                                       | 39420                         | 82108                                          | 872                                         | 1815                                        | 521                                   |
| 2014                | 336 878   | 3.207                        | 2.06                               | 0.885                              | 613427                              | 426335                                | 13640                                            | 26964                                       | 40604                         | 83544                                          | 871                                         | 1791                                        | 534                                   |
| 2015                | 347 764   | 3.169                        | 2.03                               | 0.890                              | 629274                              | 442599                                | 13855                                            | 27920                                       | 41776                         | 84935                                          | 870                                         | 1769                                        | 548                                   |
| 2016                | 358 760   | 3.132                        | 2.01                               | 0.895                              | 645262                              | 459159                                | 14073                                            | 28877                                       | 42950                         | 86312                                          | 870                                         | 1748                                        | 561                                   |
| 2017                | 369 813   | 3.097                        | 1.99                               | 0.900                              | 661376                              | 475949                                | 14225                                            | 29833                                       | 44058                         | 87548                                          | 870                                         | 1729                                        | 575                                   |
| 2018                | 380 869   | 3.064                        | 1.97                               | 0.905                              | 677601                              | 492901                                | 14308                                            | 30742                                       | 45050                         | 88561                                          | 870                                         | 1710                                        | 590                                   |
| 2019                | 391 918   | 3.032                        | 1.95                               | 0.910                              | 693918                              | 510002                                | 14378                                            | 31995                                       | 46373                         | 90227                                          | 870                                         | 1693                                        | 604                                   |
| 2020                | 402 939   | 3.003                        | 1.93                               | 0.915                              | 710308                              | 527226                                | 14421                                            | 33235                                       | 47656                         | 91813                                          | 870                                         | 1676                                        | 618                                   |
| 2021                | 413 932   | 2.974                        | 1.91                               | 0.920                              | 726753                              | 544569                                | 14463                                            | 34480                                       | 48943                         | 93402                                          | 870                                         | 1660                                        | 632                                   |
| 2022                | 424 852   | 2.947                        | 1.89                               | 0.925                              | 743232                              | 561973                                | 14444                                            | 35715                                       | 50158                         | 94861                                          | 870                                         | 1645                                        | 647                                   |
| 2023                | 435 663   | 2.922                        | 1.88                               | 0.930                              | 759722                              | 579388                                | 14378                                            | 36975                                       | 51352                         | 96290                                          | 870                                         | 1631                                        | 661                                   |
| 2024                | 446 356   | 2.899                        | 1.86                               | 0.935                              | 776199                              | 596801                                | 14297                                            | 38214                                       | 52511                         | 97664                                          | 870                                         | 1618                                        | 675                                   |
| 2025                | 456 933   | 2.876                        | 1.85                               | 0.940                              | 792642                              | 614209                                | 14217                                            | 39420                                       | 53636                         | 98982                                          | 870                                         | 1606                                        | 690                                   |
| 2026                | 467 397   | 2.855                        | 1.83                               | 0.945                              | 809021                              | 631617                                | 14141                                            | 40604                                       | 54745                         | 100273                                         | 870                                         | 1594                                        | 704                                   |
| Total<br>2007-2026: |           |                              |                                    |                                    |                                     |                                       |                                                  |                                             | 869845                        | 1735132                                        |                                             |                                             |                                       |

Tabla 4.5 Pronóstico de consumos de energía eléctrica 2005-2026  
en el municipio de Mexicali por consumidor residencial

| Año  | Viviendas<br>al 30 de<br>junio | Contratos<br>al 30 de<br>junio | Consumidores<br>al 30 de<br>junio | Consumo<br>total<br>MWh | Consumo<br>por<br>climatización<br>de verano<br>MWh |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|
| 2005 | 245479                         | 272058                         | 263162                            | <b>1577996</b>          | <b>712366</b>                                       |
| 2006 | 254937                         | 282540                         | 273301                            | <b>1638791</b>          | <b>739812</b>                                       |
| 2007 | 264583                         | 293230                         | 283642                            | <b>1700798</b>          | <b>767804</b>                                       |
| 2008 | 274404                         | 304115                         | 294171                            | <b>1763934</b>          | <b>796305</b>                                       |
| 2009 | 284403                         | 315197                         | 304890                            | <b>1828211</b>          | <b>825323</b>                                       |
| 2010 | 294570                         | 326465                         | 315789                            | <b>1893565</b>          | <b>854826</b>                                       |
| 2011 | 304923                         | 337938                         | 326888                            | <b>1960113</b>          | <b>884868</b>                                       |
| 2012 | 315442                         | 349597                         | 338165                            | <b>2027735</b>          | <b>915395</b>                                       |
| 2013 | 326100                         | 361408                         | 349590                            | <b>2096246</b>          | <b>946323</b>                                       |
| 2014 | 336878                         | 373353                         | 361145                            | <b>2165527</b>          | <b>977600</b>                                       |
| 2015 | 347764                         | 385418                         | 372815                            | <b>2235508</b>          | <b>1009192</b>                                      |
| 2016 | 358760                         | 397605                         | 384603                            | <b>2306193</b>          | <b>1041102</b>                                      |
| 2017 | 369813                         | 409855                         | 396452                            | <b>2377243</b>          | <b>1073176</b>                                      |
| 2018 | 380869                         | 422107                         | 408304                            | <b>2448311</b>          | <b>1105259</b>                                      |
| 2019 | 391918                         | 434353                         | 420149                            | <b>2519337</b>          | <b>1137323</b>                                      |
| 2020 | 402939                         | 446567                         | 431965                            | <b>2590186</b>          | <b>1169306</b>                                      |
| 2021 | 413932                         | 458751                         | 443750                            | <b>2660853</b>          | <b>1201208</b>                                      |
| 2022 | 424852                         | 470853                         | 455456                            | <b>2731047</b>          | <b>1232896</b>                                      |
| 2023 | 435663                         | 482835                         | 467046                            | <b>2800543</b>          | <b>1264269</b>                                      |
| 2024 | 446356                         | 494686                         | 478509                            | <b>2869282</b>          | <b>1295301</b>                                      |
| 2025 | 456933                         | 506407                         | 489848                            | <b>2937270</b>          | <b>1325993</b>                                      |
| 2026 | 467397                         | 518005                         | 501066                            | <b>3004538</b>          | <b>1356360</b>                                      |

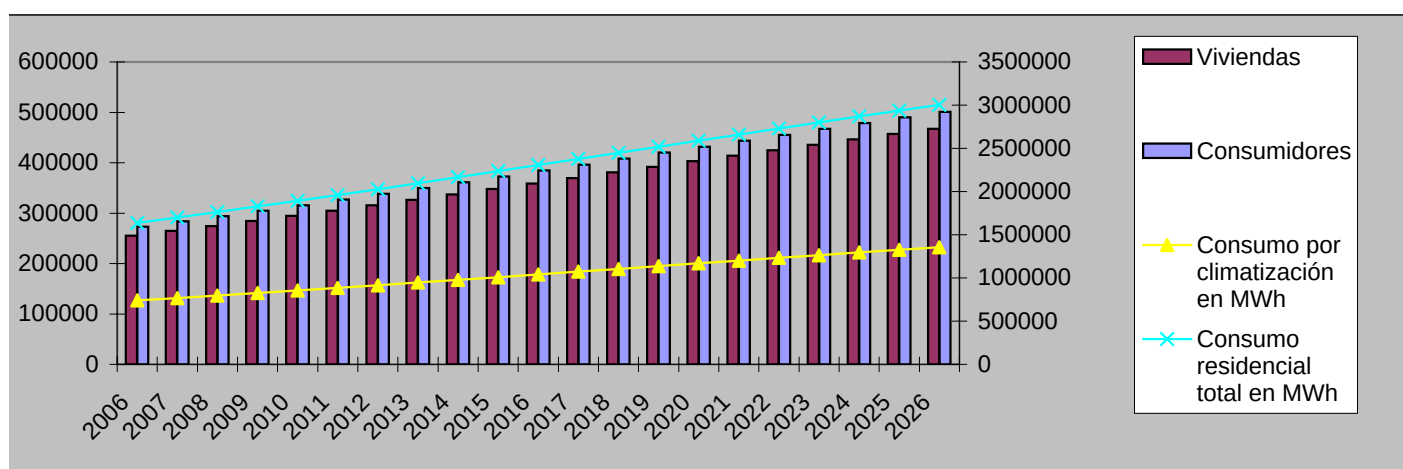


Figura 4.3 Pronóstico de viviendas, consumidores de energía eléctrica, su consumo por climatización y su consumo residencial total del municipio de Mexicali 2006-2026

## **5. Planteamiento de alternativas**

### **5.1. Alternativas para viviendas nuevas**

El tipo de vivienda que se está construyendo en la región es muy diversa, pero es fácil identificar que en su mayoría se está prefiriendo construir principalmente con muros de bloque o de ladrillo, combinando con techos de concreto preferentemente y en muy pocos casos, con techos de madera. Se conoce que prácticamente ya no se está construyendo con adobe y que es muy poco común el uso de materiales no convencionales denominados "aislantes", tal vez por el desconocimiento de sus propiedades o por la costumbre de construir con los denominados "materiales rígidos", aunque la construcción con bloque, ladrillo y concreto pesado sin aislar implica grandes consumos para climatización, es posible reducirlos al complementarlos con aislamiento térmico y con equipo de climatización eficiente.

Las alternativas que se analizaron para viviendas nuevas utilizando el simulador para calcular el equipo de climatización requerido, indicado en la Sección 2.6, están implícitos en el siguiente listado sobre la nomenclatura y características de las habitaciones:

La nomenclatura utilizada para la identificación de cada caso en estudio consta de 6 caracteres.

El primer caracter corresponde al tipo de material en muros, indicado con una letra de acuerdo a lo siguiente:

B: Bloque.

L: Ladrillo.

I: Insulpanel.

P: Perfomwall.

A: Aislapanel o Construpanel.

El segundo caracter corresponde al grosor del aislamiento con poliestireno en muros, indicado con un dígito de acuerdo a lo siguiente:

0: Sin aislar.

1: 2.54 cm (1") de aislamiento.

2: 5.08 cm (2") de aislamiento.

3: 7.62 cm (3") de aislamiento.

El tercer caracter corresponde al tipo de material en el techo, indicado con una letra de acuerdo a lo siguiente:

C: Concreto.

M: Madera.

I: Insulpanel.

P: Perfomwall.

A: Aislapanel o Construpanel.

El cuarto caracter corresponde al grosor del aislamiento con poliestireno en el techo, indicado con un dígito de acuerdo a lo siguiente:

0: Sin aislar.

2: 5.08 cm (2") de aislamiento.

3: 7.62 cm (3") de aislamiento.

4: 10.16 cm (4") de aislamiento.

El quinto caracter corresponde al área de construcción (medida a ejes centrales), indicado con un dígito de acuerdo a lo siguiente:

5: Habitación de 50 m<sup>2</sup>.

8: Habitación de 80 m<sup>2</sup>.

El último caracter corresponde a la eficiencia del equipo, indicado con un dígito de acuerdo a lo siguiente:

0: REEE =  $2.93 W_t/W_e = 10 \text{ Btu/Wh}$ .

3: REEE =  $3.81 W_t/W_e = 13 \text{ Btu/Wh}$ .

Para fines de simulación, se utilizó una habitación cuyos usuarios, mobiliario, equipamiento y edificación, sea representativo de las viviendas de la ciudad de Mexicali.

## Datos principales de la edificación

Utilización del inmueble: Casa habitación.

En las Figuras 5.1 y 5.2 se presenta la planta y la fachada arquitectónica de las casas habitación típicas de 50 y 80 m<sup>2</sup>, respectivamente como viviendas representativas de las utilizadas en la zona urbana de Mexicali, tanto en tamaño como en forma y distribución de cuartos.

Ubicación: En la zona urbana de Mexicali.

Temperatura deseada: 25.6°C (78°F).

Área de construcción: Casos: 50 y 80 m<sup>2</sup>.

Personas: 3 habitantes para el caso de 50 m<sup>2</sup> y 5 para el caso de 80 m<sup>2</sup>.

Horario: Estancia variable de los habitantes.

Equipos:

Para el caso de vivienda de 50 m<sup>2</sup>:

1 radio de 38 W, se utiliza de 6 a 7 hrs.

1 horno de microondas de 900 W, se utiliza de 7 a 8 y de 14 a 15 hrs., 6 min. cada hora.

1 cafetera de 280 W, se utiliza de 6 a 7 hrs., 6 min. cada hora.

1 computadora, se utiliza de 19 a 21 hrs.

1 ventilador de 71 W, se utiliza de 7 a 8 y de 18 a 24 hrs.

1 refrigerador de 425 dm<sup>3</sup> (15 pie<sup>3</sup>), encendido todo el día.

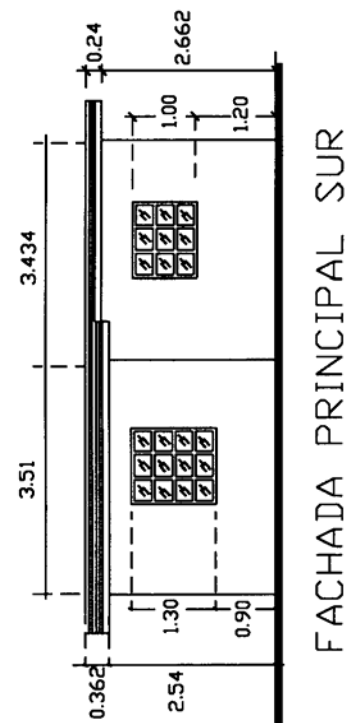
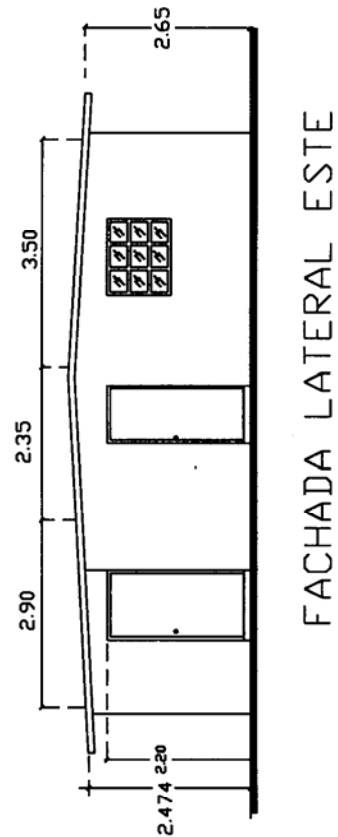
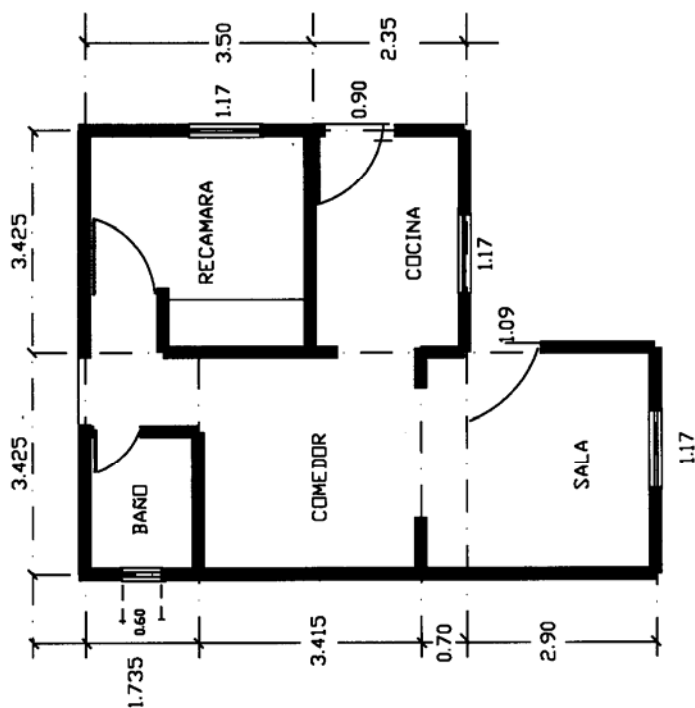
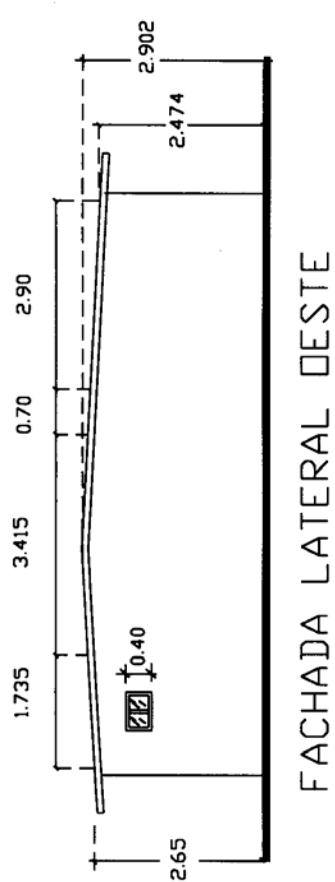
1 televisión de 113 W, se utiliza de 7 a 8 y de 14 a 23 hrs.

1 plancha de 250 W, se utiliza de 6 a 7 hrs., 17 min. cada hora.

1 lavadora de 100 W, se utiliza de 19 a 20 hrs., 17 min. cada hora.

1 estufa, se utiliza de 14 a 15 hrs.

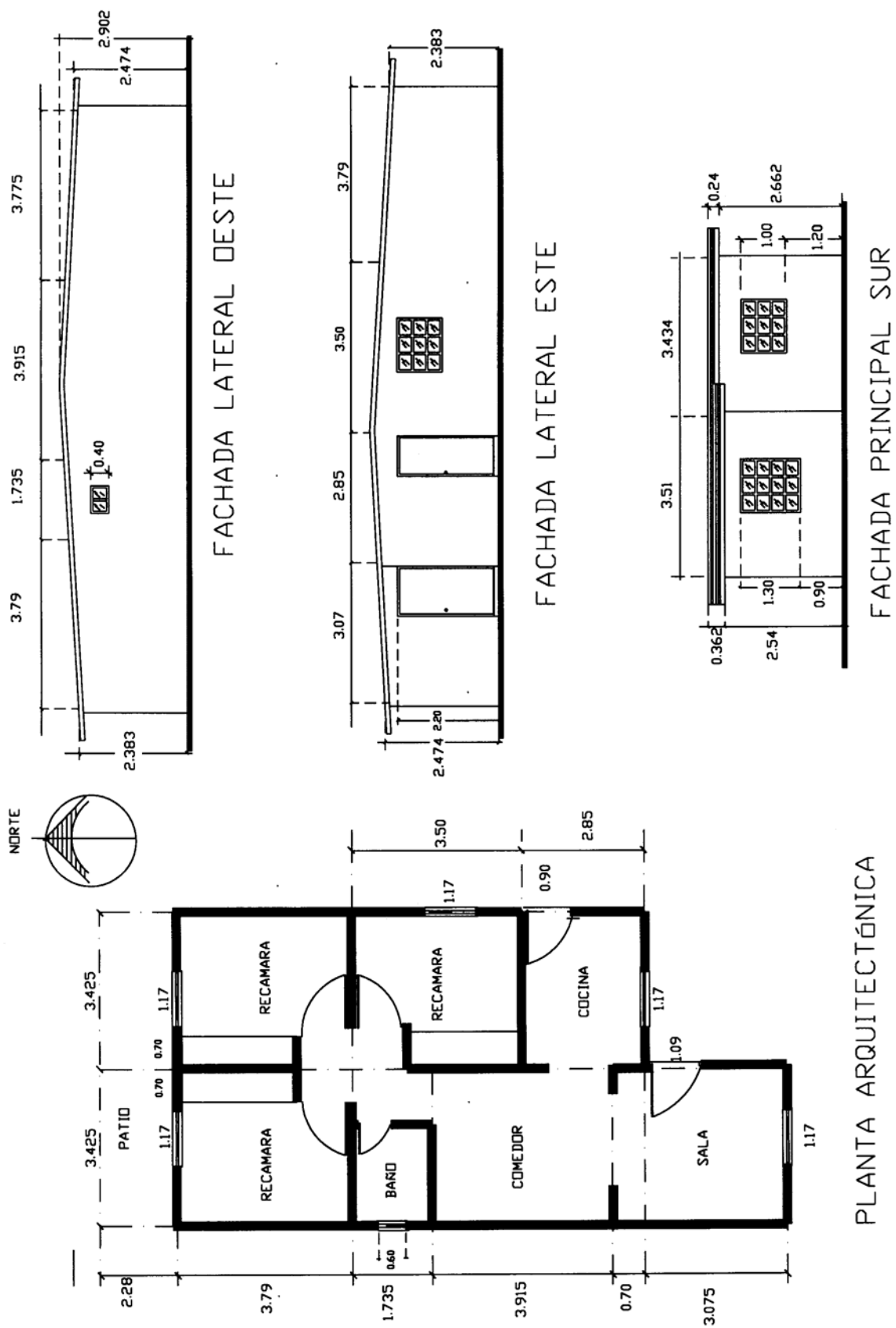
1 secadora de 3,000 W, se utiliza de 19 a 20 hrs., 4 min. cada hora.



Acotaciones en metros

Figura 5.1 Vivienda prototipo de 50 m<sup>2</sup>





Acotaciones en metros

Figura 5.2 Vivienda prototipo de 80 m<sup>2</sup>

Para el caso de vivienda de 80 m<sup>2</sup>:

- 1 radio de 38 W, se utiliza de 6 a 7 y de 9 a 12 hrs.
- 1 horno de microondas de 1,000 W, se utiliza de 7 a 8 y de 14 a 15 hrs., 6 min. cada hora.
- 1 cafetera de 280 W, se utiliza de 6 a 7 y de 15 a 16 hrs., 6 min. cada hora.
- 1 computadora, se utiliza de 17 a 22 hrs.
- 1 ventilador de 71 W, se utiliza de 7 a 8 y de 14 a 24 hrs.
- 1 refrigerador de 510 dm<sup>3</sup> (18 pie<sup>3</sup>), encendido todo el día.
- 1 televisión de 150 W, se utiliza de 7 a 9 y de 12 a 23 hrs.
- 1 plancha de 250 W, se utiliza de 6 a 7 y de 20 a 21 hrs., 20 min. cada hora.
- 1 lavadora de 100 W, se utiliza de 19 a 20 hrs., 20 min. cada hora.
- 1 estufa, se utiliza de 14 a 15 hrs.
- 1 secadora de 3,000 W, se utiliza de 19 a 20 hrs., 7 min. cada hora.

## Características principales de los elementos constructivos

Piso: Loseta cerámica.

Muros: Caso de habitación con muro de ladrillo:

Ladrillo común de 14 cm.

Aplanado exterior de 0.95 cm (3/8") cemento-arena.

Aplanado interior de 0.95 cm (3/8") yeso pulido.

Aislamiento exterior: de acuerdo al caso.

Caso de habitación con muro de bloque:

Bloque común 15X20X40 cm.

Aplanado exterior de 0.95 cm (3/8") cemento-arena.

Aplanado interior de 0.95 cm (3/8") yeso pulido.

Aislamiento exterior: de acuerdo al caso.

Otros casos: Insulpanel.

Performwall.

Aislapanel o Construpanel.

Área de construcción:

Caso de vivienda de 50 m<sup>2</sup>:

Área neta de muros norte: 18.68 m<sup>2</sup> (201.07 pie<sup>2</sup>), área expuesta total de 18.68 m<sup>2</sup>.

Área neta de muros sur: 15.56 m<sup>2</sup> (167.49 pie<sup>2</sup>), área expuesta total de 18.25 m<sup>2</sup>.

Área neta de muros este:  $19.04 \text{ m}^2$  ( $204.94 \text{ pie}^2$ ), área expuesta total de  $24.39 \text{ m}^2$ .  
Área neta de muros oeste:  $18.76 \text{ m}^2$  ( $201.93 \text{ pie}^2$ ), área expuesta total de  $19.00 \text{ m}^2$ .  
Caso de vivienda de  $80 \text{ m}^2$ :  
Área neta de muros norte:  $14.44 \text{ m}^2$  ( $155.43 \text{ pie}^2$ ), área expuesta total de  $16.78 \text{ m}^2$ .  
Área neta de muros sur:  $15.47 \text{ m}^2$  ( $165.52 \text{ pie}^2$ ), área expuesta total de  $18.16 \text{ m}^2$ .  
Área neta de muros este:  $30.16 \text{ m}^2$  ( $324.64 \text{ pie}^2$ ), área expuesta total de  $35.51 \text{ m}^2$ .  
Área neta de muros oeste:  $35.27 \text{ m}^2$  ( $379.64 \text{ pie}^2$ ), área expuesta total de  $35.51 \text{ m}^2$ .

#### Techo:

Caso de vivienda con techo de concreto:

Losa de concreto reforzado de 10 cm.

Aislamiento: de acuerdo al caso.

Impermeabilizante: Cartón arenado.

Acabado interior: Ready mix.

Caso de vivienda con techo de madera:

Losa estructurada con madera de 5.08 cm (2") de espesor

Aislamiento: de acuerdo al caso.

Impermeabilizante: Cartón arenado.

Acabado interior: Ready mix.

Otros casos: Insulpanel.

Performwall.

Aislapanel o Construpanel.

Área del techo (calculada a ejes centrales de muros): se estudiarán los casos de  $50 \text{ m}^2$  y  $80 \text{ m}^2$ .

Área del techo incluyendo voladizos. Para el caso de una vivienda de  $50 \text{ m}^2$  a ejes centrales:  $59.73 \text{ m}^2$  de techo ( $642.93 \text{ pie}^2$ ) y para el caso de una vivienda de  $80 \text{ m}^2$  a ejes centrales:  $92.39 \text{ m}^2$  de techo ( $994.48 \text{ pie}^2$ ).

#### Puertas:

Materiales: Estructura y marco de madera.

Áreas de puertas para los casos de habitación de  $50 \text{ m}^2$  y de  $80 \text{ m}^2$ :

Norte, sur y oeste: no hay.

Este:  $4.18 \text{ m}^2$  ( $44.93 \text{ pie}^2$ ).

## Ventanas:

Materiales: de vidrio con marco metálico.

Caso de vivienda de 50 m<sup>2</sup>:

Área de ventanas norte: no hay.

Área de ventanas sur: 2.69 m<sup>2</sup> (28.95 pie<sup>2</sup>).

Área de ventanas este: 1.17 m<sup>2</sup> (12.59 pie<sup>2</sup>).

Área de ventanas oeste: 0.24 m<sup>2</sup> (2.58 pie<sup>2</sup>).

Área total de ventanas: 4.10 m<sup>2</sup> (44.13 pie<sup>2</sup>).

Caso de vivienda de 80 m<sup>2</sup>:

Área de ventanas norte: 2.34 m<sup>2</sup> (25.19 pie<sup>2</sup>).

Área de ventanas sur: 2.69 m<sup>2</sup> (28.95 pie<sup>2</sup>).

Área de ventanas este: 1.17 m<sup>2</sup> (12.59 pie<sup>2</sup>).

Área de ventanas oeste: 0.24 m<sup>2</sup> (2.58 pie<sup>2</sup>).

Área total de ventanas: 6.44 m<sup>2</sup> (69.32 pie<sup>2</sup>).

## Lámparas:

Se utilizan lámparas fluorescentes.

Para el caso de vivienda de 50 m<sup>2</sup>: 5 focos de 18 W = 90 W.

Para el caso de vivienda de 80 m<sup>2</sup>: 8 focos de 18 W = 144 W.

## Cálculo de coeficientes:

Se utilizó el Caso I: Edificio independiente de un nivel. Variables utilizadas:

zg: coeficiente que indica la geometría del inmueble

zg = 2, geometría: para 50 m<sup>2</sup>: 6.85X7.30 m = 22X24 pies, para 80 m<sup>2</sup>: 6.85X11.68 m = 22X38 pies.

zh: coeficiente utilizado para la altura promedio

zh = 1, altura promedio: 2.69 m = 8.8 pies.

is: coeficiente que indica el nivel interior de sombras

is = 1, nivel interior de sombras: 100%.

fn: coeficiente dedicado a la cantidad de muebles en la vivienda

fn = 1, con muebles.

ec: coeficiente que indica el tipo de paredes exteriores

ec = 2.

gl: Coeficiente relacionado con la proporción de vidrios

gl = 1, vidrios: 5.1% para 50 m<sup>2</sup> y 6.1% para 80 m<sup>2</sup>, valor más parecido: 10%.

fc: coeficiente que indica el tipo de pisos

fc = 2, piso de loseta.

En la Tabla A5.1 del Anexo 5 se indican los factores resultantes de las habitaciones prototipo, mismas que se utilizaron en el simulador.

## Resistencia térmica en muros y techos

En las Tablas A5.2 y A5.3 del Anexo 5 se indican respectivamente las propiedades térmicas y coeficientes resultantes de los diferentes tipos de muros y techos a considerar, mientras que en las Tablas A5.4 y A5.5 del mismo anexo se muestran los formatos de inserción de datos al simulador, representando a manera de ejemplo los casos B0C050 y B0C080.

## Resultados

En las Tablas de la A5.6 a la A5.9 del Anexo 5 se muestra un concentrado de los resultados de las corridas de simulación para habitaciones de 50 m<sup>2</sup> y 80 m<sup>2</sup> respectivamente, indicándose para cada caso específico el tipo de habitación (Clave), las características de la vivienda (material, grosor de aislamiento, tipo y resistencia térmica en muros y techos y la eficiencia energética del equipo propuesto). En cada caso se muestran los resultados de la capacidad requerida del equipo (en toneladas ajustada a las capacidades típicas del mercado), los consumos eléctricos de la vivienda en un período de mayo a octubre y la facturación en el periodo de mayo a octubre del 2006. En las Figuras 5.3 y 5.4 se muestran los resultados de los casos representativos de la simulación del consumo energético de las viviendas de 50 m<sup>2</sup> y 80 m<sup>2</sup> respectivamente.

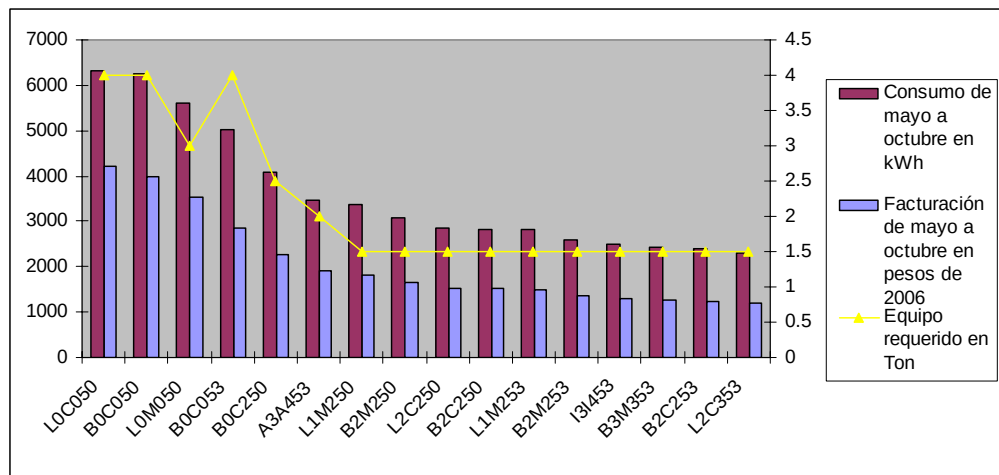


Figura 5.3 Resultados de los casos representativos de la simulación del consumo energético viviendas de 50 m<sup>2</sup>

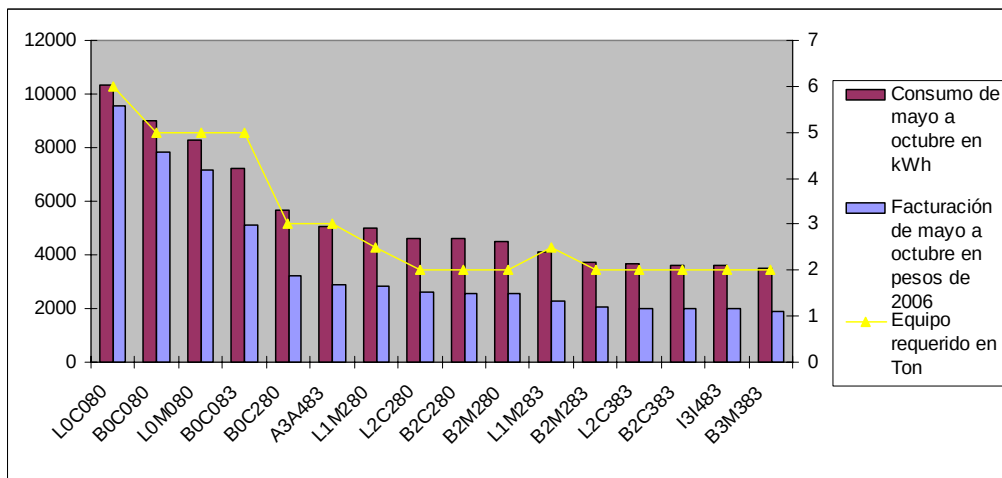


Figura 5.4 Resultados de los casos representativos de la simulación del consumo energético viviendas de 80 m<sup>2</sup>

## 5.2. Alternativas para adecuación de viviendas

En base a los resultados obtenidos en la sección anterior se puede conocer qué alternativas se tienen para la adecuación de viviendas, considerando la tipología existente de las mismas, se pueden proponer alternativas para los principales tipos de habitaciones existentes. Con los resultados de las Tablas de la A5.6 a la A5.9 del Anexo 5 se puede observar el cambio en los consumos eléctricos y sus correspondientes facturaciones, que tiene una vivienda al pasar de una condición a otra, ya sea en lo que se refiere a aislamiento en muros y techos y/o eficiencia de

equipo de refrigeración, esto se puede observar con la diferencia de consumos y sus consecuentes pagos, estos valores son útiles para considerarse en la evaluación económica del Capítulo 6.

### **5.3. Proposición de equipos de enfriamiento**

Para la proposición de equipo de aire acondicionado a instalar o sustituir, se determina el tipo, capacidad y eficiencia, esto depende de los cálculos resultantes de la simulación que se realiza para cada una de las diferentes condiciones de tipo de vivienda, área y situación de aislamiento indicados en las dos secciones anteriores, donde se dictamina la capacidad del equipo teniendo como objetivo el confort térmico en la vivienda intentando no rebasar los 25.6°C (78°F) de temperatura interior en la medida de lo posible en cada caso.

En las Tablas de la A5.6 a la A5.9 del Anexo 5, se observan los consumos y costos de electricidad para los diferentes casos de condiciones de construcción de la habitación, y en cada caso para un equipo cuya eficiencia energética REEE es de 2.93 y 3.81  $W_t/W_e$  (10 y 13 Btu/Wh) respectivamente, por lo que con las diferencias observadas en los consumos, se puede determinar la viabilidad de modificar la condición de equipamiento en las habitaciones ya existentes, o en el caso de habitaciones nuevas, se puede proponer con que tipo de eficiencia se puede iniciar a equipar la habitación.

La proposición de tipo y capacidad de refrigeradores que deben adquirirse, sólo se limitará a indicar que se cumpla con la Norma: NOM-015-ENER-2002 y no sobrepasar en capacidad requerida de acuerdo al tamaño de la familia y a la cantidad de perecederos que acostumbran refrigerar.

### **5.4. Otros elementos para ahorro de energía**

Una vez analizadas las alternativas sobre el tipo de materiales de construcción a utilizar en las viviendas y sus equipos para climatización, expresadas en las secciones anteriores, también será necesario reforzar las acciones de ahorro de energía eléctrica de acuerdo a lo expuesto en la

Sección 3.3. en la que se expresan algunas acciones que, aunque nos llevan a menos ahorros que el hecho de aislar térmicamente y utilizar equipos eficientes, no dejan de ser importantes, dichas acciones son:

- Diseño arquitectónico y orientación de la vivienda en pro del ahorro de energía.
- Sistema eléctrico bien dimensionado y eficiente.
- Regulación de la cantidad, tamaño, sellado y ubicación de ventanas y puertas.
- Utilización de focos fluorescentes en vez de incandescentes.
- Uso de pinturas reflectivas.
- Sombreado de techos y muros.
- Adecuado servicio y mantenimiento de equipos de climatización.
- Unión aislada de elementos externos.
- Aislamiento adecuado de ductos.
- Hábitos positivos de consumo.



## **6. Evaluación de alternativas para optimizar el consumo energético**

### **6.1. Evaluación técnica, legal, administrativa y del impacto ambiental**

Una vez analizadas las alternativas para adecuación de viviendas y su determinación del equipo de enfriamiento a utilizar, éstas deberán ser evaluadas para conocer su factibilidad. Existen métodos convencionales de evaluación en los cuales, una vez obtenidos los datos en forma precisa y con una correcta aplicación de las técnicas de evaluación de proyectos, se puede conocer la viabilidad o no de las propuestas.

#### **6.1.1. Evaluación técnica**

El estudio de factibilidad técnica estudia las posibilidades reales, condiciones y alternativas de producir el bien o servicio realizado por el proyecto. Muchos proyectos nuevos requieren ser probados técnicamente para garantizar la capacidad de su producción, incluso antes de determinar si son o no convenientes desde el punto de vista de su rentabilidad económica.

En la localidad, con el tiempo se ha logrado contar con una infraestructura de ventas y servicios relativos a la disposición de equipos de aire acondicionado. Ahora, con el lanzamiento de equipos de alta eficiencia, también se cuenta con una infraestructura para la adquisición y servicios de sistemas de aire acondicionado y refrigeradores de alta eficiencia. De hecho, en la actualidad ya se pueden adquirir en la localidad estos equipos, y además se puede contar con el servicio de mantenimiento, aunque para el crecimiento del mercado se requerirá una creciente capacitación de personal dedicado a estos menesteres.

En cuanto la adecuación de viviendas, es técnicamente factible la construcción con los materiales aquí analizados, ya que las constructoras locales tienen amplia experiencia en la construcción con bloque, ladrillo, concreto, madera y todo tipo de materiales aislantes.

### 6.1.2. Evaluación legal

Un proyecto puede ser viable tanto por tener un mercado asegurado como por ser técnicamente factible. Sin embargo podrían existir algunas restricciones de carácter legal que impedirían su funcionamiento en los términos que se pudieran haber previsto, no haciendo recomendable su ejecución. Por lo tanto deberán revisarse las limitaciones existentes en cuanto a su localización, tributación, publicidad, uso y derechos de patentes, registro de derechos de autor, protección industrial, etcétera.

Actualmente, en la región no existen hasta el momento restricciones legales para la adquisición y uso de equipo de aire acondicionado y refrigeradores de alta eficiencia, sino al contrario, en un futuro próximo podría verse restringido el mercado de equipos de baja eficiencia, esto con la finalidad de ahorro global de energía. Un hecho que está apoyando a que suceda esto último es el de que ya no se permite la fabricación de equipos de aire acondicionado y refrigeradores que no cumplan con las normas específicas para ahorro de energía de estos electrodomésticos. En el caso de la construcción de viviendas, no existen impedimentos legales para construir utilizando aislamiento, sino al contrario, las normas están encaminadas al ahorro de energía sin descuidar el aspecto de resistencia estructural y de protección contra incendio, entre otros.

### 6.1.3. Evaluación administrativa

El objetivo de este estudio es principalmente definir las condiciones y alternativas de carácter administrativo que son necesarias para garantizar la factibilidad de implementación, tanto en lo estructural como en lo funcional.

La administración de la venta y servicios para equipos de aire acondicionado y refrigeradores de alta eficiencia funciona actualmente sin problemas. En nuestro caso de estudio, le es de gran ayuda el fideicomiso que administra y controla la sustitución de equipos de aire acondicionado de baja eficiencia por sus correspondientes equipos de alta eficiencia (Programa ASI), esto sólo para los usuarios que muestren interés para ingresar al fideicomiso, ya que estos mismos deberán sujetarse a las condiciones que imponga dicho programa. Por otro lado, las personas que se interesen en la adquisición de equipo de aire acondicionado de alta eficiencia y sus servicios sin ingresar al Programa ASI, lo hacen y lo podrán hacer vía empresas de venta y servicios de equipo de aire acondicionado sin limitarse a las condicionantes que pudiera implantar dicho programa. También está funcionando sin problemas de administración la infraestructura local que se tiene para la construcción y adecuación de las viviendas con fines de ahorro de energía, ya que los usuarios pueden acudir a las constructoras locales para esos servicios, o cuando sólo se trata de aislar el techo pueden acudir al Programa ASI.

### 6.1.4. Evaluación comercial

Por el momento no está limitada la comercialización de equipo de aire acondicionado y refrigeradores en la localidad, por lo cual la venta y servicio relativa a este equipo sólo se limita a las condiciones de mercado existentes. Ya están establecidas empresas que se dedican a la adquisición y venta de equipo de aire acondicionado y refrigeradores de alta eficiencia, así como el servicio al mismo, sujetándose a las condiciones de oferta y demanda y cumpliendo con las disposiciones que marcan los organismos defensores del consumidor.

Por otro lado, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) estableció los mecanismos para la correcta comercialización de este tipo de equipo y sus servicios vía fideicomiso (Programa ASI) con el fin de proporcionar a la comunidad la facilitación de adquisición del mismo y además propiciar el ahorro de energía. En lo que respecta a la construcción o adecuación de viviendas con

finés de ahorro de energía eléctrica, tampoco está limitada la comercialización y también sólo se limita a las condiciones de mercado existentes.

#### 6.1.5. Evaluación del impacto ambiental

Es conocido que la utilización de equipos de aire acondicionado viejos y/o obsoletos contribuyen grandemente al deterioro ambiental; mientras que la utilización de equipos nuevos y de alta eficiencia disminuyen esta contribución al deterioro. Esto último contribuye en mucho con las políticas ambientales que se establecen a nivel mundial, ya que además de ayudar a la disminución del daño a las condiciones del ecosistema, contribuye al ahorro de energía, siendo este último hecho ambientalmente aceptable. Además, el hecho de construir o adecuar las viviendas con materiales aislantes, que se conoce que estamos siendo voraces al transformar el ambiente al construir estos materiales, es compensado con creces con la contribución ambiental que se da al ahorrar energía eléctrica.

#### 6.1.6. Análisis de sensibilidad y riesgo

Para la toma de decisiones producto de la evaluación de proyectos, lo que interesa es un rango completo de los posibles resultados que pueden ocurrir como una consecuencia de variaciones en las estimaciones iniciales de los parámetros del proyecto. Un estudio económico completo debe incluir la sensibilidad de los criterios económicos a cambios en las estimaciones usadas. La sensibilidad de una propuesta individual debe hacerse con respecto al parámetro más incierto, una variación simultánea de  $n$  parámetros implica analizar los resultados en  $n+1$  dimensiones, cuando en una propuesta de inversión la mayoría de sus parámetros son inciertos es recomendable aplicar la simulación estocástica (Coss B., 1998). En el caso de sensibilidad de propuestas alternativas, se analizan conjuntamente dos o más alternativas, calculando las variaciones que pudiera tener uno de sus parámetros, y después de ello se podrán definir en los rangos en los cuales una alternativa es mejor que otra u otras.

### 6.1.7. Factores y medidas de riesgo

Cuando una propuesta de inversión es analizada, se recomienda incluir en el análisis alguna variable o medida que considere el riesgo inherente de la propuesta evaluada, ya que una inversión razonablemente segura con un rendimiento determinado, puede ser preferida a una inversión más riesgosa con un rendimiento esperado mayor. La consideración del riesgo en la evaluación de una propuesta de inversión, se puede definir como el proceso de desarrollar la distribución de probabilidad de alguno de los criterios económicos o medidas de méritos ya conocidos.

Los flujos de efectivo que ocurren en un período determinado son a menudo una función de un gran número de variables tales como: precio de venta, tamaño del mercado, porción del mercado, razón de crecimiento del mercado, inversión requerida, tasas de inflación, tasa de impuestos, gastos de operación, gastos fijos y valores de rescate de los activos. Debido a que no es fácil desarrollar analíticamente la distribución de probabilidad del criterio económico utilizado, se recomienda aplicar el enfoque de simulación.

## 6.2. Evaluación económica

Es de gran importancia la realización de la evaluación económica de las alternativas planteadas, ya que generalmente es el principal indicador para la aplicación o no de la propuesta. También es de importancia considerar las principales acciones que influyen en la evaluación económica, las cuales se aplicaron para la evaluación de las propuestas indicadas en el capítulo anterior. Las indicaciones monetarias indicadas a lo largo de la evaluación económica son en pesos referenciados al año 2006.

### 6.2.1. Evaluación de construcción y equipamiento de habitaciones

Para la realización de la evaluación económica, se determinaron los costos de equipamiento y construcción, además del valor de rescate, estos costos se indican en el Anexo 6 en la Tabla A6.1, mientras en las tablas de la A6.2 a la A6.5 se presentan los principales datos

para realizar la evaluación económica para habitaciones de 50 m<sup>2</sup> y 80 m<sup>2</sup> y para cada uno de los tipos de construcción de acuerdo a sus materiales y eficiencia en equipamiento. A manera de ejemplo, uno de los cálculos de evaluación económica (caso: A3A480) se presenta en el Anexo 6 en la Tabla A6.6, mientras que los resultados para todos los casos se indican en las Tablas de la A6.7 a la A6.10 del Anexo 6 para habitaciones de 50 m<sup>2</sup> y 80 m<sup>2</sup> y en las Figuras 6.1 y 6.2 se presentan los principales indicadores de los casos representativos. Se observa que tomando como base, invertir en construcciones no convencionales que ya incluyen aislamiento en su estructura original, no es conveniente invertir en materiales como bloque, concreto, ladrillo y madera, ya que los indicadores económicos resultan desfavorables.

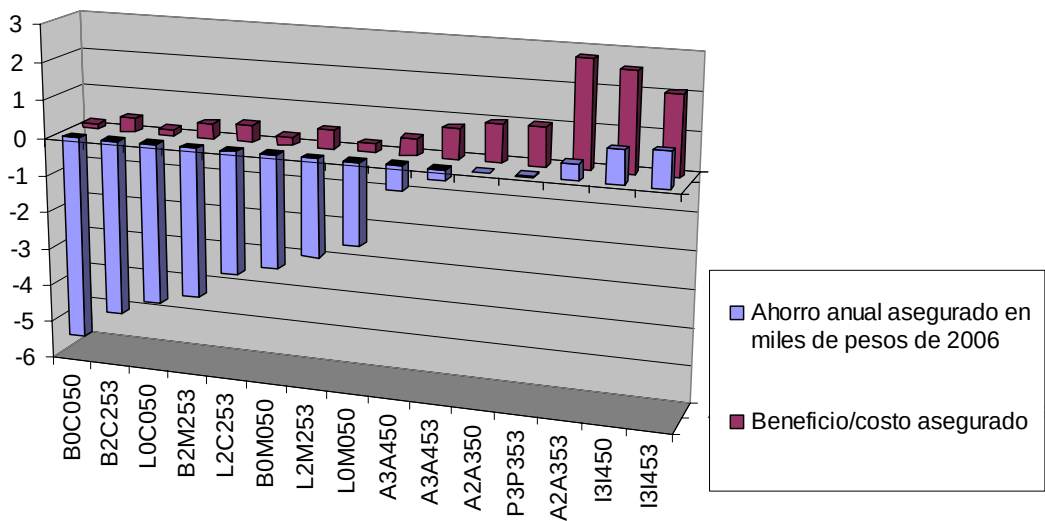


Figura 6.1 Principales indicadores de los casos representativos de la evaluación económica de viviendas de 50 m<sup>2</sup>

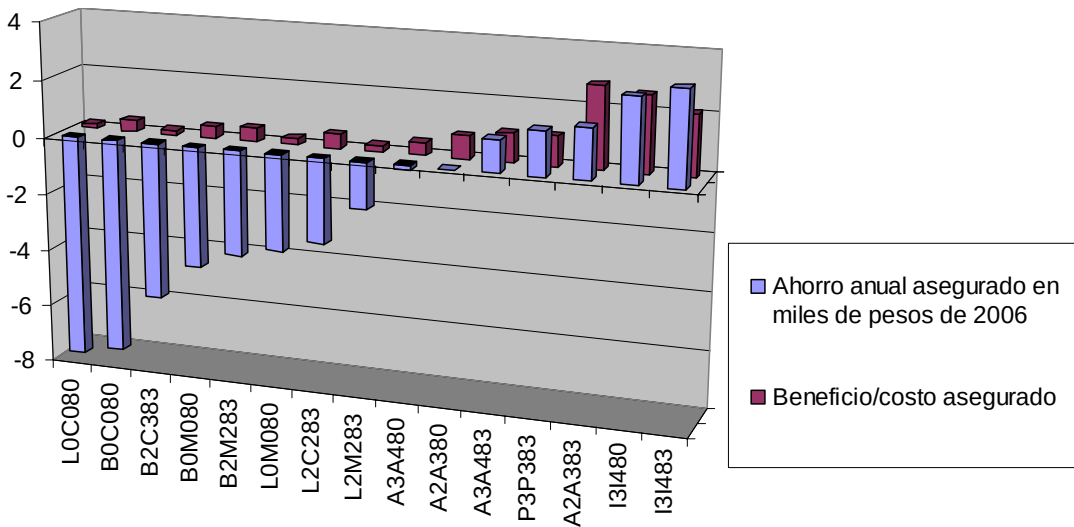


Figura 6.2 Principales indicadores de los casos representativos de la evaluación económica de viviendas de 80 m<sup>2</sup>

Dado que los materiales no convencionales aún no son de uso común, al considerar en la evaluación económica sólo los materiales de uso generalizado en la localidad (bloque, concreto, ladrillo y madera), se obtiene que al comparar el caso de la construcción de menor costo (la de ladrillo con techo de madera), con el resto de las opciones, esta es la que presenta la mayor viabilidad y aún mejor si se invierte con equipo de alta eficiencia, para el caso de habitaciones de 50 m<sup>2</sup> (Tablas A6.11 y A6.12 del Anexo 6) con ahorros netos (ya descontando el pago del aislamiento y del equipo) promedio anuales de \$1,002.47 y con ahorros netos mínimos anuales de \$939.36 (por la aplicación del análisis de sensibilidad y riesgo), y en caso de habitaciones de 80 m<sup>2</sup> (Tablas A6.13 y A6.14 del Anexo 6), la mayor viabilidad se presenta con estos materiales (ladrillo y madera) con equipos de alta eficiencia, con ahorros netos promedio de \$2,616.77 y con ahorros netos mínimos de \$2,478.06.

## 6.2.2. Evaluación de aislamiento en techos

Para el caso de las habitaciones que ya se encuentran construidas y que no cuentan con aislamiento ni en muros ni techos, se realizó la evaluación económica para la instalación de aislamiento de poliestireno en techos de 5.08 ó 7.62 cm (2 ó 3") de grosor. A manera de ejemplo, en la Tabla A6.15 del Anexo 6 se muestran los cálculos para el caso de una habitación de 50 m<sup>2</sup> con muro de bloque y techo de concreto sin aislamiento ni en muros ni techo, a la cual se le aísla con poliestireno el techo con 7.62 cm (3") de espesor, resultando no factible, además, en la Tabla A6.16 del Anexo 6 se muestran todos los resultados y en las Figuras 6.3 y 6.4 se presentan los principales indicadores resultantes de la evaluación económica del aislamiento en techos de viviendas de muros de bloque y ladrillo respectivamente. Se observa que en el caso de viviendas de techo de madera no es conveniente invertir en aislamiento, mientras que en las de techo de concreto si es factible este hecho, resultando más conveniente económicamente aislar con espesores de 5.08 cm (2"). Los ahorros netos (ya descontando el pago del aislamiento) promedio anuales son hasta de \$1,285.75 en las viviendas de 50 m<sup>2</sup> y hasta de \$3,644.13 en las viviendas de 80 m<sup>2</sup>. Aquí se observa que en ningún caso es más factible el aislamiento con 7.62 cm (3") en techos, ratificando los resultados que se han obtenido en otros estudios.

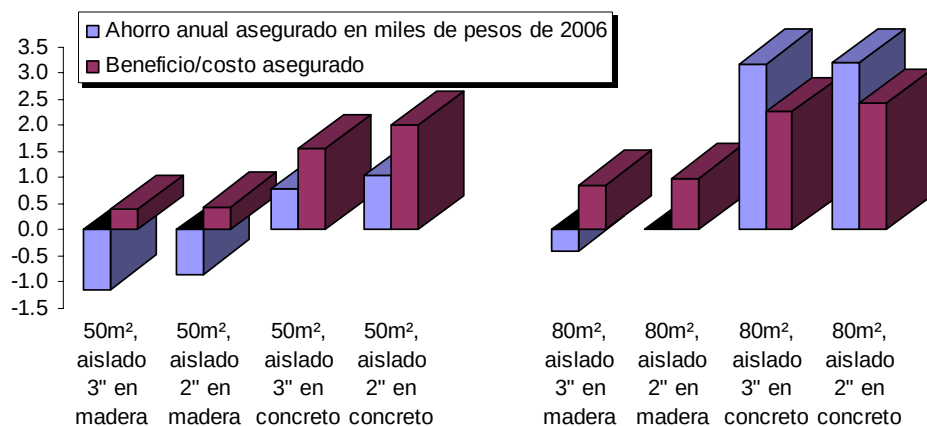


Figura 6.3 Aislamiento con poliestireno en techos de viviendas de muros de bloque

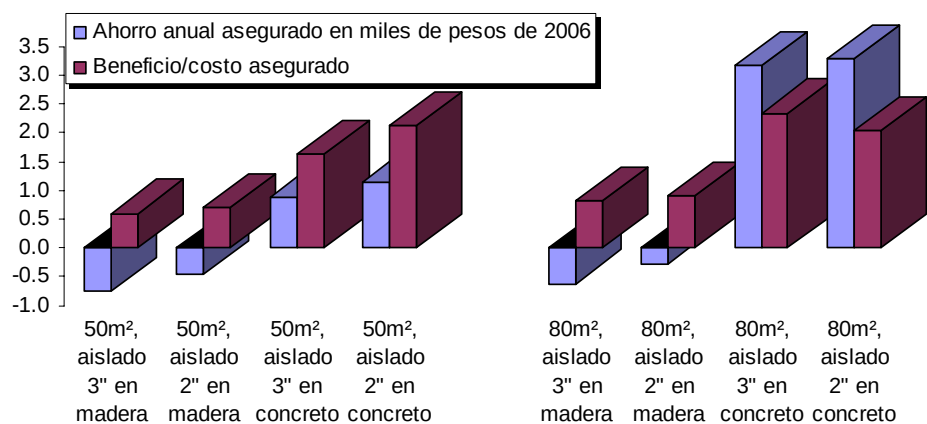


Figura 6.4 Aislamiento con poliestireno en techos de viviendas de muros de ladrillo

### 6.2.3. Evaluación de aislamiento en muros

En el caso de las habitaciones que ya se encuentran construidas y que ya tienen el techo aislado, pero no los muros, se realizó la evaluación económica para la instalación de aislamiento con poliestireno en muros de 2.54 ó 5.08 cm (1 ó 2") de grosor. A manera de ejemplo, en la Tabla A6.17 del Anexo 6 se muestran los cálculos para el caso de una vivienda de 80 m² con muro de ladrillo y techo de madera aislada 5.08 cm (2") a la cual se le aísla 5.08 cm (2") el muro, resultando factible, mientras que en la Tabla A6.18 del mismo anexo se muestran todos los resultados y en las Figuras 6.5 y 6.6 se muestran los principales indicadores resultantes de la evaluación económica del aislamiento con poliestireno en muros de viviendas de techo de concreto y madera respectivamente. Se observa que en el caso de viviendas de 50 m², los tipos de habitación que resultan viables económicamente son las de muro de ladrillo con 2.54 cm (1")



de espesor de aislamiento con techo de madera, obteniéndose un ahorro promedio anual neto muy pequeño (de \$169.70).

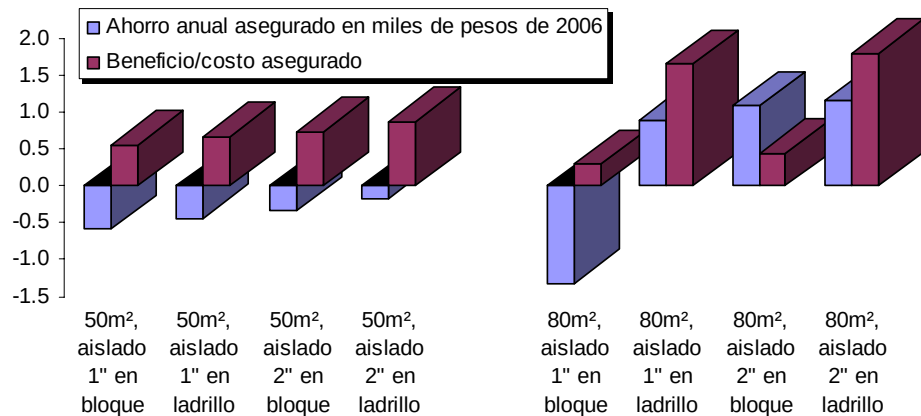


Figura 6.5 Aislamiento de poliestireno en muros de viviendas de techos de concreto aislados 2"

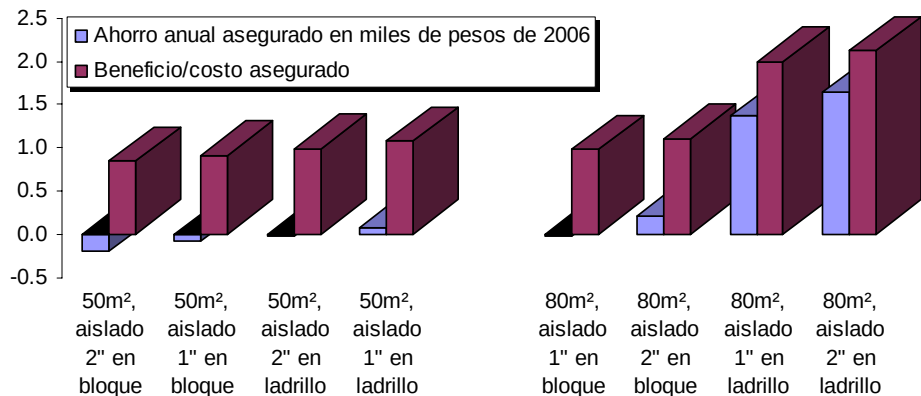


Figura 6.6 Aislamiento de poliestireno en muros de viviendas de techos de madera aislados 2"

En el caso de las viviendas de 80 m² no resulta factible aislar las de muro de bloque con techo de concreto, mientras las que sí resulta factible aislar preferentemente con 5.08 cm (2") de espesor son las de muro de ladrillo (obteniéndose ahorros promedio netos anuales de \$1,336.61 a \$1,837.44) y las de muro de bloque con techo de madera (obteniéndose ahorros promedio netos anuales de \$400.18).

### 6.2.4. Evaluación de aislamiento en muros y techos

Para el caso de las habitaciones que ya se encuentran construidas y que no tienen aislamiento ni en muros ni techo, se practicó la evaluación económica para la instalación de aislamiento de 2.54 ó 5.08 cm (1 ó 2") de grosor en muros y de 5.08 cm (2") de grosor en techos.

A manera de ejemplo, en la Tabla A6.19 del Anexo 6 se muestran los cálculos para el caso de una vivienda de 80 m<sup>2</sup> con muro de ladrillo sin aislar y techo de concreto sin aislar a la cual se le aísla con poliestireno 5.08 cm (2") el techo y los muros, resultando factible, aunque con ahorros netos promedio muy bajos (\$586.85 anuales), mientras que en la Tabla A6.20 del mismo anexo se muestran todos los resultados y en las Figuras 6.7 y 6.8 se presentan los principales indicadores resultantes de la evaluación económica del aislamiento en techos y muros. Se obtiene que en el caso de viviendas de 50 m<sup>2</sup> con techo de madera no es factible el aislamiento, mientras que en las de techo de concreto sí es factible, resultando más conveniente aislar con poliestireno 5.08 cm (2") muros y techos, se logran ahorros netos (ya descontando el pago del aislamiento) promedio anuales de \$930.67 a \$1,221.62. En el caso de viviendas de 80 m<sup>2</sup> en todos los casos es más factible aislar con 5.08 cm (2") techo y muros, se logran ahorros netos promedio anuales de \$586.85 a \$4,980.74.

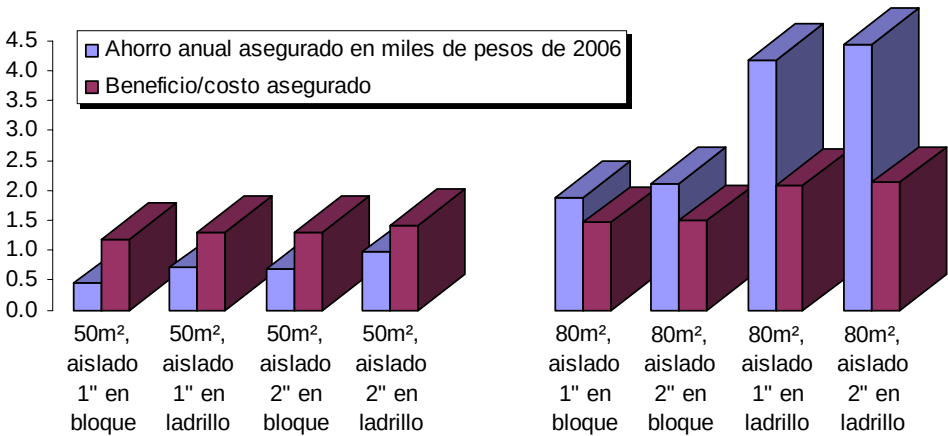


Figura 6.7 Viviendas con aislamiento de 2" de poliestireno en techos de concreto y 1" o 2" en muros

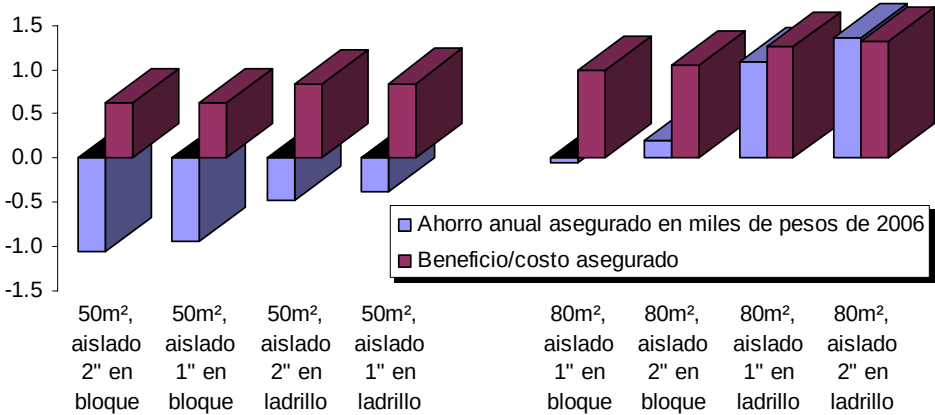


Figura 6.8 Viviendas con aislamiento de 2" de poliestireno en techos de madera y 1" o 2" en muros

## 6.2.5. Evaluación de sustitución de equipos de aire acondicionado

Se realizó la evaluación económica para todos los casos de tipo y tamaño de construcción, sustituyendo el equipo de eficiencia REEE =  $2.93 W_t/W_e$  (REEE = 10 Btu/Wh) por uno de REEE =  $3.81 W_t/W_e$  (REEE = 13 Btu/Wh), resultando factible en 70 de los 72 casos estudiados, los que no resultaron factibles son aquellos en los que se tiene una habitación de 50 m<sup>2</sup> de muro de bloque o de ladrillo con aislamiento de poliestireno de 7.62 cm (3") en techo de concreto, de cualquier manera, el hecho de aislar techos con espesores de 7.62 cm (3"), como se observó anteriormente, no había resultado con factibilidad preferente. El caso más viable de utilización de equipo de alta eficiencia es cuando se tiene una habitación de 80 m<sup>2</sup> con muro de ladrillo sin aislamiento y techo de concreto sin aislar, obteniéndose ahorros netos promedio de más de tres mil pesos anuales, esto no significa que este caso sea la mejor opción, porque sería apostar toda la inversión al equipamiento de alta eficiencia, mientras se puede conjugar la inversión al repartirse en equipamiento y aislamiento. En la Tabla A6.21 del Anexo 6 se muestra el caso de una vivienda de 80 m<sup>2</sup> con muro de bloque aislado 5.08 cm (2") y techo de madera con 5.08 cm (2") de aislamiento con poliestireno en la que se eficientiza el equipo de aire acondicionado, la cual resultó factible, lográndose ahorros netos promedio anuales de \$409.86. El concentrado de resultados para el resto de los casos se muestra en las Tablas A6.22 y A6.23 del Anexo 6. Además, en las Figuras 6.9 y 6.10, respectivamente para viviendas de 50 m<sup>2</sup> y 80 m<sup>2</sup>, se muestran los principales indicadores de los casos representativos de la evaluación económica de la sustitución de equipo de eficiencia REEE =  $2.93 W_t/W_e$  (REEE = 10 Btu/Wh) por equipo de eficiencia REEE =  $3.81 W_t/W_e$  (REEE = 13 Btu/Wh).

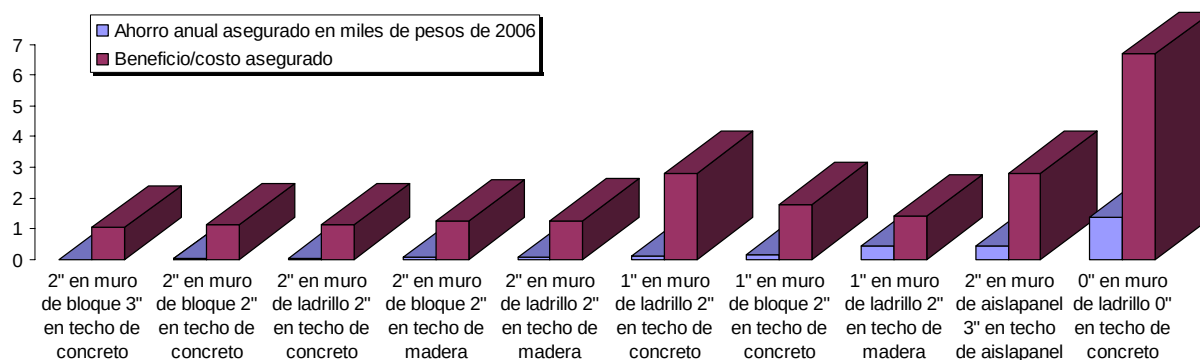


Figura 6.9 Eficientización de equipos en viviendas de 50 m<sup>2</sup> con diferentes condiciones de aislamiento con poliestireno

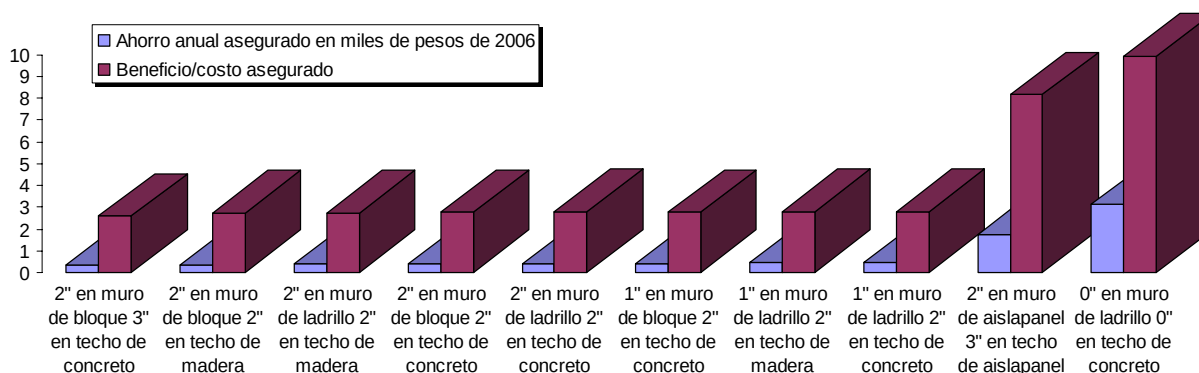


Figura 6.10 Eficientización de equipos en viviendas de 80 m<sup>2</sup> con diferentes condiciones de aislamiento con poliestireno

### 6.2.6. Evaluación de sustitución de refrigeradores

Para mostrar la factibilidad de sustitución de refrigeradores, se realizó una evaluación económica para el caso de sustituir un refrigerador de 510 dm<sup>3</sup> (18 pie<sup>3</sup>) construido en 1993 (antes que se aplicara la norma NOM-072-SCFI-1994) por uno nuevo (cumpliendo con la norma NOM-015-ENER-2002) para utilizarse durante 14 años, a sabiendas de que el refrigerador viejo en promedio sólo se puede utilizar por 7 años más, sustituyéndose en ese momento por uno nuevo, por lo que los ahorros de energía sólo se consideran por 7 años, resultando factible su sustitución con ahorros netos (ya descontando el pago del equipo) promedio anuales de \$114.15 y con ahorros netos mínimos anuales de \$54.37 (por la aplicación del análisis de sensibilidad y riesgo) tal como se muestra en la Tabla A6.24 del Anexo 6, pero con la ventaja adicional de contar con la comodidad de un refrigerador nuevo. Es de notarse que para el caso en el que ya se cuenta con un refrigerador más nuevo que el de modelo 1993 (que ya se ajusta a la norma NOM-072-SCFI-1994), aún no es económicamente conveniente la sustitución, pero sólo existe la conveniencia de la comodidad que brinda un refrigerador nuevo, pudiendo este acto subjetivo cambiar la decisión del usuario a aceptar el cambio.

## 6.3. Evaluación financiera

Es común que proyectos que resulten factibles económicamente no se lleven a cabo por falta de financiamiento, por lo que es de importancia la evaluación financiera para descubrir la forma en que se financiarán las acciones aquí planteadas que resultaron económicamente viables.

Las indicaciones monetarias indicadas a lo largo de la evaluación financiera son en pesos referenciados al año 2006.

Desde el punto de vista del usuario, se puede resolver el problema de financiamiento por medio del Programa ASI, ya que está estructurado para estos fines y desde el punto de vista del proveedor de energía que gestiona estas acciones por medio de dicho programa, el financiamiento lo está obteniendo vía fideicomisos. Por el momento ya se cuenta con programas para abarcar el caso de financiar el aislamiento de techos y muros y el de sustitución de equipos de aire acondicionado y refrigeradores, pero por lo pronto no se cuenta con el fideicomiso para que además de financiar parte de la construcción, se financie el equipamiento para la refrigeración de viviendas, y dado que resulta factible en algunos casos aquí estudiados, sería de gran utilidad implantar un fideicomiso para este caso o también ampliar los existentes para abarcar la construcción y equipamiento de las viviendas con fines de ahorro de energía eléctrica.

Se realizó la evaluación económica para el escenario de obtener financiamiento parcial del costo de la vivienda (5% del costo de la construcción, equivalente al enganche), además del financiamiento del aislamiento en muros y techos y del equipo de aire acondicionado de alta eficiencia. De esta forma los usuarios que no pueden pagar algún enganche, podrán adquirir su vivienda, pagando prácticamente como renta dicho enganche ahunado al aislamiento y equipamiento. Por parte del proveedor de energía, se tendrán ahorros en la demanda eléctrica dado que condicionará el crédito de viviendas a las que se construyan de tal forma que tengan bajo consumo energético. Los casos estudiados más factibles aquí evaluados son los siguientes:

🌈 Financiamiento para una vivienda de muros de bloque y techo de concreto de 50 m<sup>2</sup> de construcción: el costo de la habitación sin aislamiento es de \$302,785.05, se deberá financiar el 5% de ese costo (\$15,119.25), el costo del aislamiento con poliestireno de 5.08 cm (2") en muros y techos (\$19,612.08) y el costo del equipo de aire acondicionado de REEE = 3.81 W<sub>t</sub>/W<sub>e</sub> (REEE = 13 Btu/Wh) de 1.5 ton (\$12,605.90), con una tasa de 12% anual (11.39% capitalizable mensualmente) a liquidarse en 5 años. Resultó económicamente factible dicha aplicación, con ganancias netas promedio para el usuario de \$2,059.86 anuales durante 12 años y ganancias netas mínimas (por la aplicación del análisis de sensibilidad y riesgo) de \$1,795.49 anuales durante el mismo período (Tabla A6.25 del Anexo 6). Los pagos mensuales

iniciarían con \$796.45 más la mensualidad correspondiente al pago del 95% del costo de la vivienda.

✚ Financiamiento para una vivienda de muros de ladrillo y techo de concreto de 50 m<sup>2</sup> de construcción: el costo de la habitación sin aislamiento es de \$294,180.09, se deberá financiar el 5% de ese costo (\$14,709.00), el costo del aislamiento con poliestireno de 5.08 cm (2") en muros y techos (\$19,612.08) y el costo del equipo de aire acondicionado de REEE = 3.81 W<sub>t</sub>/W<sub>e</sub> (REEE = 13 Btu/Wh) de 1.5 Toneladas (\$12,605.90), con una tasa de 12% anual (11.39% capitalizable mensualmente) a liquidarse en 5 años. Resultó económicamente factible dicha aplicación, con ganancias netas promedio para el usuario de \$2,344.00 anuales durante 12 años y ganancias netas mínimas de \$2,067.89 anuales durante el mismo período (Tabla A6.26 del Anexo 6). Los pagos mensuales iniciarían con \$789.55 más la mensualidad correspondiente al pago del 95% del costo de la vivienda.

✚ Financiamiento para una vivienda de muros de bloque y techo de concreto de 80 m<sup>2</sup> de construcción: el costo de la habitación sin aislamiento es de \$461,288.08, se deberá financiar el 5% de ese costo (\$23,064.40), el costo del aislamiento con poliestireno de 5.08 cm (2") en muros y techos (\$28,077.59) y el costo del equipo de aire acondicionado de REEE = 3.81 W<sub>t</sub>/W<sub>e</sub> (REEE = 13 Btu/Wh) de 2 Toneladas (\$13,926.00), con una tasa de 12% anual (11.39% capitalizable mensualmente) a liquidarse en 5 años. Resultó económicamente factible dicha aplicación, con ganancias netas promedio para el usuario de \$4,468.58 anuales durante 12 años y ganancias netas mínimas de \$3,968.30 anuales durante el mismo período (Tabla A6.27 del Anexo 6). Los pagos mensuales iniciarían con \$1,004.76 más la mensualidad correspondiente al pago del 95% del costo de la vivienda. Los beneficios anuales producto del financiamiento se observan en la Tabla A6.28 del Anexo 6.

✚ Financiamiento para una vivienda de muros de ladrillo y techo de concreto de 80 m<sup>2</sup> de construcción: el costo de la habitación sin aislamiento es de \$294,180.09, se deberá financiar el 5% de ese costo (\$14,709.00), el costo del aislamiento con poliestireno de 5.08 (2") en muros y techos (\$28,077.59) y el costo del equipo de aire acondicionado de REEE = 3.81 W<sub>t</sub>/W<sub>e</sub> (REEE = 13 Btu/Wh) de 2 Toneladas (\$13,926.00), con una tasa de 12% anual (11.39% capitalizable mensualmente) a liquidarse en 5 años. Resultó económicamente factible dicha aplicación, con ganancias netas promedio para el usuario de \$6,678.05 anuales durante 12 años y ganancias netas mínimas de \$6,107.48 anuales durante el mismo período (Tabla A6.29 del Anexo 6). Los pagos mensuales iniciarían con \$954.18 más la mensualidad correspondiente al pago del 95% del costo de la vivienda.

## **7. Conclusiones y recomendaciones**

### **7.1. Conclusiones y recomendaciones acerca de la caracterización de la vivienda del desierto**

Una vez realizadas las corridas de simulación y la evaluación de las diferentes medidas de ahorro de energía por climatización en las viviendas características de la región desértica, se puede separar en tres rubros el tipo de necesidad de tomar alguna decisión; una de ellas es el caso de construcción de viviendas nuevas o ampliaciones, otro el de adecuación de habitaciones ya construidas y otro el de equipo de enfriamiento a utilizar en la vivienda, pudiendo este último caso, conjugarse con uno de los dos primeros, según sea la necesidad.

#### **7.1.1. Construcción o ampliación de viviendas**

En el municipio de Mexicali, se construyen cerca de 10,000 viviendas anuales (Tabla 4.2), predominando el tipo de construcción con bloque o ladrillo (Tabla 2.10), y en las últimas décadas ha aumentado la proporción de viviendas con muro de bloque y techo de concreto, por causa de facilidad y velocidad de construcción, siendo mínima la relación de viviendas que se construyen con materiales cuya función principal, además de la resistencia mecánica, es la de proporcionar

aislamiento térmico. Las construcciones con materiales de gran rigidez (bloque, ladrillo y concreto) que se entregan al usuario sin aislar, aunque representan una inversión inicial menor, con el tiempo esta forzado al hecho de invertir en aislamiento térmico para evitar altos pagos de energía eléctrica. El equipamiento de una construcción nueva generalmente se hace con equipo de aire acondicionado y refrigeradores nuevos, pero no precisamente de alta eficiencia.

La vivienda del desierto tendiente a optimizar el consumo energético, se caracteriza como aquella que no obstante conteniendo muros y techos de materiales de gran rigidez, se construya desde un principio con aislamiento de poliestireno de 2.54 ó 5.08 cm (1 ó 2") en muros y 5.08 cm (2") en techos, el caso de aislamiento de 5.08 cm (2") implica una resistencia térmica mínima  $R$  de  $1.23 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $7 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) o bien que se construya con los nuevos materiales denominados "aislantes" (Tridipanel, Aislapanel, Insulpanel, Foamblock, Performwall y similares), que contengan equipo de aire acondicionado de alta eficiencia con REEE de por lo menos  $3.81 \text{ W}_t/\text{W}_e$  ( $13 \text{ Btu/Wh}$ ), refrigerador que cumpla la norma NOM-015-ENERG-2002 y de tamaño adecuado de acuerdo a la cantidad de miembros que habitan la vivienda.

Es aceptable construir con losas de concreto reforzado (preferentemente nervadas con casetones de poliestireno en los huecos), siempre y cuando se aíslen al 100% con una  $R$  mínima de  $1.23 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $7 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) contrarrestando los puentes térmicos y de acuerdo a las posibilidades económicas. En construcción nueva es recomendable proyectar el espacio de manera que el aislante quede por el interior, lo que reduce los problemas y costos asociados al mantenimiento y se logra una percepción de mayor confort. También, el aislamiento interior permite utilizar otros materiales tales como fibra de vidrio con resistencia térmica mayor sin incrementar el espesor del aislante.

En el caso de ampliación de viviendas, las características deseables son las mismas que se expresan para el caso de construcción de viviendas.

Las construcciones no convencionales realizadas con materiales que ya incluyen aislamiento, aunque resultan ser económicamente más convenientes, hay que tener cuidado en que estos nuevos materiales no provoquen puentes térmicos. Estas viviendas aún no son muy popularizadas ni de la confianza plena de los usuarios, dado a la a veces falsa percepción de baja



resistencia mecánica, pero poco a poco se han ido venciendo estos obstáculos y hoy en día se observan como una muy buena opción.

### 7.1.2. Adecuación de viviendas

En el municipio de Mexicali existen alrededor de 255,000 viviendas (Tabla 4.2), de las cuales más de 90,000 han sido aisladas por el Programa ASI (de acuerdo a la tendencia de los datos expresados en la Sección 2.8), desconociéndose a ciencia cierta cuantas han sido aisladas sin participar en dicho Programa y cuantas ya incluyen aislamiento desde el principio de su vida útil, debido a que no ha habido un censo específico sobre aislamiento de viviendas ni un control de las oficinas de catastro, pero se conoce que existe gran cantidad de viviendas sin aislar, ya sea el techo, los muros o ambos elementos. Se ha demostrado en el capítulo anterior que en la mayoría de los casos, la factibilidad de complementar el aislamiento, además de contar con equipo de aire acondicionado de alta eficiencia con REEE de por lo menos  $3.81 W_t/W_e$  (13 Btu/Wh) y refrigerador que cumpla con la norma NOM-015-ENERG-2002, de acuerdo a lo indicado en el apartado de construcción de viviendas.

Para los casos en que las habitaciones se encuentran sin aislamiento ni en muros ni techos, en la mayoría de las veces es conveniente invertir en aislar con una resistencia térmica  $R$  mínima de  $1.23 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $7 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) que es equivalente 5.08 cm (2") de poliestireno tanto el techo como los muros. Cuando no es posible financiar totalmente el aislamiento, es conveniente por lo menos conseguir financiamiento para aislamiento del techo con  $R$  de  $1.23 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $7 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) equivalente a 5.08 cm (2") de poliestireno o para una  $R$  de  $0.62 \text{ m}^2\text{K/W}$  ( $3.5 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) equivalente a 2.54 cm (1") de poliestireno en casos de más dificultades de financiamiento. Cuando ya se cuenta con el techo aislado, es conveniente en viviendas mayores de  $50 \text{ m}^2$ , aislar los muros hasta 5.08 cm (2"). Es conveniente se agregue aislamiento térmico a las superficies con asoleamiento directo, en especial las orientaciones este, oeste y sur, con una resistencia térmica  $R$  mínima de  $1.23 \text{ m}^2\text{K/WJ}$  ( $7 \text{ }^\circ\text{Fpie}^2\text{h/Btu}$ ) que es equivalente a 5.08 cm (2") de poliestireno, y de acuerdo a las posibilidades económicas del usuario.

### 7.1.3. Conclusión acerca del equipo de enfriamiento a utilizar

El equipo de aire acondicionado puede ser de tipo central (paquete o dividido) o individual (ventana o mini-split) de acuerdo a las condiciones de la vivienda, del financiamiento que se haya tenido para su adquisición o de la preferencia de los usuarios. Las unidades centrales deben tener una Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE) mínima de 3.52  $W_t/W_e$  (12 Btu/Wh) y en el caso de las unidades individuales se recomiendan las eficiencias manejadas por el programa ASI de por lo menos 2.93  $W_t/W_e$  (10 Btu/Wh). Es conveniente reforzar los programas oficiales para los usuarios de enfriadores evaporativos (coolers) con el fin de que se sustituyan por unidades de aire acondicionado eficientes, dado que se debe hacer notar que los enfriadores evaporativos, aunque son de bajo consumo eléctrico, no proporcionan confort en un amplio lapso del verano, especialmente si el ambiente es húmedo y la temperatura exterior es elevada. Es importante dimensionar adecuadamente la capacidad requerida del sistema de aire acondicionado y no exagerar sobredimensionando ésta. No debe tomarse al pie de la letra la vieja recomendación de una Tonelada por cada 20 m<sup>2</sup> de construcción acondicionada, ya que este criterio sobredimensiona la capacidad real requerida, dado que con las viviendas aisladas y equipos eficientes, una Tonelada puede ser suficiente para acondicionar de 30 a 40 m<sup>2</sup> de construcción según sea el caso (Tablas de la A5.6 a la A5.9 del Anexo 5). Los equipos de aire acondicionado deberán tener servicio y mantenimiento por lo menos de forma anual.

En cuanto al tipo y capacidad de refrigeradores que deben adquirirse, estos deberán ser cumpliendo con la Norma: NOM-015-ENER-2002 y no sobrepasar en capacidad de 255 a 425 dm<sup>3</sup> (9 a 15 pie<sup>3</sup>) para familias de 3 miembros o menos, de 510 dm<sup>3</sup> (18 pie<sup>3</sup>) para las de 4 a 6 miembros y de 595 dm<sup>3</sup> (21 pie<sup>3</sup>) sólo para familias numerosas. Aunque la capacidad puede ser variable de acuerdo a la cantidad de perecederos que la familia acostumbra refrigerar.

### 7.1.4. Conclusiones generales

Se puede decir que cada vez será mayor el impacto del pago por energía eléctrica por familia, ya que en términos reales los salarios están disminuyendo y el costo de la energía está aumentando, las formas de revertir esta situación podrían ser:

a. Una extrema generación de energía, de tal forma que la oferta progrese mucho más que la demanda. Esta opción no es muy factible en las condiciones actuales ni en la perspectiva a futuro.

b. Un mejoramiento administrativo en la generación y distribución de energía, de tal forma que disminuyan los costos.

c. Una mejora en la economía nacional que provoque aumento en términos reales de los salarios. También esta opción no se observa muy posible, dado las condiciones actuales.

d. Un cambio de regulación del marco fiscal de CFE que elimine el efecto, por ejemplo, del concepto de "aprovechamiento" que es un cargo muy oneroso y que se contabiliza como "costo" cuando en realidad no lo es.

e. La aplicación de grandes subsidios gubernamentales. De acuerdo a las condiciones económicas prevalecientes se observa que difícilmente se podrán otorgar subsidios mayores a los otorgados en los últimos años (2002 a 2006 y previstos hasta el año 2009), que han sido relativamente pequeños y no regularizables.

f. Poner en práctica diversas acciones de ahorro de energía como:

1. *Aislamiento térmico de la vivienda.*
2. *Eficienzación de equipos de enfriamiento.*
3. *Diseño térmico de la vivienda.*
  - Regular la cantidad, tamaño, sellado y ubicación de ventanas y puertas.
  - Sistema eléctrico bien dimensionado y eficiente.
  - Diseño arquitectónico y orientación de la vivienda en pro del ahorro de energía.
4. *Adecuación térmica de la vivienda.*
  - Utilización de focos fluorescentes en vez de incandescentes.
  - Uso de pinturas reflectivas.
  - Sombreado de techos y muros.
  - Adecuado servicio y mantenimiento de equipos de enfriamiento.
  - Unión aislada de elementos externos.
  - Aislamiento adecuado de ductos.
5. *Actitud del usuario en pro del ahorro de energía.*
  - Hábitos positivos de consumo.
  - Utilización razonada del termostato.

Las consideraciones a, b, c d y e no están al alcance directo del usuario, por lo que la práctica del ahorro de energía domiciliaria (expresados en la consideración f) es la alternativa para reducir el impacto del pago de la energía eléctrica.

## **7.2. Perspectivas para la implantación de propuestas en programas oficiales**

En el Capítulo 6 se demostró que hay una diversidad de casos en los que son económicamente factibles las acciones de aislamiento y adquisición o sustitución de equipos de aire acondicionado y refrigeradores. Los usuarios pueden aprovechar este conocimiento para efectuar las acciones aquí descritas, en algunos de los casos autofinanciándose, algunas veces consiguiendo financiamiento fuera de los programas oficiales, y en la mayoría de los casos el usuario requerirá acudir a programas oficiales para el financiamiento de dichas acciones. Es por eso que el principal apoyo para financiar estas acciones son los subprogramas derivados del programa ASI tales como "Aislamiento térmico", "Sustitución de aire acondicionado" y "Sustitución de refrigeradores".

El escenario deseable a mediano plazo es contar con todas las viviendas aisladas hasta su punto de conveniencia energética versus económica, con equipo de aire acondicionado y refrigerador eficiente. En cuanto a equipamiento es conocido que conforme los equipos ineficientes que ya se encuentran funcionando, poco a poco van a ir disminuyendo al darse de baja tanto por ser sustituidos por unidades eficientes por medio del Programa ASI o por acabar su vida útil y ser reemplazados por unidades nuevas que por norma cada vez deben ser más eficientes, en este aspecto sólo se debe tener cuidado en evitar la importación de unidades usadas ineficientes, de esta forma a mediano plazo se tendrá una gran disminución en la existencia de equipos ineficientes en funcionamiento consumiendo más energía de lo deseable. En el caso de viviendas, la estrategia es contar con programas de aislamiento para que se aumente la proporción de viviendas con la característica de "aisladas". El grave problema lo representan las viviendas que están siendo construidas ya sea sin aislar o con el aislamiento no muy completo, para contrarrestar este hecho, por un lado está el aspecto normativo, orientándose hacia la eficientización energética de las nuevas construcciones y por el otro el financiamiento para el deseable aislamiento de las viviendas nuevas para los casos de usuarios con recursos limitados.

Para el caso de financiar la construcción de viviendas nuevas con las condiciones deseables de aislamiento ya determinadas, es posible ampliar el alcance de los programas oficiales (como el Programa ASI), de tal manera que en los casos de que un ciudadano requiera

hacer una construcción nueva, y ya cuente con un terreno y una cantidad monetaria razonable para iniciar la construcción, el fideicomiso para el ahorro de energía aporte a manera de crédito (quedando en resguardo la propiedad como garantía o por medio de un aval) una cantidad complementaria para que la vivienda se construya con las condiciones de aislamiento ya definidas con fines de ahorro de energía eléctrica, y además sea equipada con aparato de aire acondicionado eficiente, para esto se pueden considerar esquemas de financiamiento como los planteados en la Sección 6.3. También puede ser el caso para cuando las viviendas se adquieran por medio de promotoras de edificación (que es la gran mayoría de los casos), de tal forma que las compañías constructoras desde un principio realicen la construcción con el aislamiento deseable con parte del financiamiento proveniente de programas para el ahorro de energía, recuperables vía crédito y condicionando el equipamiento eficiente (Fig. 7.1). Para este último caso también se pueden considerar los esquemas de financiamiento como los expresados en la Sección 6.3.



Figura 7.1 Ejemplos de prototipos de habitaciones ofrecidas en Mexicali, mismas que deberán construirse con materiales y equipos en pro del ahorro de energía eléctrica

La adopción de medidas como las aquí descritas, ayudan a abatir el consumo de energía eléctrica y la demanda, logrando beneficios al usuario de energía eléctrica y al proveedor de energía, además de contribuir a disminuir el deterioro del ambiente.



## Referencias

- Ahumada V. S. (2002). Determinantes socioculturales en el consumo eléctrico: la percepción del usuario de los programas de ahorro de energía eléctrica en Mexicali, Baja California (2001), Tesis de maestría.
- ASHRAE (1985). 1985 Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.
- \_\_\_\_ (1992). Cooling and Heating, Load Calculation Manual, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.
- \_\_\_\_ (1997). 1997 Fundamentals Handbook, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.
- Banco de México (2006). Información pública sobre los índices de inflación del año 2005.
- Banco de México (2007). Información pública sobre los índices de inflación del año 2006.
- Buitrón S. H. y Valera N. A. (2003). Evaluación del ahorro de energía por la sustitución de equipos de aire acondicionado tipo ventana en Mérida, Yuc. Revista: Energía Racional. FIDE.
- Campbell R. H. y Pérez T. C. (2004). Comportamiento Térmico de Edificios, UABC.
- Campbell R. H. (1996). Escenarios de energía eléctrica en Baja California, Reporte técnico, UABC.
- Campbell R. H., Pérez T. C. y Rivas L. M. (2003). Identificación y definición del impacto social y económico de la problemática del servicio eléctrico y sus alternativas de solución, Reporte técnico, UABC.
- COLEF-CFE (1991). Encuesta socioeconómica sobre vivienda y servicios públicos.
- Comisión Federal de Electricidad (2004). Información Estadística.
- \_\_\_\_ (2005). Información Estadística.
- Coss B. R. (1998). Análisis y evaluación de proyectos de inversión. LIMUSA.
- Durán R. (2001). Proyectos piloto en equipos de aire acondicionado tipo ventana en el sector doméstico. FIDE.
- Etzion Y. y Erell E. (2003). Artículo: Window on Saving. Boletín: A voice from the desert. Jacob Blaustein Institute for Desert.
- Galindo D. M., Valdez S. B. y Schorr W. M. (2006). Comportamiento de la Infraestructura en Zonas Desérticas y Áridas, Capítulo del libro "Estudios del Desierto", Miguel Ángel Porrua-UABC.
- Gobierno del Estado de Baja California (1994). Ley de Edificaciones del Estado de Baja California, publicada en el Periódico Oficial No. 20, de fecha 24 de junio de 1994, Tomo CI.
- \_\_\_\_ (1998). Reglamento de edificaciones para el Municipio de Mexicali, publicado en el Periódico Oficial No. 51, de fecha 18 de diciembre de 1998, Tomo CV.
- Henson R. M. (2006). Better Brazing of Air Conditioners. Welding Journal, vol. 85.
- Hernández R. E. (2006). Simulador térmico para optimizar el empleo de la energía en construcciones de climas cálidos empleando la metodología de horas-grados, tesis de maestría.
- INEGI y Gobierno del Estado de Baja California (2005). Anuario Estadístico Baja California, 2005.
- INEGI (1980). X Censo General de Población y Vivienda.
- \_\_\_\_ (1990). XI Censo General de Población y Vivienda.
- \_\_\_\_ (1995). Conteo de Población y Vivienda 1995.
- \_\_\_\_ (2000). XII Censo General de Población y Vivienda.
- \_\_\_\_ (2005). Conteo de Población y Vivienda 2005.

- Lechner N. (2001). Heating, Cooling, Lighting, Design Methods and Architects. John Wiley & Sons, Inc.
- McQuiston F. C., Parker J. D. and Spitler J. D. (2006). Heating, ventilating and Air Conditioning, Analysis and Design. John Wiler & Sons, Inc.
- Nicol F., Humphreys M., Sykes O. and Roaf S. (1995). Standars for Thermal Confort. Taylor & Francis.
- Pérez T. C., Campbell R. H., Amado M. Ma. G. (2003), Normas de construcción para el ahorro y uso eficiente de la energía en la vivienda de Mexicali. Reporte técnico.
- Pérez T. C., Campbell R. H., Borroto N. A., Amado M. Ma. G., Wong L. A. (2004). Resistencia térmica efectiva en envolventes residenciales y su impacto energético por climatización en regiones de clima cálido. Efecto de puentes térmicos.
- Pérez T. C, Galindo D. M., Ramírez G. M. A., Villa C. J. (1996). Evaluación de equipos de aire acondicionado, motores y refrigeradores para el sector doméstico de Mexicali, B. C., Reporte técnico, UABC.
- Romero M. R. (1994). La vivienda representativa de Mexicali: caracterización física, social y lineamientos de adecuación ambiental, Tesis de maestría.
- Russell J. (2005). The SEER Season. Appliance, vol. 62.
- SAHOPE (1998). Programa Estatal de Vivienda de Baja California 1998-2001.
- XV Ayuntamiento de Mexicali (1998). Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali, B. C. 2010.



## Bibliografía

- Ahumada V. S. (2002). Determinantes socioculturales en el consumo eléctrico: la percepción del usuario de los programas de ahorro de energía eléctrica en Mexicali, Baja California (2001), Tesis de maestría.
- ASHRAE (1985). 1985 Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.
- \_\_\_\_\_ (1992). Cooling and Heating, Load Calculation Manual, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.
- \_\_\_\_\_ (1997). 1997 Fundamentals Handbook, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.
- Baca U. G. (1993). Evaluación de proyectos, análisis y administración del riesgo, Mc. Graw Hill.
- Basan, J. (1998). Manual de diseño urbano, TRILLAS.
- Byron B. R., Stewart W. E. and Light E. N. (1992). Transport Phenomena. John Wiley & Sons, Inc.
- Campbell R. H. y Pérez T. C. (2004). Comportamiento Térmico de Edificios, UABC.
- Campbell R. H., Pérez T. C. y Rivas L. M. (2003). Identificación y definición del impacto social y económico de la problemática del servicio eléctrico y sus alternativas de solución, Reporte técnico, UABC.
- Cengel Y. A. (2003). Heat transfer, a practical approach. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Cengel Y. A. y Boles M. A. (2002). Thermodynamics, an Engineering Approach. McGraw-Hill Companies, Inc.
- COLEF-CFE (1991). Encuesta socioeconómica sobre vivienda y servicios públicos.
- Corral C. (1989). Lineamientos de diseño urbano, TRILLAS.
- Coss B. R. (1998). Análisis y evaluación de proyectos de inversión. LIMUSA.
- Durán R. (2001). Proyectos piloto en equipos de aire acondicionado tipo ventana en el sector doméstico, FIDE.
- Faires V. M. and Simmeng C. M. (2002). Thermodynamics. MacMillan Publishing Co., Inc.
- Galindo D. M. y Pérez T. C. (2006). La vivienda del desierto con eficiencia energética global, Capítulo del libro "Estudios del Desierto", Miguel Ángel Porrua-UABC.
- Galindo D. M., Valdez S. B. y Schorr W. M. (2006). Comportamiento de la Infraestructura en Zonas Desérticas y Áridas, Capítulo del libro "Estudios del Desierto", Miguel Ángel Porrua-UABC.
- Gidon G. (1984). Planificación en zonas áridas. LIMUSA.
- Givoni B. (1994). Passive and Low energy Cooling of Buildings. Wiley & Sons, Inc.
- Hernández R. E. (2006). Simulador térmico para optimizar el empleo de la energía en construcciones de climas cálidos empleando la metodología de horas-gradados, tesis de maestría.
- INEGI y Gobierno del Estado de Baja California (2005). Anuario Estadístico Baja California.
- INEGI (1980). X Censo General de Población y Vivienda.
- \_\_\_\_\_ (1990). XI Censo General de Población y Vivienda.
- \_\_\_\_\_ (1995). Censo de Población y Vivienda 1995.
- \_\_\_\_\_ (2000). XII Censo General de Población y Vivienda.
- \_\_\_\_\_ (2005). Censo de Población y Vivienda 2005.
- Kreider J. F. (1994). Heating and cooling of buildings; design for efficiency. McGraw-Hill.
- Lawrence M. (1995). Techos: Protección contra la intemperie y aislamiento. Gustavo Gili.
- Lechner N. (2001). Heating, Cooling, Lighting, Design Methods and Architects. John Wiley & Sons, Inc.

- McQuiston F. C., Parker J. D. and Spitler J. D. (2006). Heating, ventilating and Air Conditioning, Analysis and Design. John Wiler & Sons, Inc.
- Nicol F. (1995). Standars for Thermal Confort: indoor air temperature standars for the 21<sup>st</sup> century. Chapnon & Hell.
- Nicol F., Humphreys M., Sykes O. and Roaf S. (1995). Standars for Thermal Confort. Taylor & Francis.
- Pérez T. C., Campbell R. H., Amado M. Ma. G. (2003). Normas de construcción para el ahorro y uso eficiente de la energía en la vivienda de Mexicali. Reporte técnico.
- Pérez T. C., Campbell R. H., Borroto N. A., Amado M. Ma. G., Wong L. A. (2004). Resistencia térmica efectiva en envolventes residenciales y su impacto energético por climatización en regiones de clima cálido. Efecto de puentes térmicos.
- Pérez T. C. y Campbell R. H. (2006). Energía eléctrica en regiones de clima calido-seco, Capítulo del libro "Tecnología en la UABC", Miguel Ángel Porrua-UABC.
- Pérez T. C, Galindo D. M., Ramírez G. M. A., Villa C. J. (1996), Evaluación de equipos de aire acondicionado, motores y refrigeradores para el sector doméstico de Mexicali, B. C., Reporte técnico, UABC.
- Pita E. G. (1994). Acondicionamiento de aire, principios y sistemas: un enfoque energético. Compañía Editorial Continental.
- Romero M. R. (1994). La vivienda representativa de Mexicali: caracterización física, social y lineamientos de adecuación ambiental, Tesis de maestría.
- Sapag C. N. and Sapag C. R. (2003). Preparación y Evaluación de Proyectos. McGraw-Hill Iberoamericana.
- Sándes P. A. (1990). Encuesta sobre el grado de adecuación ambiental de la vivienda e impacto social derivado del consumo eléctrico en Mexicali, B. C., Reporte estadístico, 1990, UABC.

## **Anexo 1. Temperaturas en Mexicali**

Mexicali se ha caracterizado por ser una ciudad cálida con temperaturas extremas de casi 50°C, aunque hay que considerar las bajas temperaturas que se dan en el invierno, cercanas a los 0°C, a manera de ejemplo en el período 1990 a 2004 la temperatura promedio fue de 24.5°C, la máxima extrema en el período fue de 51.8°C y la mínima extrema fue de 0.5°C bajo cero. De acuerdo a la información proporcionada por el Área de Meteorología y Climatología de la Universidad Autónoma de Baja California, en la Tabla A1.1 se indican para el período 1990 a 2004 las temperaturas del aire promedio mensuales, así como las máximas y mínimas extremas que se dieron cada mes, mientras que en la Tabla A1.2 se muestran los principales datos meteorológicos de Mexicali durante los años 2002, 2003 y 2004.

Se cuenta con las temperaturas promedio de acuerdo a la hora y al mes de los años 2002 al 2004 en Mexicali, además se cuenta con la humedad relativa promedio de acuerdo al mes. La información detallada sobre la temperatura del aire y la humedad, a manera de ejemplo, en las Tablas A1.3 a la A1.5 se presentan las temperaturas promedio y la humedad relativa promedio de acuerdo a la hora y el mes de los años 2002, 2003 y 2004 respectivamente, mientras que también a manera de ejemplo en la Tabla A1.6 se muestran los datos registrados hora por hora para el mes de julio de 2004. En la Tabla A1.7 se indican las temperaturas promedio de los años 2002, 2003 y 2004 en Mexicali, además de la humedad relativa promedio de esos 3 años de acuerdo al mes.

Tabla A1.1 Temperaturas medias, máximas y mínimas en la ciudad de Mexicali, 1990-2004

| Tempratura media (°C) |       |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |                   |                          |
|-----------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------------------|--------------------------|
| Mes<br>Año            | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Promedio<br>anual | Promedio<br>mayo-octubre |
| 1990                  | 14.6  | 15.0    | 20.5  | 23.5  | 26.5 | 31.8  | 34.7  | 32.6   | 31.2       | 25.4    | 19.6      | 12.8      | 24.0              | 30.4                     |
| 1991                  | 13.9  | 19.0    | 16.4  | 22.8  | 26.8 | 29.0  | 34.5  | 35.2   | 32.7       | 28.0    | 19.2      | 14.0      | 24.3              | 31.0                     |
| 1992                  | 14.5  | 18.0    | 18.9  | 25.3  | 29.5 | 31.5  | 32.5  | 33.7   | 30.7       | 26.5    | 17.2      | 12.6      | 24.2              | 30.7                     |
| 1993                  | 14.0  | 16.2    | 20.9  | 24.4  | 28.5 | 31.8  | 33.0  | 33.1   | 30.9       | 26.1    | 17.3      | 14.4      | 24.2              | 30.6                     |
| 1994                  | 15.7  | 14.9    | 20.2  | 23.1  | 25.9 | 33.2  | 34.4  | 35.7   | 32.7       | 24.2    | 15.2      | 13.4      | 24.1              | 31.0                     |
| 1995                  | 14.0  | 19.2    | 19.9  | 21.6  | 24.0 | 29.9  | 34.6  | 36.0   | 33.7       | 25.7    | 21.2      | 15.6      | 24.6              | 30.7                     |
| 1996                  | 15.5  | 18.2    | 20.2  | 24.3  | 28.4 | 32.1  | 36.0  | 35.4   | 30.9       | 24.7    | 19.2      | 14.6      | 25.0              | 31.3                     |
| 1997                  | 15.1  | 16.1    | 21.3  | 22.8  | 30.7 | 31.0  | 33.5  | 35.9   | 32.3       | 23.9    | 19.3      | 12.6      | 24.5              | 31.2                     |
| 1998                  | 14.6  | 15.1    | 18.4  | 20.6  | 24.2 | 29.6  | 35.9  | 36.4   | 31.6       | 24.6    | 18.3      | 14.3      | 23.6              | 30.4                     |
| 1999                  | 16.8  | 16.8    | 18.5  | 20.7  | 26.7 | 31.2  | 34.7  | 35.0   | 32.0       | 27.3    | 20.3      | 14.4      | 24.5              | 31.2                     |
| 2000                  | 15.9  | 17.3    | 18.8  | 25.1  | 29.5 | 32.9  | 34.9  | 35.6   | 32.3       | 24.4    | 15.6      | 15.5      | 24.8              | 31.6                     |
| 2001                  | 13.2  | 15.0    | 20.1  | 22.0  | 30.7 | 33.7  | 34.5  | 35.5   | 33.3       | 26.8    | 20.6      | 12.7      | 24.8              | 32.4                     |
| 2002                  | 14.5  | 17.1    | 18.9  | 23.9  | 27.9 | 33.7  | 35.6  | 34.9   | 32.8       | 24.9    | 20.3      | 14.7      | 24.9              | 31.6                     |
| 2003                  | 18.2  | 16.7    | 20.9  | 21.4  | 28.1 | 31.7  | 35.8  | 35.2   | 33.6       | 29.5    | 17.6      | 14.9      | 25.3              | 32.3                     |
| 2004                  | 14.9  | 15.3    | 24.0  | 24.2  | 29.4 | 32.3  | 35.7  | 35.1   | 29.3       | 24.5    | 17.1      | 14.7      | 24.7              | 31.1                     |
| Promedio              | 15.0  | 16.7    | 19.9  | 23.0  | 27.8 | 31.7  | 34.7  | 35.0   | 32.0       | 25.8    | 18.5      | 14.1      | 24.5              | 31.2                     |
| Máxima                | 18.2  | 19.2    | 24.0  | 25.3  | 30.7 | 33.7  | 36.0  | 36.4   | 33.7       | 29.5    | 21.2      | 15.6      | 25.3              | 32.4                     |
| Mínima                | 13.2  | 14.9    | 16.4  | 20.6  | 24.0 | 29.0  | 32.5  | 32.6   | 29.3       | 23.9    | 15.2      | 12.6      | 23.6              | 30.4                     |

| Temperatura máxima extrema (°C) |       |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |        |  |
|---------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|--------|--|
| Mes<br>Año                      | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Máxima |  |
| 1990                            | 29.0  | 31.0    | 38.0  | 40.0  | 42.5 | 49.0  | 47.0  | 44.0   | 47.0       | 40.0    | 33.5      | 25.0      | 49.0   |  |
| 1991                            | 27.0  | 33.0    | 29.0  | 40.0  | 42.0 | 42.5  | 48.5  | 47.5   | 45.0       | 45.0    | 36.5      | 26.0      | 48.5   |  |
| 1992                            | 27.0  | 29.0    | 29.0  | 41.0  | 41.0 | 45.0  | 49.0  | 49.0   | 42.0       | 44.0    | 35.0      | 24.0      | 49.0   |  |
| 1993                            | 25.0  | 27.0    | 33.5  | 38.0  | 40.5 | 46.5  | 47.0  | 50.0   | 45.5       | 42.0    | 33.5      | 24.4      | 50.0   |  |
| 1994                            | 28.5  | 26.5    | 36.0  | 40.0  | 41.5 | 49.0  | 46.0  | 46.6   | 45.0       | 38.0    | 33.0      | 25.0      | 49.0   |  |
| 1995                            | 25.0  | 32.0    | 35.0  | 37.5  | 41.0 | 47.0  | 51.8  | 47.5   | 47.0       | 39.0    | 34.0      | 28.0      | 51.8   |  |
| 1996                            | 28.5  | 34.0    | 37.0  | 41.0  | 45.0 | 46.0  | 50.0  | 46.5   | 42.5       | 42.4    | 34.0      | 27.0      | 50.0   |  |
| 1997                            | 29.0  | 31.8    | 37.8  | 41.0  | 44.0 | 44.5  | 46.0  | 47.8   | 46.0       | 43.0    | 34.0      | 25.0      | 47.8   |  |
| 1998                            | 28.0  | 24.0    | 37.0  | 39.0  | 38.5 | 48.0  | 49.0  | 49.5   | 45.8       | 39.1    | 30.8      | 29.0      | 49.5   |  |
| 1999                            | 29.0  | 30.8    | 35.0  | 41.0  | 44.0 | 46.6  | 47.0  | 47.0   | 45.0       | 42.0    | 34.7      | 27.0      | 47.0   |  |
| 2000                            | 31.2  | 29.5    | 34.0  | 41.3  | 46.9 | 46.0  | 49.0  | 47.6   | 47.2       | 40.7    | 28.0      | 28.0      | 49.0   |  |
| 2001                            | 26.3  | 30.0    | 36.2  | 40.0  | 46.0 | 46.8  | 48.2  | 47.5   | 44.0       | 39.0    | 20.6      | 25.0      | 48.2   |  |
| 2002                            | 27.8  | 31.1    | 36.2  | 39.3  | 43.7 | 46.6  | 46.1  | 47.1   | 45.9       | 39.6    | 31.5      | 25.8      | 47.1   |  |
| 2003                            | 29.7  | 31.3    | 37.2  | 34.0  | 42.9 | 46.4  | 49.0  | 46.9   | 45.7       | 41.9    | 30.6      | 26.6      | 49.0   |  |
| 2004                            | 26.8  | 28.4    | 39.2  | 39.5  | 42.2 | 44.9  | 47.1  | 46.9   | 44.5       | 40.9    | 28.9      | 27.4      | 47.1   |  |
| Máxima                          | 31.2  | 34.0    | 39.2  | 41.3  | 46.9 | 49.0  | 51.8  | 50.0   | 47.2       | 45.0    | 36.5      | 29.0      | 51.8   |  |
| Promedio                        | 27.9  | 29.9    | 35.3  | 39.5  | 42.8 | 46.3  | 48.0  | 47.4   | 45.2       | 41.1    | 31.9      | 26.2      | 48.8   |  |

| Temperatura mínima extrema (°C) |       |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |        |  |
|---------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|--------|--|
| Mes<br>Año                      | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Mínima |  |
| 1990                            | 3.5   | 1.5     | 7.3   | 13.0  | 13.0 | 15.2  | 21.5  | 19.5   | 17.0       | 14.1    | 6.5       | 0.0       | 0.0    |  |
| 1991                            | 3.0   | 7.0     | 4.0   | 10.0  | 12.0 | 16.0  | 21.5  | 22.5   | 18.0       | 9.0     | 4.0       | 2.0       | 2.0    |  |
| 1992                            | 2.5   | 8.5     | 9.0   | 13.0  | 18.0 | 19.0  | 19.0  | 18.0   | 18.0       | 13.0    | 5.0       | 0.0       | 0.0    |  |
| 1993                            | 1.0   | 7.5     | 7.5   | 13.5  | 14.0 | 16.0  | 22.0  | 20.0   | 15.5       | 15.0    | 7.0       | 4.0       | 1.0    |  |
| 1994                            | 3.0   | 4.5     | 9.0   | 10.0  | 14.5 | 20.0  | 22.0  | 23.0   | 18.0       | 10.0    | 2.0       | 4.0       | 2.0    |  |
| 1995                            | 5.0   | 8.0     | 8.0   | 8.0   | 11.5 | 15.0  | 19.0  | 24.5   | 19.8       | 12.0    | 10.0      | 5.0       | 5.0    |  |
| 1996                            | 4.0   | 4.0     | 8.0   | 12.0  | 11.0 | 16.5  | 25.0  | 22.5   | 19.0       | 8.0     | 6.8       | 1.5       | 1.5    |  |
| 1997                            | 5.0   | 4.0     | 4.0   | 7.2   | 17.0 | 16.0  | 19.0  | 24.5   | 20.0       | 11.0    | 8.0       | 2.0       | 2.0    |  |
| 1998                            | 3.0   | 6.0     | 5.5   | 7.5   | 12.0 | 15.0  | 24.0  | 25.8   | 17.0       | 12.0    | 6.0       | -0.5      | -0.5   |  |
| 1999                            | 4.5   | 3.2     | 4.0   | 7.0   | 9.6  | 11.8  | 24.9  | 22.0   | 20.0       | 12.6    | 5.0       | 3.0       | 3.0    |  |
| 2000                            | 2.0   | 6.5     | 5.5   | 10.5  | 15.0 | 18.0  | 20.0  | 23.8   | 18.7       | 11.5    | 3.2       | 3.5       | 2.0    |  |
| 2001                            | 2.0   | 2.7     | 7.0   | 7.9   | 16.0 | 20.0  | 21.2  | 22.3   | 20.7       | 15.5    | 5.2       | 0.8       | 0.8    |  |
| 2002                            | 4.1   | 2.8     | 5.5   | 7.8   | 14.9 | 20.1  | 24.6  | 24.4   | 16.8       | 13.1    | 10.6      | 3.5       | 2.8    |  |
| 2003                            | 6.1   | 5.3     | 8.3   | 10.3  | 13.3 | 19.2  | 25.1  | 25.6   | 21.4       | 14.5    | 5.3       | 1.8       | 1.8    |  |
| 2004                            | 3.4   | 5.0     | 9.2   | 13.3  | 16.7 | 9.9   | 23.5  | 22.7   | 13.0       | 11.1    | 3.7       | 3.5       | 3.4    |  |
| Mínima                          | 1.0   | 1.5     | 4.0   | 7.0   | 9.6  | 9.9   | 19.0  | 18.0   | 13.0       | 8.0     | 2.0       | -0.5      | -0.5   |  |
| Promedio                        | 3.5   | 5.1     | 6.8   | 10.1  | 13.9 | 16.5  | 22.2  | 22.7   | 18.2       | 12.2    | 5.9       | 2.3       | 1.8    |  |

Tabla A1.2 Principales datos meteorológicos de la Ciudad de Mexicali, 2002-2004

|                                 | Año      | Mes   |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           | Promedio | Máxima | Mínima |
|---------------------------------|----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|----------|--------|--------|
|                                 |          | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |          |        |        |
| Temperatura media (°C)          | 2002     | 14.5  | 17.1    | 18.9  | 23.9  | 27.9 | 33.7  | 35.6  | 34.9   | 32.8       | 24.9    | 20.3      | 14.7      | 24.9     | 35.6   | 14.5   |
|                                 | 2003     | 18.2  | 16.7    | 20.9  | 21.4  | 28.1 | 31.7  | 35.8  | 35.2   | 33.6       | 29.5    | 17.6      | 14.9      | 25.3     | 35.8   | 14.9   |
|                                 | 2004     | 14.9  | 15.3    | 24.0  | 24.2  | 29.4 | 32.3  | 35.7  | 35.1   | 29.3       | 24.5    | 17.1      | 14.7      | 24.7     | 35.7   | 14.7   |
|                                 | Promedio | 15.9  | 16.4    | 21.3  | 23.2  | 28.5 | 32.6  | 35.7  | 35.1   | 31.9       | 26.3    | 18.3      | 14.8      | 25.0     | 35.7   | 14.7   |
| Oscilación térmica (°C)         | 2002     | 13.7  | 16.3    | 15.0  | 16.2  | 16.3 | 18.1  | 15.1  | 16.1   | 15.6       | 14.6    | 13.9      | 12.9      | 15.3     | 18.1   | 12.9   |
|                                 | 2003     | 15.0  | 11.5    | 14.0  | 13.5  | 15.4 | 17.1  | 14.5  | 12.9   | 14.8       | 15.1    | 12.2      | 10.9      | 13.9     | 17.1   | 10.9   |
|                                 | 2004     | 13.0  | 12.7    | 14.7  | 14.2  | 16.4 | 22.3  | 15.1  | 15.1   | 14.8       | 15.3    | 13.4      | 12.8      | 15.0     | 22.3   | 12.7   |
|                                 | Promedio | 13.9  | 13.5    | 14.6  | 14.6  | 16.0 | 19.2  | 14.9  | 14.7   | 15.1       | 15.0    | 13.2      | 12.2      | 14.7     | 19.2   | 12.2   |
| Temperatura máxima extrema (°C) | 2002     | 27.8  | 31.1    | 36.2  | 39.3  | 43.7 | 46.6  | 46.1  | 47.1   | 45.9       | 39.6    | 31.5      | 25.8      | 38.4     | 47.1   | 25.8   |
|                                 | 2003     | 29.7  | 31.3    | 37.2  | 34.0  | 42.9 | 46.4  | 49.0  | 46.9   | 45.7       | 41.9    | 30.6      | 26.6      | 38.5     | 49.0   | 26.6   |
|                                 | 2004     | 26.8  | 28.4    | 39.2  | 39.5  | 42.2 | 44.9  | 47.1  | 46.9   | 44.5       | 40.9    | 28.9      | 27.4      | 38.1     | 47.1   | 26.8   |
|                                 | Promedio | 28.1  | 30.3    | 37.5  | 37.6  | 42.9 | 46.0  | 47.4  | 47.0   | 45.4       | 40.8    | 30.3      | 26.6      | 38.3     | 47.7   | 26.4   |
|                                 | Máxima   | 29.7  | 31.3    | 39.2  | 39.5  | 43.7 | 46.6  | 49.0  | 47.1   | 45.9       | 41.9    | 31.5      | 27.4      | 38.5     | 49.0   | 26.8   |
| Temperatura mínima extrema (°C) | 2002     | 4.1   | 2.8     | 5.5   | 7.8   | 14.9 | 20.1  | 24.6  | 24.4   | 16.8       | 13.1    | 10.6      | 3.5       | 12.4     | 24.6   | 2.8    |
|                                 | 2003     | 6.1   | 5.3     | 8.3   | 10.3  | 13.3 | 19.2  | 25.1  | 25.6   | 21.4       | 14.5    | 5.3       | 1.8       | 13.0     | 25.6   | 1.8    |
|                                 | 2004     | 3.4   | 5.0     | 9.2   | 13.3  | 16.7 | 9.9   | 23.5  | 22.7   | 13.0       | 11.1    | 3.7       | 3.5       | 11.3     | 23.5   | 3.4    |
|                                 | Promedio | 4.5   | 4.4     | 7.7   | 10.5  | 15.0 | 16.4  | 24.4  | 24.2   | 17.1       | 12.9    | 6.5       | 2.9       | 12.2     | 24.6   | 2.7    |
|                                 | Mínima   | 3.4   | 2.8     | 5.5   | 7.8   | 13.3 | 9.9   | 23.5  | 22.7   | 13.0       | 11.1    | 3.7       | 1.8       | 11.3     | 23.5   | 1.8    |
| Humedad media (%)               | 2002     | 42.7  | 31.1    | 33.3  | 39.5  | 29.1 | 26.4  | 38.7  | 38.8   | 35.0       | 39.0    | 38.6      | 54.2      | 37.2     | 54.2   | 26.4   |
|                                 | 2003     | 44.9  | 50.4    | 38.6  | 36.0  | 33.0 | 35.9  | 43.3  | 46.8   | 40.4       | 39.4    | 50.3      | 45.2      | 42.0     | 50.4   | 33.0   |
|                                 | 2004     | 48.7  | 46.6    | 41.6  | NPI   | 22.7 | 29.3  | 33.3  | 34.6   | 32.9       | 42.6    | 49.0      | 52.5      | 39.4     | 52.5   | 22.7   |
|                                 | Promedio | 45.4  | 42.7    | 37.8  | 37.8  | 28.3 | 30.5  | 38.4  | 40.1   | 36.1       | 40.3    | 46.0      | 50.6      | 39.6     | 52.4   | 27.4   |
| Humedad máxima extrema (%)      | 2002     | 100.0 | 75.6    | 88.0  | 100.0 | 87.4 | 76.4  | 85.4  | 95.1   | 91.9       | 87.3    | 100.0     | 99.9      | 90.6     | 100.0  | 75.6   |
|                                 | 2003     | 100.0 | 99.9    | 99.9  | 72.9  | 84.5 | 95.5  | 96.3  | 95.8   | 91.7       | 98.6    | 100.0     | 97.7      | 94.4     | 100.0  | 72.9   |
|                                 | 2004     | 100.0 | 99.9    | 100.0 | 100.0 | 70.6 | 75.9  | 83.2  | 88.1   | 91.0       | 99.9    | 98.8      | 100.0     | 92.3     | 100.0  | 70.6   |
|                                 | Máxima   | 100.0 | 99.9    | 100.0 | 100.0 | 87.4 | 95.5  | 96.3  | 95.8   | 91.9       | 99.9    | 100.0     | 100.0     | 94.4     | 100.0  | 75.6   |
| Humedad mínima extrema (%)      | 2002     | 11.2  | 9.8     | 9.6   | 7.8   | 8.2  | 5.8   | 24.6  | 7.5    | 9.6        | 10.2    | 9.8       | 21.4      | 11.3     | 24.6   | 5.8    |
|                                 | 2003     | 9.0   | 14.0    | 10.1  | 9.5   | 8.7  | 8.7   | 9.0   | 13.2   | 8.6        | 8.1     | 13.5      | 14.6      | 10.6     | 14.6   | 8.1    |
|                                 | 2004     | 14.6  | 11.7    | 10.8  | NPI   | 6.1  | 7.4   | 4.9   | 8.7    | 4.6        | 9.1     | 12.8      | 10.1      | 9.2      | 14.6   | 4.6    |
|                                 | Mínima   | 9.0   | 9.8     | 9.6   | 7.8   | 6.1  | 5.8   | 4.9   | 7.5    | 4.6        | 8.1     | 9.8       | 10.1      | 9.2      | 14.6   | 4.6    |
| Precipitación (mm)              | 2002     | 0.0   | 0.0     | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 3.0        | 0.0     | 0.0       | 0.0       | 0.3      | 3.0    | 0.0    |
|                                 | 2003     | 0.0   | 32.2    | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0        | 0.0     | 0.0       | 0.0       | 2.7      | 32.2   | 0.0    |
|                                 | 2004     | 3.2   | 25.3    | 1.3   | 10.7  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0        | 0.0     | 0.0       | 8.8       | 4.1      | 25.3   | 0.0    |
|                                 | Promedio | 1.1   | 19.2    | 0.4   | 3.6   | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 1.0        | 0.0     | 0.0       | 2.9       | 2.3      | 20.2   | 0.0    |
|                                 | Máxima   | 3.2   | 32.2    | 1.3   | 10.7  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 3.0        | 0.0     | 0.0       | 8.8       | 4.1      | 32.2   | 0.0    |

Tabla A1.3 Temperaturas promedio en °C de acuerdo a la hora y al mes en Mexicali, 2002

| Mes<br>Hora       | Enero       | Febrero     | Marzo       | Abril       | Mayo        | Junio       | Julio       | Agosto      | Septiembre  | Octubre     | Noviembre   | Diciembre   | Promedio    | Máxima      | Mínima     |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| De 0 a 1          | 12.1        | 13.8        | 15.8        | 20.1        | 24.0        | 29.5        | 32.0        | 31.3        | 29.8        | 21.9        | 17.5        | 12.1        | <b>21.7</b> | 32.0        | 12.1       |
| De 1 a 2          | 11.4        | 12.8        | 15.0        | 19.3        | 22.9        | 28.6        | 31.0        | 30.4        | 28.8        | 21.2        | 16.8        | 11.5        | <b>20.8</b> | 31.0        | 11.4       |
| De 2 a 3          | 10.8        | 12.3        | 14.5        | 18.6        | 22.0        | 27.5        | 30.3        | 29.6        | 28.2        | 20.5        | 16.2        | 11.1        | <b>20.1</b> | 30.3        | 10.8       |
| De 3 a 4          | 10.4        | 11.8        | 13.9        | 18.1        | 21.3        | 26.6        | 29.8        | 28.9        | 27.5        | 19.9        | 15.8        | 10.6        | <b>19.6</b> | 29.8        | 10.4       |
| De 4 a 5          | 9.9         | 11.0        | 13.3        | 17.4        | 20.8        | 25.6        | 29.2        | 28.2        | 26.8        | 19.2        | 15.2        | 10.2        | <b>18.9</b> | 29.2        | 9.9        |
| De 5 a 6          | 9.3         | 10.2        | 13.0        | 16.8        | 20.0        | 24.8        | 28.7        | 27.5        | 26.2        | 18.6        | 14.8        | 9.7         | <b>18.3</b> | 28.7        | 9.3        |
| De 6 a 7          | 9.0         | 9.8         | 12.4        | 17.0        | 20.5        | 25.6        | 28.8        | 27.4        | 25.7        | 18.3        | 14.5        | 9.4         | <b>18.2</b> | 28.8        | 9.0        |
| De 7 a 8          | 8.7         | 9.6         | 12.9        | 18.9        | 23.0        | 28.1        | 30.4        | 29.2        | 27.1        | 19.1        | 14.6        | 9.2         | <b>19.2</b> | 30.4        | 8.7        |
| De 8 a 9          | 9.6         | 11.9        | 15.5        | 21.1        | 25.5        | 30.8        | 32.5        | 31.5        | 30.0        | 21.9        | 17.0        | 10.4        | <b>21.5</b> | 32.5        | 9.6        |
| De 9 a 10         | 12.8        | 15.7        | 18.1        | 23.5        | 27.6        | 33.2        | 34.7        | 33.9        | 32.8        | 24.7        | 20.1        | 13.5        | <b>24.2</b> | 34.7        | 12.8       |
| De 10 a 11        | 15.7        | 18.6        | 20.4        | 25.8        | 29.7        | 35.4        | 36.7        | 36.3        | 35.0        | 26.8        | 22.5        | 16.2        | <b>26.6</b> | 36.7        | 15.7       |
| De 11 a 12        | 18.0        | 20.9        | 22.3        | 27.7        | 31.5        | 37.3        | 38.6        | 38.2        | 36.7        | 28.7        | 24.3        | 18.1        | <b>28.5</b> | 38.6        | 18.0       |
| De 12 a 13        | 19.4        | 22.5        | 23.3        | 29.2        | 32.9        | 38.9        | 40.0        | 39.7        | 38.2        | 29.9        | 25.5        | 19.3        | <b>29.9</b> | 40.0        | 19.3       |
| De 13 a 14        | 20.3        | 23.4        | 24.3        | 30.1        | 33.9        | 40.2        | 41.0        | 40.9        | 39.0        | 30.8        | 26.3        | 20.1        | <b>30.9</b> | 41.0        | 20.1       |
| De 14 a 15        | 20.8        | 24.0        | 24.9        | 31.0        | 34.6        | 41.2        | 42.0        | 41.8        | 39.6        | 31.5        | 26.7        | 20.6        | <b>31.6</b> | 42.0        | 20.6       |
| De 15 a 16        | 21.0        | 24.5        | 25.2        | 31.4        | 35.0        | 41.6        | 42.5        | 42.3        | 39.5        | 31.7        | 26.8        | 20.7        | <b>31.8</b> | 42.5        | 20.7       |
| De 16 a 17        | 20.8        | 24.5        | 25.3        | 31.1        | 35.0        | 41.6        | 42.5        | 42.3        | 39.2        | 31.3        | 26.3        | 20.4        | <b>31.7</b> | 42.5        | 20.4       |
| De 17 a 18        | 19.8        | 23.9        | 24.7        | 30.2        | 34.6        | 41.2        | 42.0        | 41.7        | 38.4        | 30.2        | 24.8        | 19.1        | <b>30.9</b> | 42.0        | 19.1       |
| De 18 a 19        | 17.7        | 22.1        | 23.4        | 28.3        | 33.4        | 40.2        | 40.9        | 40.3        | 36.7        | 28.3        | 22.9        | 17.4        | <b>29.3</b> | 40.9        | 17.4       |
| De 19 a 20        | 16.3        | 20.2        | 21.5        | 26.3        | 31.3        | 38.2        | 39.3        | 38.4        | 35.1        | 26.9        | 21.8        | 16.3        | <b>27.6</b> | 39.3        | 16.3       |
| De 20 a 21        | 15.3        | 18.7        | 20.3        | 24.7        | 29.5        | 35.9        | 37.4        | 36.5        | 33.7        | 25.6        | 20.6        | 15.3        | <b>26.1</b> | 37.4        | 15.3       |
| De 21 a 22        | 14.3        | 17.5        | 19.0        | 23.3        | 28.0        | 33.9        | 35.8        | 34.9        | 32.4        | 24.5        | 19.7        | 14.4        | <b>24.8</b> | 35.8        | 14.3       |
| De 22 a 23        | 13.4        | 16.3        | 18.0        | 22.1        | 26.7        | 32.3        | 34.4        | 33.6        | 31.2        | 23.6        | 18.8        | 13.7        | <b>23.7</b> | 34.4        | 13.4       |
| De 23 a 24        | 12.6        | 15.1        | 17.0        | 20.8        | 25.5        | 30.7        | 33.2        | 32.3        | 30.3        | 22.6        | 18.1        | 12.9        | <b>22.6</b> | 33.2        | 12.6       |
| Promedio          | <b>14.5</b> | <b>17.1</b> | <b>18.9</b> | <b>23.9</b> | <b>27.9</b> | <b>33.7</b> | <b>35.6</b> | <b>34.9</b> | <b>32.8</b> | <b>24.9</b> | <b>20.3</b> | <b>14.7</b> | <b>24.9</b> | 35.6        | 14.5       |
| Máxima            | 21.0        | 24.5        | 25.3        | 31.4        | 35.0        | 41.6        | 42.5        | 42.3        | 39.6        | 31.7        | 26.8        | 20.7        | <b>31.9</b> | 42.5        | 20.7       |
| Mínima            | 8.7         | 9.6         | 12.4        | 16.8        | 20.0        | 24.8        | 28.7        | 27.4        | 25.7        | 18.3        | 14.5        | 9.2         | <b>18.0</b> | 28.7        | 8.7        |
| Máxima Extrema    | <b>27.8</b> | <b>31.1</b> | <b>36.2</b> | <b>39.3</b> | <b>43.7</b> | <b>46.6</b> | <b>46.1</b> | <b>47.1</b> | <b>45.9</b> | <b>39.6</b> | <b>31.5</b> | <b>25.8</b> | 38.4        | <b>47.1</b> |            |
| Mínima Extrema    | <b>4.1</b>  | <b>2.8</b>  | <b>5.5</b>  | <b>7.8</b>  | <b>14.9</b> | <b>20.1</b> | <b>24.6</b> | <b>24.4</b> | <b>16.8</b> | <b>13.1</b> | <b>10.6</b> | <b>3.5</b>  | 12.4        |             | <b>2.8</b> |
| Humedad media (%) | 42.7        | 31.1        | 33.3        | 39.5        | 29.1        | 26.4        | 38.7        | 38.8        | 35.0        | 39.0        | 38.6        | 54.2        | 37.2        | 54.2        | 26.4       |

Tabla A1.4 Temperaturas promedio en °C de acuerdo a la hora y al mes en Mexicali, 2003

| Mes<br>Hora       | Enero       | Febrero     | Marzo       | Abril       | Mayo        | Junio       | Julio       | Agosto      | Septiembre  | Octubre     | Noviembre   | Diciembre   | Promedio    | Máxima      | Mínima     |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| De 0 a 1          | 15.0        | 14.8        | 17.9        | 18.3        | 24.6        | 27.9        | 32.7        | 32.9        | 30.5        | 26.6        | 15.1        | 12.5        | <b>22.4</b> | 32.9        | 12.5       |
| De 1 a 2          | 14.5        | 14.2        | 17.3        | 17.8        | 23.8        | 26.7        | 31.9        | 32.2        | 29.8        | 25.8        | 14.6        | 11.7        | <b>21.7</b> | 32.2        | 11.7       |
| De 2 a 3          | 13.9        | 13.9        | 16.6        | 17.2        | 22.9        | 25.7        | 31.0        | 31.4        | 29.2        | 25.1        | 14.2        | 11.2        | <b>21.0</b> | 31.4        | 11.2       |
| De 3 a 4          | 13.4        | 13.5        | 16.0        | 16.7        | 22.1        | 25.0        | 30.2        | 30.9        | 28.4        | 24.3        | 13.7        | 10.7        | <b>20.4</b> | 30.9        | 10.7       |
| De 4 a 5          | 12.9        | 13.0        | 15.4        | 16.1        | 21.5        | 24.2        | 29.7        | 30.3        | 27.7        | 23.5        | 13.3        | 10.1        | <b>19.8</b> | 30.3        | 10.1       |
| De 5 a 6          | 12.5        | 12.5        | 14.9        | 15.6        | 21.0        | 23.6        | 29.2        | 29.6        | 27.2        | 23.0        | 13.0        | 9.7         | <b>19.3</b> | 29.6        | 9.7        |
| De 6 a 7          | 11.9        | 12.0        | 14.5        | 15.5        | 21.3        | 24.2        | 29.5        | 29.3        | 26.7        | 22.6        | 12.7        | 9.4         | <b>19.1</b> | 29.5        | 9.4        |
| De 7 a 8          | 11.8        | 11.8        | 14.9        | 17.2        | 23.3        | 26.3        | 30.8        | 30.7        | 28.0        | 23.2        | 12.6        | 9.0         | <b>20.0</b> | 30.8        | 9.0        |
| De 8 a 9          | 13.0        | 13.2        | 17.5        | 19.4        | 25.7        | 28.6        | 32.7        | 32.5        | 30.4        | 25.8        | 14.5        | 10.6        | <b>22.0</b> | 32.7        | 10.6       |
| De 9 a 10         | 16.4        | 15.6        | 20.5        | 21.3        | 27.7        | 30.9        | 34.8        | 34.5        | 32.9        | 28.9        | 17.0        | 13.8        | <b>24.5</b> | 34.8        | 13.8       |
| De 10 a 11        | 19.4        | 17.5        | 22.6        | 23.1        | 29.7        | 32.9        | 36.6        | 36.4        | 35.2        | 31.2        | 19.0        | 16.4        | <b>26.7</b> | 36.6        | 16.4       |
| De 11 a 12        | 21.9        | 19.0        | 24.1        | 24.4        | 31.4        | 34.9        | 38.3        | 38.0        | 37.1        | 33.2        | 20.8        | 18.3        | <b>28.4</b> | 38.3        | 18.3       |
| De 12 a 13        | 23.3        | 20.1        | 25.1        | 25.5        | 32.7        | 36.6        | 39.7        | 39.2        | 38.4        | 34.8        | 22.1        | 19.6        | <b>29.8</b> | 39.7        | 19.6       |
| De 13 a 14        | 24.4        | 21.0        | 26.3        | 26.4        | 33.8        | 37.9        | 40.8        | 39.9        | 39.4        | 35.7        | 22.8        | 20.5        | <b>30.7</b> | 40.8        | 20.5       |
| De 14 a 15        | 25.1        | 21.5        | 26.7        | 27.1        | 34.5        | 38.9        | 41.6        | 40.3        | 40.1        | 36.3        | 23.1        | 21.0        | <b>31.4</b> | 41.6        | 21.0       |
| De 15 a 16        | 25.5        | 21.6        | 27.0        | 27.4        | 34.9        | 39.4        | 42.2        | 40.4        | 40.4        | 36.5        | 23.3        | 21.0        | <b>31.6</b> | 42.2        | 21.0       |
| De 16 a 17        | 25.3        | 21.5        | 26.9        | 27.3        | 35.0        | 39.6        | 42.3        | 40.2        | 40.1        | 36.2        | 22.9        | 20.6        | <b>31.5</b> | 42.3        | 20.6       |
| De 17 a 18        | 24.2        | 21.0        | 26.3        | 26.7        | 34.4        | 39.2        | 42.0        | 39.8        | 39.2        | 35.1        | 21.6        | 19.2        | <b>30.7</b> | 42.0        | 19.2       |
| De 18 a 19        | 22.0        | 19.6        | 25.0        | 25.4        | 33.3        | 37.9        | 41.0        | 38.8        | 37.8        | 33.0        | 20.0        | 17.7        | <b>29.3</b> | 41.0        | 17.7       |
| De 19 a 20        | 20.4        | 18.5        | 23.2        | 23.7        | 31.5        | 35.9        | 39.6        | 37.8        | 36.2        | 31.6        | 18.9        | 16.6        | <b>27.8</b> | 39.6        | 16.6       |
| De 20 a 21        | 19.3        | 17.4        | 21.9        | 22.1        | 29.7        | 33.8        | 38.0        | 36.6        | 34.8        | 30.4        | 17.9        | 15.6        | <b>26.5</b> | 38.0        | 15.6       |
| De 21 a 22        | 18.1        | 16.7        | 20.9        | 20.9        | 28.3        | 32.2        | 36.4        | 35.6        | 33.8        | 29.1        | 17.2        | 14.6        | <b>25.3</b> | 36.4        | 14.6       |
| De 22 a 23        | 16.9        | 15.9        | 19.9        | 19.9        | 27.0        | 30.7        | 35.1        | 34.6        | 32.5        | 28.0        | 16.4        | 13.8        | <b>24.2</b> | 35.1        | 13.8       |
| De 23 a 24        | 16.2        | 15.0        | 19.1        | 19.2        | 25.8        | 29.2        | 33.9        | 33.7        | 31.5        | 27.0        | 15.6        | 13.2        | <b>23.3</b> | 33.9        | 13.2       |
| Promedio          | <b>18.2</b> | <b>16.7</b> | <b>20.9</b> | <b>21.4</b> | <b>28.1</b> | <b>31.7</b> | <b>35.8</b> | <b>35.2</b> | <b>33.6</b> | <b>29.5</b> | <b>17.6</b> | <b>14.9</b> | <b>25.3</b> | 35.8        | 14.9       |
| Máxima            | 25.5        | 21.6        | 27.0        | 27.4        | 35.0        | 39.6        | 42.3        | 40.4        | 40.4        | 36.5        | 23.3        | 21.0        | <b>31.7</b> | 42.3        | 21.0       |
| Mínima            | 11.8        | 11.8        | 14.5        | 15.5        | 21.0        | 23.6        | 29.2        | 29.3        | 26.7        | 22.6        | 12.6        | 9.0         | <b>19.0</b> | 29.3        | 9.0        |
| Máxima Extrema    | <b>29.7</b> | <b>31.3</b> | <b>37.2</b> | <b>34.0</b> | <b>42.9</b> | <b>46.4</b> | <b>49.0</b> | <b>46.9</b> | <b>45.7</b> | <b>41.9</b> | <b>30.6</b> | <b>26.6</b> | 38.5        | <b>49.0</b> |            |
| Mínima Extrema    | <b>6.1</b>  | <b>5.3</b>  | <b>8.3</b>  | <b>10.3</b> | <b>13.3</b> | <b>19.2</b> | <b>25.1</b> | <b>25.6</b> | <b>21.4</b> | <b>14.5</b> | <b>5.3</b>  | <b>1.8</b>  | 13.0        |             | <b>1.8</b> |
| Humedad media (%) | 44.9        | 50.4        | 38.6        | 36.0        | 33.0        | 35.9        | 43.3        | 46.8        | 40.4        | 39.4        | 50.3        | 45.2        | 42.0        | 50.4        | 33.0       |

Tabla A1.5 Temperaturas promedio en °C de acuerdo a la hora y al mes en Mexicali, 2004

| Mes<br>Hora          | Enero       | Febrero     | Marzo       | Abril       | Mayo        | Junio       | Julio       | Agosto      | Septiembre  | Octubre     | Noviembre   | Diciembre   | Promedio    | Máxima      | Mínima     |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| De 0 a 1             | 12.3        | 13.0        | 20.9        | 21.2        | 25.6        | 28.2        | 32.5        | 31.9        | 26.6        | 21.5        | 14.5        | 12.0        | <b>21.7</b> | 32.5        | 12.0       |
| De 1 a 2             | 11.7        | 12.3        | 20.2        | 20.3        | 24.6        | 27.1        | 31.3        | 31.0        | 25.8        | 20.9        | 14.2        | 11.6        | <b>20.9</b> | 31.3        | 11.6       |
| De 2 a 3             | 11.2        | 11.8        | 19.4        | 19.7        | 23.8        | 26.1        | 30.3        | 30.0        | 25.1        | 20.3        | 13.7        | 11.1        | <b>20.2</b> | 30.3        | 11.1       |
| De 3 a 4             | 10.6        | 11.3        | 18.8        | 19.2        | 23.0        | 25.3        | 29.4        | 29.3        | 24.7        | 19.6        | 13.0        | 10.7        | <b>19.6</b> | 29.4        | 10.6       |
| De 4 a 5             | 10.1        | 10.8        | 18.1        | 18.5        | 22.2        | 24.5        | 28.7        | 28.7        | 24.1        | 19.1        | 12.4        | 10.3        | <b>19.0</b> | 28.7        | 10.1       |
| De 5 a 6             | 9.9         | 10.4        | 17.7        | 17.9        | 21.5        | 23.9        | 28.3        | 28.3        | 23.5        | 18.7        | 12.1        | 9.8         | <b>18.5</b> | 28.3        | 9.8        |
| De 6 a 7             | 9.7         | 9.9         | 17.4        | 17.6        | 21.9        | 24.6        | 28.7        | 28.3        | 23.3        | 18.3        | 11.6        | 9.5         | <b>18.4</b> | 28.7        | 9.5        |
| De 7 a 8             | 9.5         | 9.6         | 17.8        | 19.2        | 24.5        | 27.1        | 30.6        | 30.1        | 24.5        | 19.2        | 11.9        | 9.5         | <b>19.5</b> | 30.6        | 9.5        |
| De 8 a 9             | 10.4        | 11.4        | 20.1        | 21.8        | 27.0        | 29.3        | 32.8        | 32.3        | 27.1        | 22.3        | 14.3        | 11.1        | <b>21.7</b> | 32.8        | 10.4       |
| De 9 a 10            | 13.2        | 14.1        | 22.9        | 24.1        | 29.5        | 31.6        | 35.1        | 34.6        | 29.5        | 24.7        | 17.0        | 13.9        | <b>24.2</b> | 35.1        | 13.2       |
| De 10 a 11           | 15.7        | 16.5        | 25.2        | 26.1        | 31.5        | 33.7        | 37.0        | 36.7        | 31.4        | 26.7        | 19.0        | 16.6        | <b>26.3</b> | 37.0        | 15.7       |
| De 11 a 12           | 17.8        | 18.1        | 27.1        | 27.4        | 33.2        | 35.5        | 38.7        | 38.5        | 32.8        | 28.4        | 20.6        | 18.6        | <b>28.1</b> | 38.7        | 17.8       |
| De 12 a 13           | 19.4        | 19.3        | 28.2        | 28.6        | 34.5        | 37.0        | 40.0        | 40.0        | 34.0        | 29.5        | 21.8        | 19.8        | <b>29.3</b> | 40.0        | 19.3       |
| De 13 a 14           | 20.3        | 20.3        | 29.6        | 29.4        | 35.6        | 38.3        | 41.0        | 40.9        | 34.8        | 30.3        | 22.5        | 20.5        | <b>30.3</b> | 41.0        | 20.3       |
| De 14 a 15           | 20.7        | 20.8        | 30.3        | 30.1        | 36.3        | 39.3        | 41.8        | 41.6        | 35.3        | 30.6        | 23.0        | 20.8        | <b>30.9</b> | 41.8        | 20.7       |
| De 15 a 16           | 21.0        | 21.0        | 30.8        | 30.4        | 36.6        | 39.8        | 42.4        | 42.0        | 35.4        | 30.9        | 23.1        | 20.7        | <b>31.2</b> | 42.4        | 20.7       |
| De 16 a 17           | 20.8        | 20.8        | 30.8        | 30.2        | 36.6        | 40.0        | 42.4        | 41.6        | 35.1        | 30.4        | 22.6        | 20.1        | <b>31.0</b> | 42.4        | 20.1       |
| De 17 a 18           | 20.0        | 20.0        | 30.3        | 29.7        | 36.0        | 39.7        | 42.0        | 41.1        | 34.0        | 29.2        | 21.0        | 18.6        | <b>30.1</b> | 42.0        | 18.6       |
| De 18 a 19           | 18.1        | 18.8        | 29.0        | 28.6        | 34.9        | 38.6        | 41.0        | 39.8        | 32.5        | 27.4        | 19.4        | 16.9        | <b>28.7</b> | 41.0        | 16.9       |
| De 19 a 20           | 16.8        | 17.3        | 27.0        | 27.0        | 32.8        | 36.7        | 39.4        | 38.2        | 31.1        | 26.0        | 18.3        | 15.8        | <b>27.2</b> | 39.4        | 15.8       |
| De 20 a 21           | 15.7        | 16.2        | 25.6        | 25.5        | 31.0        | 34.6        | 37.7        | 36.5        | 29.9        | 24.8        | 17.4        | 15.0        | <b>25.8</b> | 37.7        | 15.0       |
| De 21 a 22           | 14.8        | 15.4        | 24.4        | 24.3        | 29.4        | 32.9        | 36.3        | 35.2        | 28.8        | 23.8        | 16.6        | 14.2        | <b>24.7</b> | 36.3        | 14.2       |
| De 22 a 23           | 14.0        | 14.7        | 23.0        | 23.2        | 28.0        | 31.1        | 34.9        | 34.0        | 27.6        | 22.8        | 15.8        | 13.4        | <b>23.6</b> | 34.9        | 13.4       |
| De 23 a 24           | 13.2        | 13.9        | 21.9        | 22.1        | 26.8        | 29.6        | 33.7        | 33.1        | 26.7        | 21.9        | 15.0        | 12.9        | <b>22.6</b> | 33.7        | 12.9       |
| Promedio             | <b>14.9</b> | <b>15.3</b> | <b>24.0</b> | <b>24.2</b> | <b>29.4</b> | <b>32.3</b> | <b>35.7</b> | <b>35.1</b> | <b>29.3</b> | <b>24.5</b> | <b>17.1</b> | <b>14.7</b> | <b>24.7</b> | 35.7        | 14.7       |
| Máxima               | 21.0        | 21.0        | 30.8        | 30.4        | 36.6        | 40.0        | 42.4        | 42.0        | 35.4        | 30.9        | 23.1        | 20.8        | <b>31.2</b> | 42.4        | 20.8       |
| Mínima               | 9.5         | 9.6         | 17.4        | 17.6        | 21.5        | 23.9        | 28.3        | 28.3        | 23.3        | 18.3        | 11.6        | 9.5         | <b>18.2</b> | 28.3        | 9.5        |
| Máxima<br>Extrema    | <b>26.8</b> | <b>28.4</b> | <b>39.2</b> | <b>39.5</b> | <b>42.2</b> | <b>44.9</b> | <b>47.1</b> | <b>46.9</b> | <b>44.5</b> | <b>40.9</b> | <b>28.9</b> | <b>27.4</b> | 38.1        | <b>47.1</b> |            |
| Mínima<br>Extrema    | <b>3.4</b>  | <b>5.0</b>  | <b>9.2</b>  | <b>13.3</b> | <b>16.7</b> | <b>9.9</b>  | <b>23.5</b> | <b>22.7</b> | <b>13.0</b> | <b>11.1</b> | <b>3.7</b>  | <b>3.5</b>  | 11.3        |             | <b>3.4</b> |
| Humedad<br>media (%) | 48.7        | 46.6        | 41.6        | NPI         | 22.7        | 29.3        | 33.3        | 34.6        | 32.9        | 42.6        | 49.0        | 52.5        | 39.4        | 52.5        | 22.7       |



Tabla A1.6 Temperaturas del aire en el mes de julio del año 2004 en la Ciudad de Mexicali

| Temperatura del aire en grados centígrados |             |             |             |             |             |             |             |                                                                  |             |              |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Mes:                                       | Julio       |             |             | Año:        | 2004        |             |             | Estación meteorológica: Instituto de Ingeniería, UABC (Mexicali) |             |              |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| Hora<br>Día                                | De 0<br>a 1 | De 1<br>a 2 | De 2<br>a 3 | De 3<br>a 4 | De 4<br>a 5 | De 5<br>a 6 | De 6<br>a 7 | De 7<br>a 8                                                      | De 8<br>a 9 | De 9<br>a 10 | 10 a<br>11 | 11 a<br>12 | 12 a<br>13 | 13 a<br>14 | 14 a<br>15 | 15 a<br>16 | 16 a<br>17 | 17 a<br>18 | 18 a<br>19 | 19 a<br>20 | 20 a<br>21 | 21 a<br>22 | 22 a<br>23 | 23 a<br>24 |
| 1                                          | 27.3        | 26.3        | 26.1        | 26.1        | 25.7        | 24.3        | 25.1        | 26.4                                                             | 29.8        | 30.9         | 31.9       | 33.2       | 34.8       | 36.1       | 37.2       | 37.5       | 38.1       | 38.1       | 37.5       | 36.3       | 34.3       | 33.3       | 32.6       | 30.8       |
| 2                                          | 28.8        | 27.9        | 26.6        | 25.2        | 24.4        | 24.0        | 24.4        | 27.4                                                             | 30.5        | 32.5         | 33.6       | 35.1       | 36.9       | 38.1       | 39.1       | 38.7       | 39.2       | 38.9       | 38.6       | 37.2       | 34.9       | 33.0       | 31.5       | 29.9       |
| 3                                          | 28.7        | 27.5        | 26.2        | 24.9        | 23.8        | 23.6        | 24.7        | 26.6                                                             | 28.8        | 31.8         | 33.8       | 35.9       | 37.9       | 38.8       | 39.2       | 40.1       | 40.0       | 40.2       | 39.1       | 38.0       | 35.8       | 33.9       | 32.4       | 30.5       |
| 4                                          | 28.7        | 26.6        | 25.7        | 24.8        | 24.6        | 24.3        | 24.6        | 26.8                                                             | 29.0        | 32.0         | 34.5       | 36.3       | 38.0       | 38.8       | 39.9       | 40.6       | 41.2       | 41.0       | 39.7       | 38.8       | 36.6       | 35.1       | 33.5       | 32.1       |
| 5                                          | 30.7        | 28.8        | 26.3        | 25.0        | 24.2        | 23.9        | 24.1        | 26.0                                                             | 29.0        | 32.5         | 35.2       | 37.6       | 38.5       | 39.9       | 40.8       | 41.8       | 40.7       | 40.7       | 40.2       | 38.8       | 36.7       | 35.0       | 33.2       | 31.6       |
| 6                                          | 30.4        | 29.4        | 27.6        | 26.0        | 25.7        | 25.5        | 25.5        | 27.4                                                             | 29.9        | 32.4         | 35.2       | 37.5       | 39.2       | 40.4       | 41.4       | 42.2       | 42.4       | 41.0       | 40.2       | 39.1       | 37.3       | 35.9       | 34.4       | 33.2       |
| 7                                          | 32.2        | 30.2        | 29.3        | 28.6        | 27.9        | 27.4        | 27.6        | 28.5                                                             | 30.1        | 31.4         | 34.1       | 37.0       | 38.5       | 40.1       | 40.9       | 42.0       | 42.1       | 41.8       | 40.9       | 38.7       | 36.7       | 34.3       | 32.8       | 31.0       |
| 8                                          | 30.1        | 28.8        | 28.4        | 28.1        | 27.2        | 26.2        | 26.3        | 28.2                                                             | 30.6        | 32.8         | 34.5       | 36.7       | 38.2       | 39.4       | 40.7       | 41.7       | 42.3       | 42.4       | 41.7       | 39.7       | 37.6       | 36.9       | 34.6       | 32.0       |
| 9                                          | 30.3        | 30.0        | 29.3        | 28.6        | 27.0        | 26.8        | 27.9        | 30.5                                                             | 32.1        | 33.7         | 36.2       | 38.5       | 39.8       | 40.1       | 41.5       | 42.1       | 41.6       | 41.7       | 41.0       | 39.6       | 37.9       | 36.5       | 35.3       | 34.5       |
| 10                                         | 33.4        | 31.7        | 31.2        | 30.7        | 29.0        | 28.1        | 28.6        | 31.4                                                             | 35.0        | 38.1         | 39.3       | 40.8       | 41.4       | 42.5       | 42.8       | 43.5       | 43.5       | 43.6       | 42.7       | 40.9       | 39.6       | 38.6       | 37.5       | 36.5       |
| 11                                         | 35.9        | 35.3        | 33.7        | 31.4        | 30.7        | 30.2        | 30.7        | 32.8                                                             | 35.4        | 37.7         | 38.7       | 40.5       | 41.5       | 42.7       | 44.0       | 44.4       | 45.1       | 45.0       | 44.3       | 42.7       | 40.6       | 38.9       | 37.6       | 36.8       |
| 12                                         | 36.0        | 34.7        | 33.8        | 32.5        | 31.3        | 30.2        | 29.9        | 33.1                                                             | 36.0        | 37.7         | 41.7       | 43.9       | 43.2       | 41.9       | 42.8       | 44.9       | 45.0       | 45.1       | 44.3       | 43.0       | 40.9       | 39.4       | 36.9       | 34.8       |
| 13                                         | 34.5        | 32.8        | 32.0        | 31.6        | 30.6        | 30.3        | 30.5        | 31.9                                                             | 33.1        | 34.4         | 35.9       | 37.1       | 38.7       | 39.9       | 40.4       | 40.9       | 41.4       | 40.7       | 39.3       | 37.8       | 36.1       | 34.3       | 32.9       | 32.1       |
| 14                                         | 31.6        | 30.6        | 30.1        | 29.9        | 29.8        | 29.4        | 29.7        | 31.0                                                             | 31.5        | 32.2         | 32.4       | 32.5       | 33.8       | 34.7       | 35.7       | 36.2       | 36.4       | 35.9       | 35.6       | 35.5       | 34.9       | 33.9       | 33.2       | 32.3       |
| 15                                         | 31.5        | 31.1        | 30.8        | 30.5        | 30.1        | 30.0        | 30.0        | 31.3                                                             | 31.5        | 33.2         | 35.7       | 37.4       | 38.8       | 39.9       | 41.0       | 41.4       | 41.4       | 41.4       | 40.8       | 39.0       | 37.1       | 36.1       | 35.3       | 34.5       |
| 16                                         | 34.2        | 33.5        | 33.0        | 32.2        | 31.1        | 30.0        | 30.4        | 33.7                                                             | 35.0        | 37.4         | 38.7       | 40.2       | 41.2       | 42.1       | 42.7       | 42.9       | 43.7       | 43.4       | 42.4       | 40.5       | 38.6       | 36.7       | 35.7       | 34.9       |
| 17                                         | 34.9        | 33.7        | 31.5        | 30.4        | 30.2        | 30.6        | 31.5        | 34.1                                                             | 36.6        | 37.7         | 39.2       | 40.3       | 40.9       | 41.8       | 42.1       | 43.0       | 42.8       | 42.4       | 40.7       | 39.6       | 38.7       | 37.5       | 36.4       | 35.9       |
| 18                                         | 35.2        | 33.1        | 31.3        | 30.5        | 30.0        | 29.7        | 29.8        | 32.2                                                             | 35.8        | 38.0         | 39.3       | 41.0       | 41.5       | 42.4       | 43.4       | 43.9       | 43.9       | 43.5       | 42.1       | 40.5       | 39.1       | 37.7       | 36.8       | 35.9       |
| 19                                         | 34.4        | 32.6        | 32.0        | 31.3        | 30.8        | 30.1        | 30.8        | 33.5                                                             | 37.2        | 39.9         | 40.7       | 41.9       | 42.8       | 43.7       | 44.8       | 44.8       | 45.3       | 43.4       | 40.9       | 41.1       | 40.1       | 38.4       | 37.3       | 36.2       |
| 20                                         | 35.6        | 34.3        | 32.5        | 31.9        | 31.8        | 31.2        | 31.7        | 33.4                                                             | 35.1        | 38.5         | 40.3       | 42.1       | 43.3       | 44.2       | 44.9       | 45.4       | 45.8       | 45.6       | 44.7       | 43.4       | 41.7       | 39.8       | 38.6       | 37.4       |
| 21                                         | 36.3        | 34.9        | 34.1        | 33.7        | 32.1        | 31.6        | 31.8        | 33.3                                                             | 34.9        | 36.9         | 39.3       | 41.1       | 42.5       | 43.5       | 45.2       | 45.7       | 46.1       | 45.6       | 44.8       | 43.2       | 40.9       | 39.8       | 38.2       | 37.3       |
| 22                                         | 36.0        | 34.9        | 35.1        | 32.5        | 31.6        | 31.2        | 31.4        | 32.6                                                             | 34.8        | 36.6         | 38.0       | 40.2       | 42.3       | 42.9       | 42.4       | 42.5       | 41.9       | 40.8       | 39.6       | 37.2       | 36.1       | 34.3       | 32.9       | 31.7       |
| 23                                         | 30.9        | 30.4        | 29.7        | 29.0        | 28.7        | 28.2        | 28.7        | 30.4                                                             | 32.6        | 34.9         | 37.4       | 39.2       | 40.5       | 41.5       | 42.3       | 42.8       | 42.3       | 41.3       | 39.9       | 37.8       | 35.2       | 33.3       | 32.1       | 31.5       |
| 24                                         | 31.2        | 30.2        | 29.5        | 29.3        | 29.2        | 29.1        | 29.6        | 30.8                                                             | 32.6        | 34.8         | 36.4       | 38.2       | 39.5       | 39.7       | 40.6       | 40.3       | 40.4       | 40.2       | 39.4       | 38.1       | 36.7       | 35.7       | 34.9       | 33.9       |
| 25                                         | 33.6        | 32.3        | 31.4        | 31.4        | 31.7        | 31.7        | 31.9        | 32.7                                                             | 33.8        | 35.8         | 37.1       | 39.1       | 40.7       | 42.1       | 42.8       | 42.9       | 43.5       | 43.2       | 42.4       | 40.5       | 38.9       | 38.0       | 37.2       | 35.9       |
| 26                                         | 34.1        | 33.0        | 32.3        | 31.4        | 30.7        | 30.2        | 30.8        | 32.1                                                             | 33.5        | 35.4         | 37.0       | 38.6       | 40.1       | 41.3       | 42.0       | 42.5       | 41.8       | 40.4       | 38.8       | 37.9       | 36.9       | 36.1       | 35.1       | 34.4       |
| 27                                         | 34.1        | 33.5        | 32.4        | 31.1        | 30.2        | 30.3        | 30.3        | 31.6                                                             | 33.9        | 37.0         | 39.0       | 41.2       | 42.3       | 43.6       | 44.3       | 45.5       | 45.6       | 44.5       | 42.8       | 40.6       | 38.9       | 37.2       | 35.9       | 34.2       |
| 28                                         | 33.0        | 31.6        | 30.5        | 29.2        | 28.3        | 28.5        | 28.3        | 30.9                                                             | 33.8        | 36.5         | 39.1       | 39.9       | 41.3       | 42.7       | 43.4       | 44.1       | 43.9       | 43.5       | 43.1       | 40.1       | 37.9       | 36.6       | 34.8       | 32.6       |
| 29                                         | 31.1        | 29.0        | 28.8        | 28.0        | 26.8        | 26.1        | 26.7        | 28.5                                                             | 30.8        | 34.3         | 36.4       | 38.4       | 39.8       | 41.2       | 42.1       | 42.8       | 42.4       | 42.3       | 41.2       | 39.4       | 37.5       | 36.3       | 34.8       | 33.2       |
| 30                                         | 32.0        | 30.8        | 29.9        | 28.8        | 27.8        | 27.1        | 27.4        | 28.8                                                             | 31.2        | 34.2         | 36.3       | 38.3       | 39.7       | 41.1       | 42.0       | 43.0       | 42.7       | 42.3       | 41.2       | 39.1       | 37.1       | 35.5       | 34.0       | 32.9       |
| 31                                         | 31.6        | 30.4        | 29.4        | 28.4        | 27.8        | 27.5        | 28.1        | 30.4                                                             | 34.1        | 37.8         | 39.3       | 40.2       | 41.5       | 42.4       | 43.3       | 43.7       | 42.9       | 41.9       | 40.6       | 38.4       | 37.3       | 36.3       | 35.1       | 33.9       |
| Promedio                                   | 32.5        | 31.3        | 30.3        | 29.4        | 28.7        | 28.3        | 28.7        | 30.6                                                             | 32.8        | 35.1         | 37.0       | 38.7       | 40.0       | 41.0       | 41.8       | 42.4       | 42.4       | 42.0       | 41.0       | 39.4       | 37.7       | 36.3       | 34.9       | 33.7       |
| Mínima                                     | 27.3        | 26.3        | 25.7        | 24.8        | 23.8        | 23.6        | 24.1        | 26.0                                                             | 28.8        | 30.9         | 31.9       | 32.5       | 33.8       | 34.7       | 35.7       | 36.2       | 36.4       | 35.9       | 35.6       | 35.5       | 34.3       | 33.0       | 31.5       | 29.9       |
| Máxima                                     | 36.3        | 35.3        | 35.1        | 33.7        | 32.1        | 31.7        | 31.9        | 34.1                                                             | 37.2        | 39.9         | 41.7       | 43.9       | 43.3       | 44.2       | 45.2       | 45.7       | 46.1       | 45.6       | 44.8       | 43.4       | 41.7       | 39.8       | 38.6       | 37.4       |

Tabla A1.7 Temperaturas promedio en °C de acuerdo a la hora y al mes en Mexicali, 2002-2004

| Mes<br>Hora          | Enero       | Febrero     | Marzo       | Abril       | Mayo        | Junio       | Julio       | Agosto      | Septiembre  | Octubre     | Noviembre   | Diciembre   | Promedio    | Máxima      | Mínima     |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| De 0 a 1             | 13.1        | 13.8        | 18.2        | 19.8        | 24.7        | 28.5        | 32.4        | 32.0        | 29.0        | 23.3        | 15.7        | 12.2        | <b>21.9</b> | 32.4        | 12.2       |
| De 1 a 2             | 12.5        | 13.1        | 17.5        | 19.1        | 23.8        | 27.4        | 31.4        | 31.2        | 28.2        | 22.6        | 15.2        | 11.6        | <b>21.1</b> | 31.4        | 11.6       |
| De 2 a 3             | 12.0        | 12.7        | 16.8        | 18.5        | 22.9        | 26.4        | 30.5        | 30.3        | 27.5        | 22.0        | 14.7        | 11.1        | <b>20.5</b> | 30.5        | 11.1       |
| De 3 a 4             | 11.5        | 12.2        | 16.2        | 18.0        | 22.2        | 25.6        | 29.8        | 29.7        | 26.9        | 21.3        | 14.1        | 10.7        | <b>19.9</b> | 29.8        | 10.7       |
| De 4 a 5             | 11.0        | 11.6        | 15.6        | 17.4        | 21.5        | 24.7        | 29.2        | 29.1        | 26.2        | 20.6        | 13.6        | 10.2        | <b>19.2</b> | 29.2        | 10.2       |
| De 5 a 6             | 10.6        | 11.0        | 15.2        | 16.8        | 20.8        | 24.1        | 28.7        | 28.5        | 25.6        | 20.1        | 13.3        | 9.7         | <b>18.7</b> | 28.7        | 9.7        |
| De 6 a 7             | 10.2        | 10.5        | 14.8        | 16.7        | 21.2        | 24.8        | 29.0        | 28.4        | 25.2        | 19.7        | 12.9        | 9.4         | <b>18.6</b> | 29.0        | 9.4        |
| De 7 a 8             | 10.0        | 10.3        | 15.2        | 18.4        | 23.6        | 27.2        | 30.6        | 30.0        | 26.5        | 20.5        | 13.0        | 9.2         | <b>19.5</b> | 30.6        | 9.2        |
| De 8 a 9             | 11.0        | 12.2        | 17.7        | 20.8        | 26.1        | 29.6        | 32.7        | 32.1        | 29.1        | 23.4        | 15.3        | 10.7        | <b>21.7</b> | 32.7        | 10.7       |
| De 9 a 10            | 14.1        | 15.1        | 20.5        | 23.0        | 28.3        | 31.9        | 34.9        | 34.3        | 31.7        | 26.1        | 18.0        | 13.7        | <b>24.3</b> | 34.9        | 13.7       |
| De 10 a 11           | 16.9        | 17.5        | 22.7        | 25.0        | 30.3        | 34.0        | 36.8        | 36.4        | 33.8        | 28.3        | 20.2        | 16.4        | <b>26.5</b> | 36.8        | 16.4       |
| De 11 a 12           | 19.2        | 19.3        | 24.5        | 26.5        | 32.0        | 35.9        | 38.5        | 38.2        | 35.5        | 30.1        | 21.9        | 18.3        | <b>28.3</b> | 38.5        | 18.3       |
| De 12 a 13           | 20.7        | 20.6        | 25.5        | 27.8        | 33.4        | 37.5        | 39.9        | 39.6        | 36.9        | 31.4        | 23.1        | 19.6        | <b>29.7</b> | 39.9        | 19.6       |
| De 13 a 14           | 21.7        | 21.6        | 26.7        | 28.7        | 34.4        | 38.8        | 40.9        | 40.6        | 37.8        | 32.3        | 23.9        | 20.4        | <b>30.6</b> | 40.9        | 20.4       |
| De 14 a 15           | 22.2        | 22.1        | 27.3        | 29.4        | 35.1        | 39.8        | 41.8        | 41.3        | 38.4        | 32.8        | 24.3        | 20.8        | <b>31.3</b> | 41.8        | 20.8       |
| De 15 a 16           | 22.5        | 22.4        | 27.6        | 29.7        | 35.5        | 40.3        | 42.4        | 41.6        | 38.4        | 33.0        | 24.4        | 20.8        | <b>31.6</b> | 42.4        | 20.8       |
| De 16 a 17           | 22.3        | 22.3        | 27.6        | 29.5        | 35.5        | 40.4        | 42.4        | 41.4        | 38.1        | 32.6        | 23.9        | 20.4        | <b>31.4</b> | 42.4        | 20.4       |
| De 17 a 18           | 21.3        | 21.6        | 27.1        | 28.9        | 35.0        | 40.0        | 42.0        | 40.8        | 37.2        | 31.5        | 22.5        | 19.0        | <b>30.6</b> | 42.0        | 19.0       |
| De 18 a 19           | 19.3        | 20.1        | 25.8        | 27.4        | 33.9        | 38.9        | 41.0        | 39.6        | 35.7        | 29.6        | 20.8        | 17.3        | <b>29.1</b> | 41.0        | 17.3       |
| De 19 a 20           | 17.8        | 18.7        | 23.9        | 25.7        | 31.9        | 36.9        | 39.4        | 38.1        | 34.1        | 28.2        | 19.7        | 16.3        | <b>27.6</b> | 39.4        | 16.3       |
| De 20 a 21           | 16.8        | 17.5        | 22.6        | 24.1        | 30.1        | 34.8        | 37.7        | 36.6        | 32.8        | 26.9        | 18.6        | 15.3        | <b>26.1</b> | 37.7        | 15.3       |
| De 21 a 22           | 15.7        | 16.5        | 21.4        | 22.8        | 28.6        | 33.0        | 36.2        | 35.2        | 31.6        | 25.8        | 17.8        | 14.4        | <b>24.9</b> | 36.2        | 14.4       |
| De 22 a 23           | 14.8        | 15.6        | 20.3        | 21.7        | 27.2        | 31.4        | 34.8        | 34.1        | 30.5        | 24.8        | 17.0        | 13.7        | <b>23.8</b> | 34.8        | 13.7       |
| De 23 a 24           | 14.0        | 14.7        | 19.4        | 20.7        | 26.1        | 29.9        | 33.6        | 33.0        | 29.5        | 23.8        | 16.2        | 13.0        | <b>22.8</b> | 33.6        | 13.0       |
| Promedio             | <b>15.9</b> | <b>16.4</b> | <b>21.3</b> | <b>23.2</b> | <b>28.5</b> | <b>32.6</b> | <b>35.7</b> | <b>35.1</b> | <b>31.9</b> | <b>26.3</b> | <b>18.3</b> | <b>14.8</b> | <b>25.0</b> | 35.7        | 14.8       |
| Máxima               | 22.5        | 22.4        | 27.6        | 29.7        | 35.5        | 40.4        | 42.4        | 41.6        | 38.4        | 33.0        | 24.4        | 20.8        | <b>31.6</b> | 42.4        | 20.8       |
| Mínima               | 10.0        | 10.3        | 14.8        | 16.7        | 20.8        | 24.1        | 28.7        | 28.4        | 25.2        | 19.7        | 12.9        | 9.2         | <b>18.4</b> | 28.7        | 9.2        |
| Máxima<br>Extrema    | 29.7        | 31.3        | 39.2        | 39.5        | 43.7        | 46.6        | 49.0        | 47.1        | 45.9        | 41.9        | 31.5        | 27.4        | 39.4        | <b>49.0</b> |            |
| Mínima<br>Extrema    | 3.4         | 2.8         | 5.5         | 7.8         | 13.3        | 9.9         | 23.5        | 22.7        | 13.0        | 11.1        | 3.7         | 1.8         | 9.9         |             | <b>1.8</b> |
| Humedad<br>media (%) | 45.4        | 42.7        | 37.8        | 37.8        | 28.3        | 30.5        | 38.4        | 40.1        | 36.1        | 40.3        | 46.0        | 50.6        | 39.5        | 50.6        | 28.3       |

## **Anexo 2. Reglamentaciones sobre construcción y ahorro de energía en Mexicali**

A continuación se presentan las reglamentaciones existentes en la ciudad de Mexicali referentes a la construcción y al ahorro de energía.

### **Ley de Edificaciones del Estado de Baja California**

Periódico oficial del Estado de Baja California, 24 de junio de 1994 sec. III (Gobierno del Estado de Baja California, 1994).

Título tercero. Condiciones de diseño arquitectónico.

Cap. I. Requerimientos de habitabilidad, funcionamiento y acondicionamiento ambiental.

Artículo 20. Mínimos de ventilación e iluminación natural y artificial.

III. Ventilación natural. Para verificar en forma natural las edificaciones habitables, se definirán las dimensiones mínimas y características de sus vanos, en función de las condiciones climatológicas de la región.

IV. Ventilación artificial. A las edificaciones de trabajo, reunión o servicio de todo tipo que no sean locales habitables, que carezcan de ventilación natural y no sea factible lograrla, se les proporcionará ventilación mínima aceptable por medios artificiales.

Cap. III. Materiales de construcción.

Artículo 48. Disposiciones sobre los materiales.

Los materiales y procedimientos constructivos empleados en la construcción deberán coincidir con lo especificado en los planos constructivos aprobados, en cuanto a resistencia,

calidad y características, y deberán satisfacer las normas de calidad de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, los Reglamentos y sus Normas Técnicas Complementarias.

A los materiales se les deberán realizar pruebas y muestreos necesarios de calidad y resistencia para verificar si coinciden con lo especificado en los planos aprobados.

Los laboratorios que realicen estudios de mecánica de suelos y control de calidad en general, deberán cumplir con lo estipulado en los Reglamentos.

Queda prohibida la utilización en edificaciones, materiales que por su grado de toxicidad y de contaminación resultante, perjudiquen la salud de los trabajadores durante la construcción o a la de los usuarios de las instalaciones.

Será responsabilidad del Director de Obra el manejo y la utilización de los materiales especificados en los planos aprobados.

#### Artículo 49. Materiales y procedimientos de construcción nuevos.

En caso de utilizarse nuevos procedimientos constructivos o materiales y que no se cuente con normas de calidad establecidas, el Responsable Director de Obra solicitará la aprobación previa de las Autoridades Competentes, para lo cual presentará los resultados de las pruebas o demostraciones de los procedimientos constructivos y los documentos que se le soliciten.

#### Artículo 50. Bienestar térmico y ahorro de energía eléctrica.

Los techos y muros exteriores de locales habitables en general, deberán garantizar niveles mínimos aceptables de bienestar térmico en sus espacios interiores, para lo cual, se debe considerar los materiales que por su composición lo garantice, por consecuencia se obtenga ahorro en el consumo de energía eléctrica. Para lograrlo, se debe considerar los factores de ganancia y absorción solar y resistencia térmica.

### **Reglamento de Edificaciones para el Municipio de Mexicali**

Periódico oficial del Estado de Baja California, 18 de diciembre de 1998 (Gobierno del Estado de Baja California, 1998).

Capítulo quinto. Acondicionamiento ambiental e instalaciones de las edificaciones.

Sección II. Iluminación y ventilación.

Artículo 63. En edificaciones tipo habitacional o de alojamiento, se aplicará lo siguiente para piezas habitables:

I. Para iluminación, deberá proporcionarse el 10%, y no menos de 0.75 m<sup>2</sup>.

II. Para ventilación, se proporcionará el 30%.

Artículo 64. En las edificaciones tipo habitacional, se aplicará lo siguiente para piezas de servicio:

I. La iluminación podrá ser natural o artificial.

II. Para ventilación, se proporcionará el 50%, o mediante sistema de extracción mecánica.



## Anexo 3. Características de los equipos de enfriamiento ofrecidos en Mexicali

En la Tabla A3.1 se muestran los precios de refrigeradores en Mexicali de acuerdo a su capacidad, con aceptación del Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI), mientras que en las Tablas de la A3.2 a la A3.6 se presentan las principales características de los equipos de aire acondicionado que se ofrecen en Mexicali, con aceptación del programa ASI y en la Tabla A3.7 se observan ejemplos de equipos de aire acondicionado de ventana y centrales y sus principales características, ofertados por diferentes establecimientos comerciales de la ciudad de Mexicali.

Tabla A3.1 Precios de refrigeradores en Mexicali en el año 2006

| Capacidad (pies <sup>3</sup> ) | Rango de costo (\$)   | Costo más Común (\$) | Techo financiero del Programa ASI (\$) |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------------|
| 9                              | 3,825.13 a 6,000.00   | 6,000.00             | 6,000.00                               |
| 10                             | 5,300.00 a 6,500.00   | 6,000.00             | 6,000.00                               |
| 11                             | 4,391.31 a 7,400.00   | 6,800.00             | 6,800.00                               |
| 12                             | 5,700.00 a 7,100.00   | 7,000.00             | 7,000.00                               |
| 13                             | 5,468.43 a 8,297.00   | 7,400.00             | 7,400.00                               |
| 14                             | 6,800.00 a 9,000.00   | 7,500.00             | 7,500.00                               |
| 15                             | 6,500.00 a 10,492.00  | 7,700.00             | 7,700.00                               |
| 16                             | 7,500.00 a 9,040.00   | 7,800.00             | 7,800.00                               |
| 18                             | 7,800.00 a 11,200.00  | 8,200.00             | 8,200.00                               |
| 20                             | 10,000.00 a 14,588.00 | 10,000.00            | 10,000.00                              |
| 21                             | 12,431.91             | 12,431.91            | 11,000.00                              |

Tabla A3.2 Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado de ventana en el año 2006 en Mexicali con aceptación del programa ASI

| Marca                             | Capacidad, eficiencia y precio (US dólares)                 |                                                             |                                                            |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                   | 1 ton                                                       | 1.5 ton                                                     | 2 ton                                                      |
|                                   | REE = 3.03 W <sub>t</sub> /W <sub>e</sub><br>= 10.34 Btu/Wh | REE = 2.99 W <sub>t</sub> /W <sub>e</sub><br>= 10.20 Btu/Wh | REE = 2.70 W <sub>t</sub> /W <sub>e</sub><br>= 9.20 Btu/Wh |
| CARRIER                           | \$399.00 a \$500.00                                         | \$500.00 a \$600.00                                         | \$560.00 a \$600.00                                        |
| FRIEDRICH                         | ---                                                         | ---                                                         | \$560.00 a \$600.00                                        |
| GE                                | \$340.00 a \$460.00                                         | \$420.00 a \$587.00                                         | \$560.00 a \$680.00                                        |
| LG                                | \$340.00 a \$400.00                                         | \$420.00 a \$500.00                                         | ---                                                        |
| MIRAGE                            | \$340.00 a \$400.00                                         | \$420.00 a \$500.00                                         | ---                                                        |
| SAMSUNG                           | \$340.00 a \$400.00                                         | \$500.00                                                    | \$560.00 a \$600.00                                        |
| TRANE                             | \$400.00 a \$500.00                                         | \$500.00 a \$600.00                                         | \$600.00 a \$700.00                                        |
| YORK                              | \$400.00 a \$500.00                                         | \$420.00 a \$600.00                                         | \$560.00 a \$700.00                                        |
| Precio más común (US dólares)     | \$400.00                                                    | \$500.00                                                    | \$600.00                                                   |
| Techo financiero ASI (US dólares) | \$400.00                                                    | \$500.00                                                    | \$600.00                                                   |
| Instalación (pesos)               | \$668.80                                                    |                                                             |                                                            |

Tabla A3.3 Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo central en el año 2006 en Mexicali con aceptación del programa ASI

| Marca                | Eficiencia                                 | Capacidad y precio (US dólares) |                         |            |                         |                         |
|----------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|
|                      | REEE                                       | 2 ton                           | 3 ton                   | 3.5 ton    | 4 ton                   | 5 ton                   |
| CARRIER              | $3.81 \frac{W_t}{W_e} = 13 \text{ Btu/Wh}$ | ---                             | \$1,560.00 a \$1,923.00 | ---        | \$1,890.00 a \$2,383.00 | \$2,010.00 a \$2,266.00 |
| GOETTL               | $3.81 \frac{W_t}{W_e} = 13 \text{ Btu/Wh}$ | \$1320.00                       | \$1,620.00              | \$1,817.00 | \$1,970.00              | \$2,120.00              |
| JANITROL             | $3.81 \frac{W_t}{W_e} = 13 \text{ Btu/Wh}$ | ---                             | \$1,700.00              | ---        | \$2,020.00              | \$2,210.00              |
| LG                   | $3.81 \frac{W_t}{W_e} = 13 \text{ Btu/Wh}$ | ---                             | \$1,560.00 a \$1,760.00 | ---        | \$1,890.00 a \$2,140.00 | \$2,010.00 a \$2,360.00 |
| MIRAGE               | $3.81 \frac{W_t}{W_e} = 13 \text{ Btu/Wh}$ | ---                             | \$1,560.00 a \$1,800.00 | ---        | \$1,890.00 a \$2,140.00 | \$2,010.00 a \$2,360.00 |
| TRANE                | $3.81 \frac{W_t}{W_e} = 13 \text{ Btu/Wh}$ | \$1815.00                       | \$2,156.00 a \$2,310.00 | ---        | ---                     | ---                     |
| TRANE                | $4.10 \frac{W_t}{W_e} = 14 \text{ Btu/Wh}$ | \$1989.00                       | \$1,700.00 a \$2,651.00 | \$1,826.00 | \$2,020.00 a \$2,470.00 | \$2,210.00 a \$2,710.00 |
| YORK                 | $3.81 \frac{W_t}{W_e} = 13 \text{ Btu/Wh}$ | ---                             | \$1,560.00 a \$1,925.00 | ---        | \$1,890.00 a \$2,290.00 | \$2,010.00 a \$2,410.00 |
| Equipo más común     | $3.81 \frac{W_t}{W_e} = 13 \text{ Btu/Wh}$ | \$1,320.00                      | \$1,660.00              | \$1,817.00 | \$1,890.00              | \$2,010.00              |
|                      | $4.10 \frac{W_t}{W_e} = 14 \text{ Btu/Wh}$ | ---                             | \$1,900.00              | \$1,826.00 | \$2,220.00              | \$2,410.00              |
| Techo financiero ASI | $3.81 \frac{W_t}{W_e} = 13 \text{ Btu/Wh}$ | \$1,230.00                      | \$1,560.00              | \$1,725.00 | \$1,890.00              | \$2,010.00              |
|                      | $4.10 \frac{W_t}{W_e} = 14 \text{ Btu/Wh}$ | ---                             | \$1,700.00              | \$2,020.00 | \$2,210.00              | ---                     |
| Instalación (pesos)  | \$3,600.00                                 |                                 |                         |            |                         |                         |

Tabla A3.4 Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo *minisplit* en el año 2006 en Mexicali con aceptación del programa ASI

| Marca                | Capacidad (ton) | Eficiencia REE $\frac{W_t}{W_e}$ | Eficiencia REE Btu/Wh | Precio (US dólares)     | Costo más común (US dólares) |
|----------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|
| CARRIER              | 1               | 2.95                             | 10.08                 | \$660.00 a \$890.00     | \$890.00                     |
| FRIEDRICH            | 1               | 3.22                             | 11.00                 | \$660.00 a \$890.00     | \$790.00                     |
| LG                   | 1               | 2.75                             | 9.38                  | \$660.00 a \$810.00     | \$660.00                     |
| MIRAGE               | 1               | 2.93                             | 10.01                 | \$660.00 a \$890.00     | \$660.00                     |
| SAMSUNG              | 1               | 3.03                             | 10.34                 | \$640.00 a \$660.00     | \$660.00                     |
| TRANE                | 1               | 2.66                             | 9.08                  | \$660.00 a \$760.00     | \$760.00                     |
| YORK                 | 1               | 2.90                             | 9.90                  | \$660.00 a \$900.00     | \$660.00                     |
| YORK                 | 1.5             | 2.93                             | 10.00                 | \$880.00 a \$1,080.00   | \$980.00                     |
| YORK                 | 1.5             | 3.54                             | 12.09                 | \$910.00 a \$1,138.00   | \$1,138.00                   |
| YORK                 | 1.5             | 3.81                             | 13.00                 | \$1,250.00 a \$1,450.00 | \$1,350.00                   |
| YORK                 | 2               | 2.93                             | 10.00                 | \$1,026.00              | \$1,026.00                   |
| YORK                 | 2               | 3.57                             | 12.17                 | \$1,249.00              | \$1,249.00                   |
| Techo financiero ASI | 1               | 2.87                             | 9.80                  |                         | \$660.00                     |
|                      | 1.5             | 3.52                             | 12.00                 |                         | \$1,138.00                   |
|                      | 2               | 3.52                             | 12.00                 |                         | \$1,249.00                   |
| Instalación (pesos)  |                 |                                  |                       |                         | \$1,960.00                   |



Tabla A3.5 Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo *multisplit* en el año 2006 en Mexicali con aceptación del programa ASI

| Marca                | Capacidad Ton | Eficiencia REE $W_t/W_e$ | Eficiencia REE Btu/Wh | Precio (US dólares)     | Precio más común (US dólares) |
|----------------------|---------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| CARRIER              | 2             | 2.74                     | 9.35                  | \$1,200.00 a \$1,650.00 | \$1,350.00                    |
| CARRIER              | 3             | 2.99                     | 10.20                 | \$1,500.00 a \$2,175.00 | \$1,700.00                    |
| LG                   | 2             | 2.73                     | 9.30                  | \$900.00 a \$1,350.00   | \$1,200.00                    |
| LG                   | 3             | 3.03                     | 10.34                 | \$1,500.00 a \$1,650.00 | \$1,500.00                    |
| MIRAGE               | 2             | 2.78                     | 9.50                  | \$850.00 a \$1,200.00   | \$1,200.00                    |
| MIRAGE               | 3             | 2.95                     | 10.05                 | \$1,500.00 a \$1,550.00 | \$1,500.00                    |
| SAMSUNG              | 2             | 2.65                     | 9.04                  | \$1,130.00 a \$1,280.00 | \$1,200.00                    |
| TRANE                | 2             | 2.93                     | 10.00                 | \$1,300.00 a \$1,500.00 | \$1,300.00                    |
| TRANE                | 3             | 3.08                     | 10.50                 | \$1,600.00 a \$1,700.00 | \$1,600.00                    |
| YORK                 | 2             | 2.93                     | 10.00                 | \$1,200.00 a \$1,500.00 | \$1,200.00                    |
| YORK                 | 3             | 3.05                     | 10.41                 | \$1,500.00 a \$1,700.00 | \$1,500.00                    |
| Techo financiero ASI | 2             | 2.64                     | 9.00                  |                         | \$1,200.00                    |
|                      | 3             | 2.64                     | 9.00                  |                         | \$1,500.00                    |
| Instalación (pesos)  |               |                          |                       |                         | \$2,800.00                    |

Tabla A3.6 Precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo *extrasplit* en el año 2006 en Mexicali con aceptación del programa ASI

| Marca                | Capacidad ton | Eficiencia REE $W_t/W_e$ | Eficiencia REE Btu/Wh | Precio (US dólares)     | Precio más común (US dólares) |
|----------------------|---------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| CARRIER              | 4             | 2.81                     | 9.60                  | \$1,870.00 a \$2,485.00 | \$2,170.00                    |
| LG                   | 3             | 2.96                     | 10.09                 | \$1,500.00 a \$1,890.00 | \$1,730.00                    |
| LG                   | 4             | 3.07                     | 10.49                 | \$1,860.00 a \$1,970.00 | \$1,870.00                    |
| MIRAGE               | 4             | 3.08                     | 10.52                 | \$1,860.00 a \$1,970.00 | \$1,870.00                    |
| TRANE                | 4             | 2.93                     | 10.00                 | \$2,000.00              | \$2,000.00                    |
| YORK                 | 4             | 3.81                     | 13.00                 | \$2,000.00              | \$2,000.00                    |
| Techo financiero ASI | 3             | 2.64                     | 9.00                  |                         | \$1,730.00                    |
|                      | 4             | 2.64                     | 9.00                  |                         | \$1,870.00                    |
| Instalación (pesos)  |               |                          |                       |                         | \$3,500.00                    |

Tabla A3.7 Ejemplos de precios y eficiencias de equipos de aire acondicionado tipo central y de ventana en el año 2006 en Mexicali

| Marca        | Capacidad<br>Ton | Eficiencia<br>REE                          | Precio<br>(pesos) |
|--------------|------------------|--------------------------------------------|-------------------|
| YORK         | 0.5              | Desconocida*                               | \$1,576.00        |
| CARRIER      | 0.5              | $2.84 W_t/W_e = 9.69 \text{ Btu/Wh}$       | \$1,864.00        |
| CARRIER      | 1.0              | $3.02 W_t/W_e = 10.30 \text{ Btu/Wh}$      | \$3,682.00        |
| WHIRLPOOL    | 1.0              | $2.87 W/W_t W_t/W_e = 9.80 \text{ Btu/Wh}$ | \$3,792.93        |
| MIRAGE       | 1.0              | $2.87 W_t/W_e = 9.79 \text{ Btu/Wh}$       | \$3,050.00        |
| POLAR FREEZE | 1.0              | Desconocida*                               | \$2,839.32        |
| YORK         | 1.0              | Desconocida*                               | \$4,425.00        |
| DAEWOO       | 1.0              | Desconocida*                               | \$2,479.00        |
| LG           | 1.0              | Desconocida*                               | \$3,150.00        |
| WHIRLPOOL    | 1.5              | $2.84 W_t/W_e = 9.70 \text{ Btu/Wh}$       | \$4,919.79        |
| YORK         | 2.0              | Desconocida*                               | \$5,918.00        |
| MIRAGE       | 2.0              | $2.87 W_t/W_e = 9.79 \text{ Btu/Wh}$       | \$5,870.00        |
| CARRIER      | 2.0              | Desconocida*                               | \$5,999.00        |
| TRANE        | 2.5              | $2.93 W_t/W_e = 10.00 \text{ Btu/Wh}$      | \$15,367.00       |
| TRANE        | 3.0              | $2.93 W_t/W_e = 10.00 \text{ Btu/Wh}$      | \$17,182.00       |
| MIRAGE       | 3.0              | Desconocida*                               | \$16,118.00       |
| MIRAGE       | 4.0              | Desconocida*                               | \$18,687.00       |
| MIRAGE       | 5.0              | Desconocida*                               | \$19,360.00       |
| GREE         | 5.0              | Desconocida*                               | \$19,148.25       |
| YORK         | 5.0              | Desconocida*                               | \$23,748.12       |

\* Generalmente, al ponerse un equipo en exhibición (o al anunciarse) no se indica la eficiencia energética del mismo, ya que solo se destacan las cualidades de precio, capacidad, voltaje, amperaje, etc.

## **Anexo 4. Pronósticos de población nacional, estatal y municipal**

Los pronósticos sobre incremento poblacional de los Estados Unidos Mexicanos, del Estado de Baja California y del municipio de Mexicali para las próximas dos décadas, que presenta el Consejo Nacional de Población (CONAPO) se muestran en las Tablas A4.1, A4.2 y 43.3; por población total, sexo y rango de edad desde el año 2000 al 2030.

Tabla A4.1 Pronósticos de población nacional, de Baja California y del Municipio de Mexicali, 2000-2010, por sexo y rango de edad

| Año                                                                                 | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           | 2006           | 2007           | 2008           | 2009           | 2010           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Población total a mitad de año, 2000-2010</b>                                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 100 569 263    | 101 826 249    | 103 039 964    | 104 213 503    | 105 349 837    | 106 451 679    | 107 525 207    | 108 576 411    | 109 607 255    | 110 619 340    | 111 613 906    |
| Baja California                                                                     | 2 540 519      | 2 623 527      | 2 705 614      | 2 786 944      | 2 867 630      | 2 947 836      | 3 027 728      | 3 107 509      | 3 187 233      | 3 266 943      | 3 346 657      |
| <b>Mexicali</b>                                                                     | <b>779 154</b> | <b>801 137</b> | <b>822 874</b> | <b>844 422</b> | <b>865 822</b> | <b>887 128</b> | <b>908 395</b> | <b>929 686</b> | <b>951 019</b> | <b>972 409</b> | <b>993 861</b> |
| <b>Población total de 0 a 14 años de edad residentes a mitad de año, 2000-2010</b>  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 33 557 864     | 33 325 195     | 33 045 894     | 32 727 393     | 32 372 981     | 31 982 832     | 31 556 117     | 31 104 531     | 30 641 713     | 30 175 462     | 29 719 784     |
| Baja California                                                                     | 833 996        | 847 259        | 858 136        | 866 898        | 873 735        | 878 737        | 881 811        | 883 392        | 884 002        | 883 749        | 882 919        |
| Mexicali                                                                            | 246 583        | 249 249        | 251 239        | 252 640        | 253 513        | 253 886        | 253 735        | 253 189        | 252 405        | 251 413        | 250 298        |
| <b>Población total de 15 a 59 años de edad residente a mitad de año, 2000-2010</b>  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 60 140 646     | 61 388 332     | 62 629 484     | 63 858 745     | 65 074 709     | 66 279 949     | 67 480 837     | 68 669 817     | 69 830 658     | 70 953 628     | 72 025 819     |
| Baja California                                                                     | 1 569 960      | 1 632 562      | 1 696 259      | 1 760 903      | 1 826 379      | 1 892 733      | 1 960 213      | 2 028 512      | 2 097 028      | 2 165 563      | 2 233 824      |
| Mexicali                                                                            | 481 483        | 498 517        | 515 876        | 533 518        | 551 413        | 569 576        | 588 083        | 606 845        | 625 685        | 644 546        | 663 343        |
| <b>Población total de 60 años o más de edad residente a mitad de año, 2000-2010</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 6 870 753      | 7 112 722      | 7 364 586      | 7 627 365      | 7 902 147      | 8 188 898      | 8 488 253      | 8 802 063      | 9 134 884      | 9 490 250      | 9 868 303      |
| Baja California                                                                     | 136 563        | 143 706        | 151 219        | 159 143        | 167 516        | 176 366        | 185 704        | 195 605        | 206 203        | 217 631        | 229 914        |
| Mexicali                                                                            | 51 088         | 53 371         | 55 759         | 58 264         | 60 896         | 63 666         | 66 577         | 69 652         | 72 929         | 76 450         | 80 220         |
| <b>Total de hombres residentes a mitad de año, 2000-2010</b>                        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 50 069 744     | 50 683 083     | 51 274 171     | 51 844 576     | 52 395 819     | 52 929 290     | 53 448 148     | 53 955 452     | 54 452 222     | 54 939 293     | 55 417 320     |
| Baja California                                                                     | 1 288 890      | 1 331 747      | 1 374 129      | 1 416 096      | 1 457 725      | 1 499 090      | 1 540 282      | 1 581 403      | 1 622 478      | 1 663 534      | 1 704 568      |
| Mexicali                                                                            | 394 259        | 405 607        | 416 826        | 427 938        | 438 971        | 449 949        | 460 902        | 471 863        | 482 838        | 493 839        | 504 863        |
| <b>Hombres de 0 a 14 años de edad residentes a mitad de año, 2000-2010</b>          |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 17 110 458     | 16 995 818     | 16 856 727     | 16 696 870     | 16 518 415     | 16 321 679     | 16 105 990     | 15 877 417     | 15 643 018     | 15 406 786     | 15 175 887     |
| Baja California                                                                     | 425 832        | 432 802        | 438 546        | 443 198        | 446 865        | 449 593        | 451 305        | 452 252        | 452 724        | 452 751        | 452 475        |
| Mexicali                                                                            | 125 755        | 127 175        | 128 248        | 129 017        | 129 516        | 129 760        | 129 727        | 129 492        | 129 142        | 128 685        | 128 163        |
| <b>Hombres de 15 a 59 años de edad residentes a mitad de año, 2000-2010</b>         |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 29 808 766     | 30 425 052     | 31 039 218     | 31 648 642     | 32 252 109     | 32 850 749     | 33 448 123     | 34 040 357     | 34 619 234     | 35 179 909     | 35 715 820     |
| Baja California                                                                     | 796 787        | 829 265        | 862 319        | 895 862        | 929 839        | 964 260        | 999 295        | 1 034 755      | 1 070 309      | 1 105 880      | 1 141 323      |
| Mexicali                                                                            | 243 697        | 252 533        | 261 537        | 270 685        | 279 964        | 289 376        | 298 975        | 308 705        | 318 467        | 328 243        | 337 987        |
| <b>Hombres de 60 años o más de edad residentes a mitad de año, 2000-2010</b>        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 3 150 520      | 3 262 213      | 3 378 226      | 3 499 064      | 3 625 295      | 3 756 862      | 3 894 035      | 4 037 678      | 4 189 970      | 4 352 598      | 4 525 613      |
| Baja California                                                                     | 66 271         | 69 680         | 73 264         | 77 036         | 81 021         | 85 237         | 89 682         | 94 396         | 99 445         | 104 903        | 110 770        |
| Mexicali                                                                            | 24 807         | 25 899         | 27 041         | 28 236         | 29 491         | 30 813         | 32 200         | 33 666         | 35 229         | 36 911         | 38 713         |
| <b>Total de mujeres residentes a mitad de año, 2000-2010</b>                        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 50 499 519     | 51 143 166     | 51 765 793     | 52 368 927     | 52 954 018     | 53 522 389     | 54 077 059     | 54 620 959     | 55 155 033     | 55 680 047     | 56 196 586     |
| Baja California                                                                     | 1 251 629      | 1 291 780      | 1 331 485      | 1 370 848      | 1 409 905      | 1 448 746      | 1 487 446      | 1 526 106      | 1 564 755      | 1 603 409      | 1 642 089      |
| Mexicali                                                                            | 384 895        | 395 530        | 406 048        | 416 484        | 426 851        | 437 179        | 447 493        | 457 823        | 468 181        | 478 570        | 488 998        |
| <b>Mujeres de 0 a 14 años de edad residentes a mitad de año, 2000-2010</b>          |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 16 447 406     | 16 329 377     | 16 189 167     | 16 030 523     | 15 854 566     | 15 661 153     | 15 450 127     | 15 227 114     | 14 998 695     | 14 768 676     | 14 543 897     |
| Baja California                                                                     | 408 164        | 414 457        | 419 590        | 423 700        | 426 870        | 429 144        | 430 506        | 431 140        | 431 278        | 430 998        | 430 444        |
| Mexicali                                                                            | 120 828        | 122 074        | 122 991        | 123 623        | 123 997        | 124 126        | 124 008        | 123 697        | 123 263        | 122 728        | 122 135        |
| <b>Mujeres de 15 a 59 años de edad residentes a mitad de año, 2000-2010</b>         |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 30 331 880     | 30 963 280     | 31 590 266     | 32 210 103     | 32 822 600     | 33 429 200     | 34 032 714     | 34 629 460     | 35 211 424     | 35 773 719     | 36 309 999     |
| Baja California                                                                     | 773 173        | 803 297        | 833 940        | 865 041        | 896 540        | 928 473        | 960 918        | 993 757        | 1 026 719      | 1 059 683      | 1 092 501      |
| Mexicali                                                                            | 237 786        | 245 984        | 254 339        | 262 833        | 271 449        | 280 200        | 289 108        | 298 140        | 307 218        | 316 303        | 325 356        |
| <b>Mujeres de 60 años o más de edad residentes a mitad de año, 2000-2010</b>        |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| República Mexicana                                                                  | 3 720 233      | 3 850 509      | 3 986 360      | 4 128 301      | 4 276 852      | 4 432 036      | 4 594 218      | 4 764 385      | 4 944 914      | 5 137 652      | 5 342 690      |
| Baja California                                                                     | 70 292         | 74 026         | 77 955         | 82 107         | 86 495         | 91 129         | 96 022         | 101 209        | 106 758        | 112 728        | 119 144        |
| Mexicali                                                                            | 26 281         | 27 472         | 28 718         | 30 028         | 31 405         | 32 853         | 34 377         | 35 986         | 37 700         | 39 539         | 41 507         |

Tabla A4.2 Pronósticos de población nacional, de Baja California y del Municipio de Mexicali, 2011-2020,  
por sexo y rango de edad

| Año | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

**Población total a mitad de año, 2011-2020**

|                    |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| República Mexicana | 112 591 898      | 113 553 916      | 114 500 185      | 115 430 657      | 116 344 933      | 117 242 286      | 118 121 705      | 118 981 977      | 119 821 678      | 120 639 160      |
| Baja California    | 3 426 387        | 3 506 123        | 3 585 848        | 3 665 488        | 3 745 015        | 3 824 379        | 3 903 504        | 3 982 313        | 4 060 700        | 4 138 565        |
| <b>Mexicali</b>    | <b>1 015 378</b> | <b>1 036 955</b> | <b>1 058 587</b> | <b>1 080 248</b> | <b>1 101 930</b> | <b>1 123 614</b> | <b>1 145 275</b> | <b>1 166 889</b> | <b>1 188 423</b> | <b>1 209 846</b> |

**Población total de 0 a 14 años de edad residentes a mitad de año, 2011-2020**

|                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| República Mexicana | 29 291 102     | 28 905 193     | 28 563 306     | 28 269 258     | 28 028 698     | 27 828 581     | 27 656 963     | 27 509 502     | 27 381 880     | 27 269 731     |
| Baja California    | 881 814        | 881 407        | 882 208        | 884 384        | 888 033        | 892 966        | 899 324        | 906 875        | 915 376        | 924 610        |
| <b>Mexicali</b>    | <b>249 145</b> | <b>248 239</b> | <b>247 727</b> | <b>247 654</b> | <b>248 043</b> | <b>248 836</b> | <b>250 070</b> | <b>251 675</b> | <b>253 575</b> | <b>255 707</b> |

**Población total de 15 a 59 años de edad residente a mitad de año, 2011-2020**

|                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| República Mexicana | 73 032 863     | 73 959 399     | 74 801 641     | 75 552 288     | 76 204 458     | 76 771 914     | 77 265 556     | 77 689 301     | 78 047 738     | 78 346 569     |
| Baja California    | 2 301 500      | 2 367 580      | 2 431 419      | 2 492 636      | 2 551 049      | 2 606 802      | 2 659 629      | 2 709 669      | 2 757 061      | 2 801 963      |
| <b>Mexicali</b>    | <b>681 989</b> | <b>700 184</b> | <b>717 744</b> | <b>734 557</b> | <b>750 576</b> | <b>765 844</b> | <b>780 284</b> | <b>793 939</b> | <b>806 852</b> | <b>819 070</b> |

**Población total de 60 años o más de edad residente a mitad de año, 2011-2020**

|                    |               |               |               |               |                |                |                |                |                |                |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| República Mexicana | 10 267 933    | 10 689 324    | 11 135 238    | 11 609 111    | 12 111 777     | 12 641 791     | 13 199 186     | 13 783 174     | 14 392 060     | 15 022 860     |
| Baja California    | 243 073       | 257 136       | 272 221       | 288 468       | 305 933        | 324 611        | 344 551        | 365 769        | 388 263        | 411 992        |
| <b>Mexicali</b>    | <b>84 244</b> | <b>88 532</b> | <b>93 116</b> | <b>98 037</b> | <b>103 311</b> | <b>108 934</b> | <b>114 921</b> | <b>121 275</b> | <b>127 996</b> | <b>135 069</b> |

**Total de hombres residentes a mitad de año, 2011-2020**

|                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| República Mexicana | 55 886 811     | 56 348 111     | 56 801 370     | 57 246 600     | 57 683 636     | 58 112 131     | 58 531 609     | 58 941 451     | 59 340 958     | 59 729 304     |
| Baja California    | 1 745 598      | 1 786 615      | 1 827 598      | 1 868 513      | 1 909 348      | 1 950 067      | 1 990 629      | 2 030 997      | 2 071 118      | 2 110 924      |
| <b>Mexicali</b>    | <b>515 916</b> | <b>526 994</b> | <b>538 092</b> | <b>549 197</b> | <b>560 305</b> | <b>571 405</b> | <b>582 483</b> | <b>593 526</b> | <b>604 520</b> | <b>615 443</b> |

**Hombres de 0 a 14 años de edad residentes a mitad de año, 2011-2020**

|                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| República Mexicana | 14 958 712     | 14 763 309     | 14 590 320     | 14 441 671     | 14 320 211     | 14 219 305     | 14 132 887     | 14 058 743     | 13 994 675     | 13 938 448     |
| Baja California    | 452 045        | 451 950        | 452 437        | 453 602        | 455 498        | 458 033        | 461 298        | 465 172        | 469 537        | 474 271        |
| <b>Mexicali</b>    | <b>127 617</b> | <b>127 191</b> | <b>126 955</b> | <b>126 936</b> | <b>127 146</b> | <b>127 557</b> | <b>128 194</b> | <b>129 019</b> | <b>129 997</b> | <b>131 091</b> |

**Hombres de 15 a 59 años de edad residentes a mitad de año, 2011-2020**

|                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| República Mexicana | 36 219 637     | 36 683 532     | 37 105 758     | 37 482 644     | 37 810 768     | 38 097 289     | 38 347 695     | 38 563 925     | 38 748 242     | 38 903 318     |
| Baja California    | 1 176 488      | 1 210 864      | 1 244 131      | 1 276 089      | 1 306 639      | 1 335 845      | 1 363 556      | 1 389 837      | 1 414 757      | 1 438 389      |
| <b>Mexicali</b>    | <b>347 661</b> | <b>357 112</b> | <b>366 250</b> | <b>375 015</b> | <b>383 382</b> | <b>391 371</b> | <b>398 937</b> | <b>406 101</b> | <b>412 884</b> | <b>419 309</b> |

**Hombres de 60 años o más de edad residentes a mitad de año, 2011-2020**

|                    |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| República Mexicana | 4 708 462     | 4 901 270     | 5 105 292     | 5 322 285     | 5 552 657     | 5 795 537     | 6 051 027     | 6 318 783     | 6 598 041     | 6 887 538     |
| Baja California    | 117 065       | 123 801       | 131 030       | 138 822       | 147 211       | 156 189       | 165 775       | 175 988       | 186 824       | 198 264       |
| <b>Mexicali</b>    | <b>40 638</b> | <b>42 691</b> | <b>44 887</b> | <b>47 246</b> | <b>49 777</b> | <b>52 477</b> | <b>55 352</b> | <b>58 406</b> | <b>61 639</b> | <b>65 043</b> |

**Total de mujeres residentes a mitad de año, 2011-2020**

|                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| República Mexicana | 56 705 087     | 57 205 805     | 57 698 815     | 58 184 057     | 58 661 297     | 59 130 155     | 59 590 096     | 60 040 526     | 60 480 720     | 60 909 856     |
| Baja California    | 1 680 789      | 1 719 508      | 1 758 250      | 1 796 975      | 1 835 667      | 1 874 312      | 1 912 875      | 1 951 316      | 1 989 582      | 2 027 641      |
| <b>Mexicali</b>    | <b>499 462</b> | <b>509 961</b> | <b>520 495</b> | <b>531 051</b> | <b>541 625</b> | <b>552 209</b> | <b>562 792</b> | <b>573 363</b> | <b>583 903</b> | <b>594 403</b> |

**Mujeres de 0 a 14 años de edad residentes a mitad de año, 2011-2020**

|                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| República Mexicana | 14 332 390     | 14 141 884     | 13 972 986     | 13 827 587     | 13 708 487     | 13 609 276     | 13 524 076     | 13 450 759     | 13 387 205     | 13 331 283     |
| Baja California    | 429 769        | 429 457        | 429 771        | 430 782        | 432 535        | 434 933        | 438 026        | 441 703        | 445 839        | 450 339        |
| <b>Mexicali</b>    | <b>121 528</b> | <b>121 048</b> | <b>120 772</b> | <b>120 718</b> | <b>120 897</b> | <b>121 279</b> | <b>121 876</b> | <b>122 656</b> | <b>123 578</b> | <b>124 616</b> |

**Mujeres de 15 a 59 años de edad residentes a mitad de año, 2011-2020**

|                    |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| República Mexicana | 36 813 226     | 37 275 867     | 37 695 883     | 38 069 644     | 38 393 690     | 38 674 625     | 38 917 861     | 39 125 376     | 39 299 496     | 39 443 251     |
| Baja California    | 1 125 012      | 1 156 716      | 1 187 288      | 1 216 547      | 1 244 410      | 1 270 957      | 1 296 073      | 1 319 832      | 1 342 304      | 1 363 574      |
| <b>Mexicali</b>    | <b>334 328</b> | <b>343 072</b> | <b>351 494</b> | <b>359 542</b> | <b>367 194</b> | <b>374 473</b> | <b>381 347</b> | <b>387 838</b> | <b>393 968</b> | <b>399 761</b> |

**Mujeres de 60 años o más de edad residentes a mitad de año, 2011-2020**

|                    |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| República Mexicana | 5 559 471     | 5 788 054     | 6 029 946     | 6 286 826     | 6 559 120     | 6 846 254     | 7 148 159     | 7 464 391     | 7 794 019     | 8 135 322     |
| Baja California    | 126 008       | 133 335       | 141 191       | 149 646       | 158 722       | 168 422       | 178 776       | 189 781       | 201 439       | 213 728       |
| <b>Mexicali</b>    | <b>43 606</b> | <b>45 841</b> | <b>48 229</b> | <b>50 791</b> | <b>53 534</b> | <b>56 457</b> | <b>59 569</b> | <b>62 869</b> | <b>66 357</b> | <b>70 026</b> |

Tabla A4.3 Pronósticos de población nacional, de Baja California y del Municipio de Mexicali, 2021-2030,  
por sexo y rango de edad

| Año | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Población total a mitad de año, 2021-2030

|                    |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| República Mexicana | 121 432 566      | 122 200 071      | 122 939 920      | 123 650 367      | 124 329 636      | 124 975 961      | 125 587 863      | 126 164 122      | 126 703 740      | 127 205 586      |
| Baja California    | 4 215 810        | 4 292 333        | 4 368 014        | 4 442 725        | 4 516 360        | 4 588 759        | 4 659 857        | 4 729 525        | 4 797 695        | 4 864 276        |
| <b>Mexicali</b>    | <b>1 231 128</b> | <b>1 252 238</b> | <b>1 273 140</b> | <b>1 293 796</b> | <b>1 314 176</b> | <b>1 334 234</b> | <b>1 353 951</b> | <b>1 373 291</b> | <b>1 392 234</b> | <b>1 410 754</b> |

Población total de 0 a 14 años de edad residentes a mitad de año, 2021-2030

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 27 165 324 | 27 061 178 | 26 953 778 | 26 840 098 | 26 717 442 | 26 583 554 | 26 436 814 | 26 276 288 | 26 101 567 | 25 912 420 |
| Baja California    | 934 255    | 943 987    | 953 611    | 962 950    | 971 840    | 980 108    | 987 649    | 994 346    | 1 000 136  | 1 004 968  |
| Mexicali           | 257 976    | 260 285    | 262 577    | 264 801    | 266 909    | 268 852    | 270 598    | 272 116    | 273 386    | 274 395    |

Población total de 15 a 59 años de edad residente a mitad de año, 2021-2030

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 78 595 032 | 78 800 236 | 78 964 328 | 79 088 953 | 79 175 313 | 79 225 275 | 79 239 973 | 79 221 422 | 79 173 198 | 79 094 297 |
| Baja California    | 2 844 676  | 2 885 418  | 2 924 244  | 2 961 204  | 2 996 362  | 3 029 772  | 3 061 504  | 3 091 633  | 3 120 348  | 3 147 634  |
| Mexicali           | 830 678    | 841 745    | 852 285    | 862 312    | 871 845    | 880 901    | 889 501    | 897 666    | 905 450    | 912 849    |

Población total de 60 años o más de edad residente a mitad de año, 2021-2030

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 15 672 210 | 16 338 657 | 17 021 814 | 17 721 316 | 18 436 881 | 19 167 132 | 19 911 076 | 20 666 412 | 21 428 975 | 22 198 869 |
| Baja California    | 436 879    | 462 928    | 490 159    | 518 571    | 548 158    | 578 879    | 610 704    | 643 546    | 677 211    | 711 674    |
| Mexicali           | 142 474    | 150 208    | 158 278    | 166 683    | 175 422    | 184 481    | 193 852    | 203 509    | 213 398    | 223 510    |

Total de hombres residentes a mitad de año, 2021-2030

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 60 105 537 | 60 468 737 | 60 818 001 | 61 152 443 | 61 471 157 | 61 773 239 | 62 057 938 | 62 324 643 | 62 572 852 | 62 802 010 |
| Baja California    | 2 150 387  | 2 189 439  | 2 228 013  | 2 266 045  | 2 303 506  | 2 340 285  | 2 376 365  | 2 411 675  | 2 446 177  | 2 479 830  |
| Mexicali           | 626 286    | 637 030    | 647 653    | 658 138    | 668 476    | 678 634    | 688 610    | 698 382    | 707 939    | 717 270    |

Hombres de 0 a 14 años de edad residentes a mitad de año, 2021-2030

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 13 886 122 | 13 833 877 | 13 779 923 | 13 722 712 | 13 660 866 | 13 593 241 | 13 519 005 | 13 437 684 | 13 349 070 | 13 253 046 |
| Baja California    | 479 217    | 484 205    | 489 137    | 493 925    | 498 484    | 502 726    | 506 589    | 510 025    | 512 991    | 515 468    |
| Mexicali           | 132 256    | 133 441    | 134 617    | 135 759    | 136 842    | 137 841    | 138 738    | 139 520    | 140 174    | 140 695    |

Hombres de 15 a 59 años de edad residentes a mitad de año, 2021-2030

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 39 033 670 | 39 142 953 | 39 232 253 | 39 302 371 | 39 353 918 | 39 387 797 | 39 404 523 | 39 405 009 | 39 391 083 | 39 362 074 |
| Baja California    | 1 460 884  | 1 482 353  | 1 502 814  | 1 522 290  | 1 540 833  | 1 558 455  | 1 575 199  | 1 591 103  | 1 606 269  | 1 620 677  |
| Mexicali           | 425 416    | 431 243    | 436 791    | 442 070    | 447 093    | 451 864    | 456 398    | 460 703    | 464 809    | 468 712    |

Hombres de 60 años o más de edad residentes a mitad de año, 2021-2030

|                    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| República Mexicana | 7 185 745 | 7 491 907 | 7 805 825 | 8 127 360 | 8 456 373 | 8 792 201 | 9 134 410 | 9 481 950 | 9 832 699 | 10 186 890 |
| Baja California    | 210 286   | 222 881   | 236 062   | 249 830   | 264 189   | 279 104   | 294 577   | 310 547   | 326 917   | 343 685    |
| Mexicali           | 68 614    | 72 346    | 76 245    | 80 309    | 84 541    | 88 929    | 93 474    | 98 159    | 102 956   | 107 863    |

Total de mujeres residentes a mitad de año, 2021-2030

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 61 327 029 | 61 731 334 | 62 121 919 | 62 497 924 | 62 858 479 | 63 202 722 | 63 529 925 | 63 839 479 | 64 130 888 | 64 403 576 |
| Baja California    | 2 065 423  | 2 102 894  | 2 140 001  | 2 176 680  | 2 212 854  | 2 248 474  | 2 283 492  | 2 317 850  | 2 351 518  | 2 384 446  |
| Mexicali           | 604 842    | 615 208    | 625 487    | 635 658    | 645 700    | 655 600    | 665 341    | 674 909    | 684 295    | 693 484    |

Mujeres de 0 a 14 años de edad residentes a mitad de año, 2021-2030

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 13 279 202 | 13 227 301 | 13 173 855 | 13 117 386 | 13 056 576 | 12 990 313 | 12 917 809 | 12 838 604 | 12 752 497 | 12 659 374 |
| Baja California    | 455 038    | 459 782    | 464 474    | 469 025    | 473 356    | 477 382    | 481 060    | 484 321    | 487 145    | 489 500    |
| Mexicali           | 125 720    | 126 844    | 127 960    | 129 042    | 130 067    | 131 011    | 131 860    | 132 596    | 133 212    | 133 700    |

Mujeres de 15 a 59 años de edad residentes a mitad de año, 2021-2030

|                    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 39 561 362 | 39 657 283 | 39 732 075 | 39 786 582 | 39 821 395 | 39 837 478 | 39 835 450 | 39 816 413 | 39 782 115 | 39 732 223 |
| Baja California    | 1 383 792  | 1 403 065  | 1 421 430  | 1 438 914  | 1 455 529  | 1 471 317  | 1 486 305  | 1 500 530  | 1 514 079  | 1 526 957  |
| Mexicali           | 405 262    | 410 502    | 415 494    | 420 242    | 424 752    | 429 037    | 433 103    | 436 963    | 440 641    | 444 137    |

Mujeres de 60 años o más de edad residentes a mitad de año, 2021-2030

|                    |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| República Mexicana | 8 486 465 | 8 846 750 | 9 215 989 | 9 593 956 | 9 980 508 | 10 374 931 | 10 776 666 | 11 184 462 | 11 596 276 | 12 011 979 |
| Baja California    | 226 593   | 240 047   | 254 097   | 268 741   | 283 969   | 299 775    | 316 127    | 332 999    | 350 294    | 367 989    |
| Mexicali           | 73 860    | 77 862    | 82 033    | 86 374    | 90 881    | 95 552     | 100 378    | 105 350    | 110 442    | 115 647    |

## Anexo 5. Tablas de cálculo de consumos eléctricos de habitaciones

En la Tabla A5.1 se presentan los factores correspondientes a la habitación prototipo que se utilizaron en el simulador, en las Tablas A5.2 y A5.3 se muestran los indicadores térmicos de muros y techos respectivamente, en las Tablas A5.4 y A5.5 se presentan a manera de ejemplo, dos de los formatos de inserción de datos al simulador, representando los casos B0C050 y B0C080, mientras que en las Tablas de la A5.6 a la A5.9 se presentan los resultados de las corridas de simulación.

Tabla A5.1 Factores correspondiente a la habitación prototipo

| Coeficiente | Solar    | Conducción | Iluminación | Personal |
|-------------|----------|------------|-------------|----------|
| $U_0$       | 0.50938  | 0.74638    | 0.76250     | 0.74364  |
| $U_1$       | -0.50975 | -0.85521   | -0.83070    | -0.80510 |
| $U_2$       | 0.07234  | 0.17795    | 0.15957     | 0.15283  |
| $W_1$       | -1.23424 | -1.24007   | -1.15317    | -1.15317 |
| $W_2$       | 0.30621  | 0.30918    | 0.24454     | 0.24454  |

Tabla A5.2 Indicadores térmicos de muros

| Capa                                    | Clave | Valor de R (°Fpie²h/Btu) |             |             |             |                |             |             |             |             |              |                           |             |
|-----------------------------------------|-------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------------------|-------------|
|                                         |       | Bloque                   |             |             |             | Ladrillo       |             |             |             | Insul-panel | Perform-wall | Aislapanel o Construpanel |             |
|                                         |       | Aislamiento de           |             |             |             | Aislamiento de |             |             |             |             |              | 5.08cm (2")               | 7.62cm (3") |
|                                         |       | 0                        | 2.54cm (1") | 5.08cm (2") | 7.62cm (3") | 0              | 2.54cm (1") | 5.08cm (2") | 7.62cm (3") |             |              |                           |             |
| Resistencia externa                     | A0    | 0.33                     | 0.33        | 0.33        | 0.33        | 0.33           | 0.33        | 0.33        | 0.33        | 0.33        | 0.33         | 0.33                      | 0.33        |
| Emplaste 0.95 cm (3/8") mortero stucco  | E1    | 0.08                     | 0.08        | 0.08        | 0.08        | 0.08           | 0.08        | 0.08        | 0.08        | 0.08        |              | 0.08                      | 0.08        |
| Aislamiento                             | ---   |                          | 3.33        | 6.67        | 10.00       |                | 3.33        | 6.67        | 10.00       |             |              |                           |             |
| Bloque común 15X20X40 cm                | C8    | 1.11                     | 1.11        | 1.11        | 1.11        |                |             |             |             |             |              |                           |             |
| Ladrillo común 10.16 cm (4")            | C4    |                          |             |             |             | 0.79           | 0.79        | 0.79        | 0.79        |             |              |                           |             |
| Estructura de Insulpanel 7.62 cm (3")   | ---   |                          |             |             |             |                |             |             |             | 10.50       |              |                           |             |
| Estructura Performwall                  | ---   |                          |             |             |             |                |             |             |             |             | 6.00         |                           |             |
| Estructura de Aislapanel o Construpanel | ---   |                          |             |             |             |                |             |             |             |             |              | 2.00                      | 3.00        |
| Acabado de yeso 0.95 cm (3/8")          | E1    | 0.08                     | 0.08        | 0.08        | 0.08        | 0.08           | 0.08        | 0.08        | 0.08        | 0.08        | 0.08         | 0.08                      | 0.08        |
| Resistencia interna                     | E0    | 0.69                     | 0.69        | 0.69        | 0.69        | 0.69           | 0.69        | 0.69        | 0.69        | 0.69        | 0.69         | 0.69                      | 0.69        |
| Total Rs                                | R     | 2.29                     | 5.62        | 8.96        | 12.29       | 1.97           | 5.30        | 8.64        | 11.97       | 11.68       | 7.10         | 3.18                      | 4.18        |
| Conductividadac                         | U     | 0.43668                  | 0.17794     | 0.11161     | 0.08137     | 0.50761        | 0.18868     | 0.11574     | 0.08354     | 0.08562     | 0.14085      | 0.31447                   | 0.23923     |
| Tipo de material                        |       | 13                       | 13          | 13          | 13          | 9              | 9           | 9           | 9           | 1           | 1            | 2                         | 2           |
| Rango del valor de R                    |       | 2                        | 8           | 10          | 12          | 1              | 8           | 10          | 12          | 12          | 9            | 4                         | 6           |
| Caso de masa                            |       | integral                 | interna     | interna     | interna     | integral       | interna     | interna     | interna     | integral    | integral     | integral                  | integral    |
| Tipo de pared                           |       | 5                        | 11          | 11          | 11          | 3              | 10          | 11          | 11          | 1           | 1            | 1                         | 1           |
| U de acuerdo al tipo                    |       | 0.128916                 | 0.109090    | 0.109090    | 0.109090    | 0.191122       | 0.155161    | 0.109090    | 0.109090    | 0.065581    | 0.065581     | 0.065581                  | 0.065581    |
| B <sub>0</sub>                          |       | 0.000080                 | 0.000003    | 0.000003    | 0.000003    | 0.004107       | 0.000007    | 0.000003    | 0.000003    | 0.007679    | 0.007679     | 0.007679                  | 0.007679    |
| B <sub>1</sub>                          |       | 0.004435                 | 0.000614    | 0.000614    | 0.000614    | 0.032305       | 0.001018    | 0.000614    | 0.000614    | 0.034978    | 0.034978     | 0.034978                  | 0.034978    |
| B <sub>2</sub>                          |       | 0.010182                 | 0.002890    | 0.002890    | 0.002890    | 0.014744       | 0.004412    | 0.002890    | 0.002890    | 0.007191    | 0.007191     | 0.007191                  | 0.007191    |
| B <sub>3</sub>                          |       | 0.002960                 | 0.001827    | 0.001827    | 0.001827    | 0.000466       | 0.002599    | 0.001827    | 0.001827    | 0.000056    | 0.000056     | 0.000056                  | 0.000056    |
| B <sub>4</sub>                          |       | 0.000105                 | 0.000184    | 0.000184    | 0.000184    | 0.000000       | 0.000239    | 0.000184    | 0.000184    | 0.000000    | 0.000000     | 0.000000                  | 0.000000    |
| B <sub>5</sub>                          |       | 0.000000                 | 0.000002    | 0.000002    | 0.000002    | 0.000000       | 0.000002    | 0.000002    | 0.000002    | 0.000000    | 0.000000     | 0.000000                  | 0.000000    |
| B <sub>6</sub>                          |       | 0.000000                 | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000       | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000     | 0.000000                  | 0.000000    |
| Suma de B <sub>n</sub>                  |       | 0.017762                 | 0.005522    | 0.005522    | 0.005522    | 0.051621       | 0.008277    | 0.005522    | 0.005522    | 0.049904    | 0.049904     | 0.049904                  | 0.049904    |
| d <sub>0</sub>                          |       | 1.000000                 | 1.000000    | 1.000000    | 1.000000    | 1.000000       | 1.000000    | 1.000000    | 1.000000    | 1.000000    | 1.000000     | 1.000000                  | 1.000000    |
| d <sub>1</sub>                          |       | -1.160430                | -1.524800   | -1.524800   | -1.524800   | -0.769663      | -1.663580   | -1.524800   | -1.524800   | -0.240717   | -0.240717    | -0.240717                 | -0.240717   |
| d <sub>2</sub>                          |       | 0.325471                 | 0.671462    | 0.671462    | 0.671462    | 0.040143       | 0.824400    | 0.671462    | 0.671462    | 0.001676    | 0.001676     | 0.001676                  | 0.001676    |
| d <sub>3</sub>                          |       | -0.027463                | -0.098438   | -0.098438   | -0.098438   | -0.000420      | -0.110980   | -0.098438   | -0.098438   | -0.000001   | -0.000001    | -0.000001                 | -0.000001   |
| d <sub>4</sub>                          |       | 0.000210                 | 0.002390    | 0.002390    | 0.002390    | 0.000000       | 0.003509    | 0.002390    | 0.002390    | 0.000000    | 0.000000     | 0.000000                  | 0.000000    |
| d <sub>5</sub>                          |       | 0.000000                 | -0.000002   | -0.000002   | -0.000002   | 0.000000       | -0.000004   | -0.000002   | -0.000002   | 0.000000    | 0.000000     | 0.000000                  | 0.000000    |
| d <sub>6</sub>                          |       | 0.000000                 | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000       | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000     | 0.000000                  | 0.000000    |



Tabla A5.3 Indicadores térmicos de techos

| Capa                                    | Clave | Valor de R (°Fpie²h/Btu) |             |             |             |             |             |                 |                  |                              |             |
|-----------------------------------------|-------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|------------------------------|-------------|
|                                         |       | Concreto                 |             |             | Madera      |             |             | Insul-<br>panel | Perform-<br>wall | Aislapanel o<br>Construpanel |             |
|                                         |       | Aislamiento              |             |             | Aislamiento |             |             |                 |                  | 5.08cm (2")                  | 7.62cm (3") |
|                                         |       | 0                        | 5.08cm (2") | 7.62cm (3") | 0           | 5.08cm (2") | 7.62cm (3") |                 |                  |                              |             |
| Resistencia externa                     | A0    | 0.33                     | 0.33        | 0.33        | 0.33        | 0.33        | 0.33        | 0.33            | 0.33             | 0.33                         | 0.33        |
| Sistema de cartón arenado               | E3    | 0.29                     | 0.29        | 0.29        | 0.29        | 0.29        | 0.29        | 0.29            | 0.29             | 0.29                         | 0.29        |
| Aislamiento                             | ---   |                          | 6.67        | 10.00       |             | 6.67        | 10.00       |                 |                  |                              |             |
| Losa de concreto de 10 cm               | C5    | 0.33                     | 0.33        | 0.33        |             |             |             |                 |                  |                              |             |
| Estructura de madera 5.08 cm (2")       | B10   |                          |             |             | 2.39        | 2.39        | 2.39        |                 |                  |                              |             |
| Estructura de Insulpanel 10.16 cm (4")  | ---   |                          |             |             |             |             |             | 14.00           |                  |                              |             |
| Estructura Performwall                  | ---   |                          |             |             |             |             |             |                 | 6.00             |                              |             |
| Estructura de Aislapanel o Construpanel | ---   |                          |             |             |             |             |             |                 |                  | 3.00                         | 4.00        |
| Acabado de Readymix                     | A6    | 0.17                     | 0.17        | 0.17        | 0.17        | 0.17        | 0.17        | 0.17            | 0.17             | 0.17                         | 0.17        |
| Resistencia interna                     | E0    | 0.69                     | 0.69        | 0.69        | 0.69        | 0.69        | 0.69        | 0.69            | 0.69             | 0.69                         | 0.69        |
| Total Rs                                | R     | 1.81                     | 8.48        | 11.81       | 3.87        | 10.54       | 13.87       | 15.48           | 7.48             | 4.48                         | 5.48        |
| Conductividad                           | U     | 0.55249                  | 0.11792     | 0.08467     | 0.2584      | 0.09488     | 0.0721      | 0.0646          | 0.13369          | 0.22321                      | 0.18248     |
| Tipo de material                        |       | 4                        | 4           | 4           | 3           | 3           | 3           | 1               | 1                | 1                            | 1           |
| Plafón                                  |       | sin                      | sin         | sin         | con         | con         | con         | sin             | sin              | sin                          | sin         |
| Rango del valor de R                    |       | 1                        | 2           | 3           | 1           | 3           | 3           | 4               | 2                | 1                            | 2           |
| Caso de masa                            |       | integral                 | interna     | interna     | integral    | integral    | integral    | integral        | integral         | integral                     | integral    |
| Tipo de techo                           |       | 3                        | 7           | 7           | 20          | 28          | 28          | 4               | 2                | 1                            | 2           |
| U de acuerdo al tipo                    |       | 0.232261                 | 0.138145    | 0.138145    | 0.079575    | 0.043879    | 0.043879    | 0.042814        | 0.055454         | 0.080251                     | 0.055454    |
| B <sub>0</sub>                          |       | 0.006134                 | 0.000591    | 0.000591    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000003        | 0.000556         | 0.004870                     | 0.000556    |
| B <sub>1</sub>                          |       | 0.039829                 | 0.008674    | 0.008674    | 0.000021    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000653        | 0.012022         | 0.034736                     | 0.012022    |
| B <sub>2</sub>                          |       | 0.013754                 | 0.006877    | 0.006877    | 0.000435    | 0.000011    | 0.000011    | 0.003387        | 0.012817         | 0.013652                     | 0.012817    |
| B <sub>3</sub>                          |       | 0.000249                 | 0.000375    | 0.000375    | 0.001026    | 0.000096    | 0.000096    | 0.002397        | 0.001433         | 0.000358                     | 0.001433    |
| B <sub>4</sub>                          |       | 0.000000                 | 0.000000    | 0.000000    | 0.000487    | 0.000173    | 0.000173    | 0.000289        | 0.000013         | 0.000000                     | 0.000013    |
| B <sub>5</sub>                          |       | 0.000000                 | 0.000000    | 0.000000    | 0.000051    | 0.000086    | 0.000086    | 0.000005        | 0.000000         | 0.000000                     | 0.000000    |
| B <sub>6</sub>                          |       | 0.000000                 | 0.000000    | 0.000000    | 0.000001    | 0.000013    | 0.000013    | 0.000000        | 0.000000         | 0.000000                     | 0.000000    |
| Suma de B <sub>n</sub>                  |       | 0.059966                 | 0.016518    | 0.016518    | 0.002021    | 0.000379    | 0.000379    | 0.006733        | 0.026841         | 0.053616                     | 0.026841    |
| d <sub>0</sub>                          |       | 1.000000                 | 1.000000    | 1.000000    | 1.000000    | 1.000000    | 1.000000    | 1.000000        | 1.000000         | 1.000000                     | 1.000000    |
| d <sub>1</sub>                          |       | -0.756145                | -1.117660   | -1.117660   | -1.919990   | -2.419150   | -2.419150   | -1.346580       | -0.600639        | -0.354509                    | -0.600639   |
| d <sub>2</sub>                          |       | 0.014387                 | 0.237309    | 0.237309    | 1.219700    | 2.179320    | 2.179320    | 0.593841        | 0.086016         | 0.022670                     | 0.086016    |
| d <sub>3</sub>                          |       | -0.000060                | -0.000082   | -0.000082   | -0.299998   | -0.930615   | -0.930615   | -0.092953       | -0.001353        | -0.000047                    | -0.001353   |
| d <sub>4</sub>                          |       | 0.000000                 | 0.000000    | 0.000000    | 0.026304    | 0.198401    | 0.198401    | 0.002964        | 0.000001         | 0.000000                     | 0.000001    |
| d <sub>5</sub>                          |       | 0.000000                 | 0.000000    | 0.000000    | -0.000612   | -0.020120   | -0.020120   | -0.000006       | 0.000000         | 0.000000                     | 0.000000    |
| d <sub>6</sub>                          |       | 0.000000                 | 0.000000    | 0.000000    | 0.000000    | 0.000811    | 0.000811    | 0.000000        | 0.000000         | 0.000000                     | 0.000000    |

Tabla A5.4 Formato de inserción de datos de simulación de consumo energético de habitación B0C050

## INSERCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS DE CORRIDA DE SIMULACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO DE CASA HABITACIÓN

No. de corrida      1      Clave:   **B   0   C   0   5   0**

Características de la vivienda:

Muro: Material: Bloque Aislamiento: Inexistente Techo: Material: Concreto Aislamiento Inexistente Área: 50 m<sup>2</sup> REEE: 10 Btu/hW

Período de simulación: El período de verano Lugar: Mexicali, B. C. México

|              |                         |           |        |    |
|--------------|-------------------------|-----------|--------|----|
| Facturación: | Rendimiento energético: | 10 Btu/hW | Tarifa | 1F |
|--------------|-------------------------|-----------|--------|----|

|                        |                    |           |    |
|------------------------|--------------------|-----------|----|
| Carga de enfriamiento: | Factores del piso: | I-2111212 | 14 |
|------------------------|--------------------|-----------|----|

Retiro de calor: Rapidez máxima de extracción de calor: 48000 Btu Rapidez mínima de extracción de calor: 0 Btu

Variación del setpoint: 5 °F      Rapidez de flujo de aire de ventilación: 0

|                                           |    |                       |        |
|-------------------------------------------|----|-----------------------|--------|
| Rapidez de flujo de aire de infiltración: | 15 | Tipo de construcción: | Pesada |
|-------------------------------------------|----|-----------------------|--------|

|                               |               |   |
|-------------------------------|---------------|---|
| Datos generales del inmueble: | No. de pisos: | 1 |
|-------------------------------|---------------|---|

Techo: Tipo: 3 R: 1.81 °Fft²h/Btu Área (incluyendo voladizos): 642.93 ft²

Muros: Tipo: 5 R: 2.29 °Fft<sup>2</sup>h/Btu Área de planta: 538.20 ft<sup>2</sup> Temperatura del inmueble: 78 °F

Norte:

Sur:

Este:

Oeste:

Ventanas y puertas: Ventanas:

Norte: Tipo:  Área:  ft<sup>2</sup>

|      |       |   |       |       |                 |      |       |         |       |      |                 |
|------|-------|---|-------|-------|-----------------|------|-------|---------|-------|------|-----------------|
| Sur: | Tipo: | 4 | Área: | 28.95 | ft <sup>2</sup> | Sur: | Tipo: | ninguna | Área: | 0.00 | ft <sup>2</sup> |
|------|-------|---|-------|-------|-----------------|------|-------|---------|-------|------|-----------------|

|       |       |   |       |       |                 |       |       |   |       |       |                 |
|-------|-------|---|-------|-------|-----------------|-------|-------|---|-------|-------|-----------------|
| Este: | Tipo: | 4 | Área: | 12.59 | ft <sup>2</sup> | Este: | Tipo: | 2 | Área: | 44.93 | ft <sup>2</sup> |
|-------|-------|---|-------|-------|-----------------|-------|-------|---|-------|-------|-----------------|

|        |       |   |       |                      |        |       |         |       |                      |
|--------|-------|---|-------|----------------------|--------|-------|---------|-------|----------------------|
| Qeste: | Tipo: | 4 | Área: | 2.58 ft <sup>2</sup> | Qeste: | Tipo: | ninguna | Área: | 0.00 ft <sup>2</sup> |
|--------|-------|---|-------|----------------------|--------|-------|---------|-------|----------------------|

|           |                  |                           |
|-----------|------------------|---------------------------|
| Personas: | Tipo de trabajo: | Trabajo ligero de oficina |
|-----------|------------------|---------------------------|

|      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| De 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| a 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1    | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |

Equipos:

|                       |      |      |      |      |                       |      |      |      |                |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
|-----------------------|------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|----------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Ventilador:           |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 242  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 1    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| Refrigerador:         |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 502  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 1                     | 1    | 1    | 1    | 1    | 1                     | 1    | 1    | 1    | 1              | 1    | 1    | 1    | 1    | 1     | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |   |
| Televisión:           |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 386  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 1    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 1    | 1     | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    |   |
| Radio:                |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 130  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 1    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Plancha:              |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 853  | Factor de uso: |      |      |      | 0.29 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 1    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Lavadora:             |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 341  | Factor de uso: |      |      |      | 0.29 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Horno de microondas:  |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 307  | Factor de uso: |      |      |      | 0.10 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 1    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 1    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Cafetera:             |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 956  | Factor de uso: |      |      |      | 0.10 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 1    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Estufa:               |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 2660 | Factor de uso: |      |      |      | 1.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 1    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Equipo 1: Secadora    |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 683  | Factor de uso: |      |      |      | 0.07 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Equipo 2: Computadora |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 171  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Equipo 3:             |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 0    | Factor de uso: |      |      |      | 1.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Equipo 4:             |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 0    | Factor de uso: |      |      |      | 1.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Equipo 5:             |      |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      | 0    | Factor de uso: |      |      |      | 1.00 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |   |
| Iluminación:          |      |      |      |      | Focos incandescentes: |      |      | 0    | Potencia:      |      |      |      |      | Watts |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00           | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |   |
|                       |      |      |      |      | Focos fluorescentes:  |      |      | 5    | Potencia:      |      |      |      | 18   | Watts |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
| 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.80 | 1.00 | 0.00 | 0.00           | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.80  | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |   |

Resultados:

Cap. Requerida (ton):

Consumo (kWh):

| may | jun  | jul  | ago  | sep  | oct | m-o  |
|-----|------|------|------|------|-----|------|
| 960 | 1097 | 1221 | 1248 | 1039 | 684 | 6249 |

Facturación (\$):

| may    | jun    | jul    | ago    | sep    | oct    | m-o     |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 546.50 | 632.34 | 884.34 | 926.07 | 602.54 | 383.75 | 3975.53 |

Tabla A5.5 Formato de inserción de datos de simulación de consumo energético de habitación B0C080

INSERCIÓN DE DATOS Y RESULTADOS DE CORRIDA DE SIMULACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO DE CASA HABITACIÓN

No. de corrida 73 Clave: B 0 C 0 8 0

Características de la vivienda:

Muro: Material: Bloque Aislamiento: Inexistente Techo: Material: Concreto Aislamiento: Inexistente Área: 80 m<sup>2</sup> REEE: 10 Btu/hW  
 Período de simulación: El período de verano Lugar: Mexicali, B. C. México  
 Facturación: Rendimiento energético: 10 Btu/hW Tarifa 1F  
 Carga de enfriamiento: Factores del piso: I-2111212 14  
 Retiro de calor: Rapidez máxima de extracción de calor: 48000 Btu Rapidez mínima de extracción de calor: 0 Btu  
 Variación del setpoint 5 °F Rapidez de flujo de aire de ventilación: 0  
 Rapidez de flujo de aire de infiltración: 25 Tipo de construcción: Pesada

Datos generales del inmueble:

No. de pisos: 1  
 Techo: Tipo: 3 R: 1.81 °Fft<sup>2</sup>/Btu Área (incluyendo voladizos): 861.11 ft<sup>2</sup>  
 Muros: Tipo: 5 R: 2.29 °Fft<sup>2</sup>/Btu Área de planta: 861.11 ft<sup>2</sup> Temperatura del inmueble: 78 °F  
 Norte: Área (excluyendo puertas y ventanas): 155.43 ft<sup>2</sup>  
 Sur: Área (excluyendo puertas y ventanas): 165.52 ft<sup>2</sup>  
 Este: Área (excluyendo puertas y ventanas): 324.64 ft<sup>2</sup>  
 Oeste: Área (excluyendo puertas y ventanas): 379.64 ft<sup>2</sup>  
 Ventanas y puertas: Ventanas: Puertas:  
 Norte: Tipo: 4 Área: 25.19 ft<sup>2</sup> Norte: Tipo: ninguna Área: 0.00 ft<sup>2</sup>  
 Sur: Tipo: 4 Área: 28.95 ft<sup>2</sup> Sur: Tipo: ninguna Área: 0.00 ft<sup>2</sup>  
 Este: Tipo: 4 Área: 12.59 ft<sup>2</sup> Este: Tipo: 2 Área: 44.93 ft<sup>2</sup>  
 Oeste: Tipo: 4 Área: 2.58 ft<sup>2</sup> Oeste: Tipo: ninguna Área: 0.00 ft<sup>2</sup>

|           |                                                   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|---------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Personas: | Tipo de trabajo: <u>Trabajo ligero de oficina</u> |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| De 0      | 1                                                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| a 1       | 2                                                 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 5         | 5                                                 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 5  | 5  | 3  | 3  | 3  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  |

|                       |      |      |      |                       |      |      |      |      |                |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|------|----------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Equipos:              |      |      |      |                       |      |      |      |      |                |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Ventilador:           |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 242  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 1    | 0              | 0    | 0    | 0    | 1     | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Refrigerador:         |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 502  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1                     | 1    | 1    | 1    | 1                     | 1    | 1    | 1    | 1    | 1              | 1    | 1    | 1    | 1     | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Televisión:           |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 386  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 1    | 1              | 0    | 0    | 0    | 1     | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    |
| Radio:                |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 130  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 1    | 0    | 0              | 1    | 1    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Plancha:              |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 853  | Factor de uso: |      |      |      | 0.33  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 1    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| Lavadora:             |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 341  | Factor de uso: |      |      |      | 0.33  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Horno de microondas:  |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 307  | Factor de uso: |      |      |      | 0.10  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 1    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Cafetera:             |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 956  | Factor de uso: |      |      |      | 0.10  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 1    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Estufa:               |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 2660 | Factor de uso: |      |      |      | 1.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Equipo 1: Secadora    |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 683  | Factor de uso: |      |      |      | 0.07  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Equipo 2: Computadora |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 171  | Factor de uso: |      |      |      | 1.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    |
| Equipo 3:             |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 0    | Factor de uso: |      |      |      | 1.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Equipo 4:             |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 0    | Factor de uso: |      |      |      | 1.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Equipo 5:             |      |      |      | Calor sensorial:      |      |      |      | 0    | Factor de uso: |      |      |      | 1.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0                     | 0    | 0    | 0    | 0                     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0              | 0    | 0    | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Iluminación:          |      |      |      | Focos incandescentes: |      |      |      | 0    | Potencia:      |      |      |      | Watts |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00           | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
|                       |      |      |      | Focos flourescentes:  |      |      |      | 8    | Potencia:      |      |      |      | 18    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.00 | 0.75 | 1.00 | 0.50 | 0.50           | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.62  | 0.75 | 0.88 | 0.75 | 0.75 | 0.88 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.88 | 0.75 |

Resultados:

Cap. Requerida (ton): 4.0 Consumo (kWh): may jun jul ago sep oct m-o 1383 1584 1765 1804 1499 980 9016 Facturación (\$): may jun jul ago sep oct m-o 1116.38 1413.94 1683.89 1746.20 1300.30 567.90 7828.61

Tabla A5.6 Resultados de la simulación de consumo energético de habitaciones de 50 m². Casos 1 al 36

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |      |                   |                    |             |      |                   | Rendimiento energético REEE en | Capacidad requerida en Toneladas | Consumo eléctrico |       |       |        |            |         |      | Facturación en 2006 (\$) |        |         |            |         |                         |                       |  |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|------|-------------------|--------------------|-------------|------|-------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------|-------|--------|------------|---------|------|--------------------------|--------|---------|------------|---------|-------------------------|-----------------------|--|
|     |        | Muro                           |             |      |                   | Techo              |             |      |                   |                                |                                  | kWh mensuales     |       |       |        |            |         | Mayo | Junio                    | Julio  | Agosto  | Septiembre | Octubre | Total de mayo a octubre |                       |  |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Tipo | R (°F·pie²·h/Btu) | Material principal | Aislamiento | Tipo | R (°F·pie²·h/Btu) |                                |                                  | Mayo              | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre |      |                          |        |         |            |         |                         | kWh de mayo a octubre |  |
|     |        |                                |             |      |                   |                    |             |      |                   |                                |                                  |                   |       |       |        |            |         |      |                          |        |         |            |         |                         |                       |  |
| 1   | B0C050 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29              | Concreto           | 0"          | 3    | 1.81              | 10                             | 4.0                              | 960               | 1097  | 1221  | 1248   | 1039       | 684     | 6249 | 546.50                   | 632.34 | 884.34  | 926.07     | 602.54  | 383.75                  | 3975.53               |  |
| 2   | B0C053 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29              | Concreto           | 0"          | 3    | 1.81              | 13                             | 4.0                              | 777               | 881   | 978   | 998    | 836        | 565     | 5036 | 434.67                   | 499.95 | 561.17  | 575.68     | 477.04  | 309.53                  | 2858.05               |  |
| 3   | B0C250 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 10                             | 2.5                              | 622               | 747   | 857   | 874    | 680        | 306     | 4087 | 339.98                   | 417.88 | 486.55  | 498.83     | 380.09  | 148.37                  | 2271.71               |  |
| 4   | B0C253 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 13                             | 2.5                              | 517               | 612   | 698   | 711    | 560        | 272     | 3370 | 275.40                   | 334.84 | 388.57  | 398.03     | 305.65  | 130.89                  | 1833.38               |  |
| 5   | B0C350 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 10                             | 2.5                              | 602               | 722   | 827   | 844    | 657        | 299     | 3951 | 327.61                   | 402.16 | 468.09  | 479.88     | 365.94  | 144.29                  | 2187.97               |  |
| 6   | B0C353 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 13                             | 2.5                              | 501               | 592   | 675   | 688    | 543        | 267     | 3265 | 265.88                   | 322.75 | 374.38  | 383.46     | 294.76  | 128.42                  | 1769.63               |  |
| 7   | B1C250 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 10                             | 2.0                              | 486               | 565   | 639   | 649    | 521        | 264     | 3124 | 256.94                   | 306.03 | 352.16  | 359.58     | 281.31  | 126.97                  | 1682.98               |  |
| 8   | B1C253 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 13                             | 2.0                              | 412               | 472   | 530   | 538    | 438        | 239     | 2629 | 211.52                   | 248.80 | 285.20  | 290.91     | 229.66  | 115.09                  | 1381.18               |  |
| 9   | B1C350 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 10                             | 1.5                              | 456               | 528   | 596   | 606    | 488        | 253     | 2928 | 238.36                   | 283.47 | 326.18  | 333.11     | 260.69  | 121.97                  | 1563.79               |  |
| 10  | B1C353 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 13                             | 1.5                              | 389               | 444   | 498   | 505    | 412        | 231     | 2478 | 197.22                   | 231.45 | 265.22  | 270.56     | 213.80  | 111.25                  | 1289.49               |  |
| 11  | B2C250 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 10                             | 1.5                              | 445               | 511   | 574   | 583    | 473        | 250     | 2835 | 231.33                   | 272.62 | 312.51  | 318.69     | 251.49  | 120.46                  | 1507.10               |  |
| 12  | B2C253 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 13                             | 1.5                              | 380               | 430   | 480   | 487    | 401        | 228     | 2407 | 191.82                   | 223.10 | 254.70  | 259.46     | 206.72  | 110.08                  | 1245.88               |  |
| 13  | B2C350 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 10                             | 1.5                              | 425               | 486   | 545   | 552    | 450        | 243     | 2701 | 219.19                   | 257.10 | 294.25  | 299.92     | 237.55  | 117.32                  | 1425.32               |  |
| 14  | B2C353 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 13                             | 1.5                              | 365               | 411   | 458   | 464    | 383        | 223     | 2304 | 182.47                   | 211.16 | 240.65  | 245.02     | 196.00  | 107.67                  | 1182.98               |  |
| 15  | B3C350 | Bloque                         | 3"          | 11   | 12.29             | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 10                             | 1.5                              | 410               | 466   | 521   | 528    | 433        | 239     | 2596 | 210.28                   | 244.87 | 279.45  | 284.54     | 226.82  | 115.15                  | 1361.11               |  |
| 16  | B3C353 | Bloque                         | 3"          | 11   | 12.29             | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 13                             | 1.5                              | 354               | 395   | 439   | 444    | 370        | 220     | 2223 | 175.62                   | 201.75 | 229.27  | 233.19     | 187.74  | 106.00                  | 1133.58               |  |
| 17  | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Concreto           | 0"          | 3    | 1.81              | 10                             | 4.0                              | 954               | 1165  | 1345  | 1373   | 1053       | 416     | 6306 | 542.63                   | 674.36 | 1066.30 | 1111.07    | 611.21  | 216.60                  | 4222.17               |  |
| 18  | L0C053 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Concreto           | 0"          | 3    | 1.81              | 13                             | 4.0                              | 772               | 934   | 1073  | 1095   | 847        | 356     | 5076 | 431.28                   | 532.13 | 619.85  | 635.37     | 483.43  | 179.38                  | 2881.43               |  |
| 19  | L0C250 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 10                             | 2.5                              | 656               | 794   | 912   | 932    | 720        | 317     | 4331 | 360.70                   | 446.20 | 520.76  | 534.37     | 404.99  | 154.91                  | 2421.93               |  |
| 20  | L0C253 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 13                             | 2.5                              | 543               | 648   | 740   | 755    | 591        | 280     | 3557 | 291.33                   | 356.62 | 414.90  | 425.37     | 324.80  | 134.78                  | 1947.80               |  |
| 21  | L0C350 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 10                             | 2.5                              | 636               | 768   | 883   | 901    | 698        | 310     | 4197 | 348.55                   | 430.74 | 502.60  | 515.72     | 391.08  | 150.83                  | 2339.52               |  |
| 22  | L0C353 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 13                             | 2.5                              | 527               | 628   | 718   | 732    | 574        | 275     | 3454 | 281.98                   | 344.73 | 400.93  | 411.02     | 314.10  | 132.35                  | 1885.12               |  |
| 23  | L1C250 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 10                             | 2.0                              | 492               | 572   | 647   | 658    | 527        | 265     | 3162 | 260.17                   | 310.43 | 357.48  | 365.10     | 285.18  | 127.76                  | 1706.11               |  |
| 24  | L1C253 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 13                             | 2.0                              | 416               | 478   | 537   | 545    | 443        | 240     | 2658 | 214.00                   | 252.19 | 289.29  | 295.16     | 232.64  | 115.70                  | 1398.97               |  |
| 25  | L1C350 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 10                             | 1.5                              | 461               | 535   | 605   | 615    | 494        | 255     | 2964 | 241.42                   | 287.69 | 331.29  | 338.42     | 264.39  | 122.71                  | 1585.91               |  |
| 26  | L1C353 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 13                             | 1.5                              | 393               | 449   | 504   | 512    | 417        | 232     | 2506 | 199.58                   | 234.69 | 269.14  | 274.64     | 216.64  | 111.82                  | 1306.51               |  |
| 27  | L2C250 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 10                             | 1.5                              | 447               | 513   | 578   | 586    | 475        | 251     | 2849 | 232.52                   | 274.25 | 314.49  | 320.75     | 252.93  | 120.74                  | 1515.69               |  |
| 28  | L2C253 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64              | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48              | 13                             | 1.5                              | 381               | 432   | 483   | 490    | 403        | 229     | 2418 | 192.73                   | 224.36 | 256.23  | 261.05     | 207.83  | 110.30                  | 1252.49               |  |
| 29  | L2C350 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 10                             | 1.5                              | 427               | 488   | 548   | 556    | 453        | 244     | 2716 | 220.40                   | 258.76 | 296.26  | 302.01     | 239.01  | 117.61                  | 1434.05               |  |
| 30  | L2C353 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64              | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 13                             | 1.5                              | 366               | 413   | 460   | 466    | 385        | 224     | 2315 | 183.40                   | 212.44 | 242.20  | 246.63     | 197.12  | 107.89                  | 1189.69               |  |
| 31  | L3C350 | Ladrillo                       | 3"          | 11   | 11.97             | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 10                             | 1.5                              | 411               | 467   | 522   | 529    | 434        | 239     | 2604 | 210.92                   | 245.75 | 280.52  | 285.65     | 227.59  | 115.31                  | 1365.75               |  |
| 32  | L3C353 | Ladrillo                       | 3"          | 11   | 11.97             | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81             | 13                             | 1.5                              | 354               | 396   | 440   | 446    | 371        | 220     | 2229 | 176.12                   | 202.43 | 230.09  | 234.05     | 188.34  | 106.12                  | 1137.15               |  |
| 33  | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Madera             | 0"          | 20   | 3.87              | 10                             | 3.0                              | 836               | 1034  | 1200  | 1229   | 931        | 373     | 5604 | 470.71                   | 594.03 | 854.02  | 898.44     | 535.65  | 190.14                  | 3542.98               |  |
| 34  | L0M053 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Madera             | 0"          | 20   | 3.87              | 13                             | 3.0                              | 681               | 833   | 962   | 984    | 753        | 323     | 4537 | 375.95                   | 470.34 | 551.40  | 566.77     | 425.30  | 159.03                  | 2548.79               |  |
| 35  | L0M250 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Madera             | 2"          | 28   | 10.54             | 10                             | 2.5                              | 714               | 879   | 1018  | 1042   | 793        | 333     | 4779 | 396.02                   | 498.60 | 585.93  | 602.78     | 449.93  | 165.18                  | 2698.44               |  |
| 36  | L0M253 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97              | Madera             | 2"          | 28   | 10.54             | 13                             | 2.5                              | 587               | 713   | 822   | 840    | 647        | 292     | 3902 | 318.50                   | 396.93 | 465.02  | 477.99     | 359.37  | 140.89                  | 2158.71               |  |

Tabla A5.7 Resultados de la simulación de consumo energético de habitaciones de 50 m². Casos 37 al 72

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |      |                 |                       |             |      |                 | Rendimiento energético<br>REEE en Btu/hw | Capacidad requerida<br>en Toneladas | Consumo eléctrico |       |       |        |            |         |                          | Facturación en 2006 (\$) |        |        |        |            |         |                            |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|------|-----------------|-----------------------|-------------|------|-----------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------|-------|--------|------------|---------|--------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|------------|---------|----------------------------|
|     |        | Muro                           |             |      |                 | Techo                 |             |      |                 |                                          |                                     | kWh mensuales     |       |       |        |            |         | kWh de mayo a<br>octubre | Mayo                     | Junio  | Julio  | Agosto | Septiembre | Octubre | Total de mayo a<br>octubre |
|     |        | Material<br>principal          | Aislamiento | Tipo | R (°Fpie²h/Btu) | Material<br>principal | Aislamiento | Tipo | R (°Fpie²h/Btu) |                                          |                                     | Mayo              | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre |                          |                          |        |        |        |            |         |                            |
|     |        |                                |             |      |                 |                       |             |      |                 |                                          |                                     |                   |       |       |        |            |         |                          |                          |        |        |        |            |         |                            |
| 37  | L0M350 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                       | 2.5                                 | 699               | 860   | 996   | 1019   | 776        | 328     | 4677                     | 386.89                   | 486.82 | 572.00 | 588.44 | 439.37     | 162.15  | 2635.68                    |
| 38  | L0M353 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                       | 2.5                                 | 576               | 699   | 804   | 823    | 634        | 289     | 3824                     | 311.48                   | 387.87 | 454.31 | 466.96 | 351.25     | 139.09  | 2110.96                    |
| 39  | L1M250 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                       | 1.5                                 | 517               | 611   | 696   | 709    | 560        | 272     | 3364                     | 275.59                   | 334.09 | 387.21 | 396.44 | 305.27     | 131.10  | 1829.70                    |
| 40  | L1M253 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                       | 1.5                                 | 436               | 507   | 574   | 584    | 467        | 245     | 2813                     | 225.86                   | 270.38 | 312.16 | 319.27 | 248.09     | 118.27  | 1494.04                    |
| 41  | L1M350 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                       | 1.5                                 | 503               | 592   | 673   | 686    | 543        | 267     | 3264                     | 266.74                   | 322.57 | 373.55 | 382.36 | 294.98     | 128.85  | 1769.05                    |
| 42  | L1M353 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                       | 1.5                                 | 425               | 493   | 557   | 566    | 455        | 242     | 2737                     | 219.05                   | 261.52 | 301.66 | 308.44 | 240.18     | 116.54  | 1447.38                    |
| 43  | L2M250 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                       | 1.5                                 | 480               | 558   | 631   | 642    | 514        | 261     | 3086                     | 252.70                   | 301.76 | 347.69 | 355.21 | 277.14     | 125.68  | 1660.19                    |
| 44  | L2M253 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                       | 1.5                                 | 407               | 467   | 524   | 532    | 433        | 237     | 2600                     | 208.26                   | 245.52 | 281.77 | 287.56 | 226.45     | 114.10  | 1363.65                    |
| 45  | L2M350 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                       | 1.5                                 | 465               | 539   | 609   | 618    | 497        | 256     | 2983                     | 243.53                   | 289.86 | 333.59 | 340.68 | 266.50     | 123.34  | 1597.49                    |
| 46  | L2M353 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                       | 1.5                                 | 395               | 452   | 507   | 514    | 419        | 233     | 2521                     | 201.20                   | 236.36 | 270.91 | 276.38 | 218.26     | 112.30  | 1315.42                    |
| 47  | L3M350 | Ladrillo                       | 3"          | 11   | 11.97           | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                       | 1.5                                 | 447               | 515   | 579   | 588    | 476        | 251     | 2857                     | 233.05                   | 275.10 | 315.56 | 321.88 | 253.64     | 120.85  | 1520.08                    |
| 48  | L3M353 | Ladrillo                       | 3"          | 11   | 11.97           | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                       | 1.5                                 | 382               | 433   | 484   | 491    | 403        | 229     | 2423                     | 193.14                   | 225.01 | 257.05 | 261.92 | 208.37     | 110.39  | 1255.87                    |
| 49  | B0M050 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera                | 0"          | 20   | 3.87            | 10                                       | 3.0                                 | 799               | 983   | 1137  | 1164   | 886        | 362     | 5331                     | 448.01                   | 562.20 | 659.42 | 677.75 | 507.89     | 183.14  | 3038.42                    |
| 50  | B0M053 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera                | 0"          | 20   | 3.87            | 13                                       | 3.0                                 | 653               | 793   | 914   | 934    | 719        | 315     | 4326                     | 358.49                   | 445.86 | 521.55 | 535.67 | 403.95     | 153.65  | 2419.17                    |
| 51  | B0M250 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                       | 2.5                                 | 677               | 827   | 955   | 977    | 748        | 322     | 4504                     | 373.16                   | 466.61 | 546.94 | 562.16 | 422.01     | 158.13  | 2529.01                    |
| 52  | B0M253 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                       | 2.5                                 | 558               | 673   | 773   | 790    | 612        | 284     | 3691                     | 300.92                   | 372.32 | 435.03 | 446.75 | 337.89     | 136.69  | 2029.60                    |
| 53  | B0M350 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                       | 2.5                                 | 661               | 807   | 932   | 953    | 730        | 317     | 4401                     | 363.84                   | 454.59 | 532.75 | 547.55 | 411.24     | 155.03  | 2465.00                    |
| 54  | B0M353 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                       | 2.5                                 | 547               | 658   | 755   | 772    | 599        | 280     | 3611                     | 293.75                   | 363.08 | 424.11 | 435.51 | 329.61     | 134.85  | 1980.90                    |
| 55  | B1M250 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                       | 1.5                                 | 512               | 603   | 686   | 699    | 553        | 270     | 3323                     | 272.27                   | 329.39 | 381.46 | 390.44 | 301.18     | 130.32  | 1805.05                    |
| 56  | B1M253 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                       | 1.5                                 | 431               | 501   | 567   | 576    | 462        | 244     | 2782                     | 223.31                   | 266.77 | 307.74 | 314.66 | 244.94     | 117.67  | 1475.08                    |
| 57  | B1M350 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                       | 1.5                                 | 497               | 584   | 664   | 676    | 536        | 266     | 3223                     | 263.37                   | 317.81 | 367.74 | 376.29 | 290.84     | 128.05  | 1744.10                    |
| 58  | B1M353 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                       | 1.5                                 | 420               | 487   | 549   | 559    | 450        | 241     | 2705                     | 216.46                   | 257.86 | 297.19 | 303.77 | 236.99     | 115.92  | 1428.20                    |
| 59  | B2M250 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                       | 1.5                                 | 477               | 555   | 628   | 638    | 512        | 260     | 3070                     | 251.38                   | 299.90 | 345.42 | 352.84 | 275.51     | 125.37  | 1650.43                    |
| 60  | B2M253 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Madera                | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                       | 1.5                                 | 405               | 464   | 522   | 529    | 431        | 236     | 2587                     | 207.24                   | 244.09 | 280.02 | 285.73 | 225.20     | 113.86  | 1356.14                    |
| 61  | B2M350 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                       | 1.5                                 | 462               | 536   | 605   | 614    | 494        | 255     | 2967                     | 242.20                   | 287.97 | 331.29 | 338.28 | 264.85     | 123.03  | 1587.61                    |
| 62  | B2M353 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                       | 1.5                                 | 394               | 449   | 504   | 511    | 417        | 233     | 2508                     | 200.17                   | 234.91 | 269.14 | 274.53 | 217.00     | 112.06  | 1307.82                    |
| 63  | B3M350 | Bloque                         | 3"          | 11   | 12.29           | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                       | 1.5                                 | 446               | 513   | 577   | 586    | 475        | 250     | 2848                     | 232.33                   | 274.09 | 314.34 | 320.61 | 252.76     | 120.68  | 1514.81                    |
| 64  | B3M353 | Bloque                         | 3"          | 11   | 12.29           | Madera                | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                       | 1.5                                 | 381               | 432   | 483   | 489    | 402        | 229     | 2416                     | 192.59                   | 224.23 | 256.11 | 260.94 | 207.70     | 110.26  | 1251.82                    |
| 65  | I3I450 | Insulpanel                     | 3"          | 1    | 11.68           | Insulpanel            | 4"          | 4    | 15.48           | 10                                       | 1.5                                 | 462               | 534   | 603   | 612    | 494        | 256     | 2960                     | 242.09                   | 287.14 | 329.97 | 336.79 | 264.31     | 123.11  | 1583.42                    |
| 66  | I3I453 | Insulpanel                     | 3"          | 1    | 11.68           | Insulpanel            | 4"          | 4    | 15.48           | 13                                       | 1.5                                 | 394               | 448   | 502   | 509    | 417        | 233     | 2503                     | 200.09                   | 234.27 | 268.13 | 273.39 | 216.58     | 112.12  | 1304.59                    |
| 67  | P3P350 | Performwall                    | 3"          | 1    | 7.10            | Performwall           | 3"          | 2    | 7.48            | 10                                       | 1.5                                 | 531               | 632   | 720   | 733    | 577        | 276     | 3469                     | 284.17                   | 347.00 | 402.27 | 411.56 | 316.06     | 132.98  | 1894.04                    |
| 68  | P3P353 | Performwall                    | 3"          | 1    | 7.10            | Performwall           | 3"          | 2    | 7.48            | 13                                       | 1.5                                 | 452               | 528   | 597   | 608    | 486        | 251     | 2922                     | 236.05                   | 282.95 | 326.74 | 334.16 | 259.51     | 120.98  | 1560.39                    |
| 69  | A2A350 | Aislapanel                     | 2"          | 1    | 3.18            | Aislapanel            | 3"          | 1    | 4.48            | 10                                       | 2.5                                 | 727               | 888   | 1025  | 1048   | 803        | 339     | 4829                     | 403.79                   | 504.02 | 590.14 | 606.21 | 456.12     | 168.72  | 2729.00                    |
| 70  | A2A353 | Aislapanel                     | 2"          | 1    | 3.18            | Aislapanel            | 3"          | 1    | 4.48            | 13                                       | 2.5                                 | 597               | 720   | 827   | 845    | 654        | 297     | 3940                     | 324.48                   | 401.10 | 468.26 | 480.64 | 364.13     | 143.00  | 2181.60                    |
| 71  | A3A450 | Aislapanel                     | 3"          | 1    | 4.18            | Aislapanel            | 4"          | 2    | 5.48            | 10                                       | 2.0                                 | 642               | 775   | 891   | 909    | 704        | 312     | 4232                     | 351.81                   | 434.80 | 507.33 | 520.55 | 394.76     | 151.94  | 2361.21                    |
| 72  | A3A453 | Aislapanel                     | 3"          | 1    | 4.18            | Aislapanel            | 4"          | 2    | 5.48            | 13                                       | 2.0                                 | 532               | 633   | 724   | 738    | 578        | 276     | 3481                     | 284.49                   | 347.86 | 404.56 | 414.74 | 316.93     | 133.01  | 1901.60                    |

Tabla A5.8 Resultados de la simulación de consumo energético de habitaciones de 80 m². Casos 73 al 108

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |      |                 |                    |             |      |                 | Rendimiento energético REEE en Btu/hW | Capacidad requerida en Toneladas | Consumo eléctrico |       |       |        |            |         |                       | Facturación en 2006 (\$) |         |         |         |            |         |                         |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|------|-----------------|--------------------|-------------|------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------------------|--------------------------|---------|---------|---------|------------|---------|-------------------------|
|     |        | Muro                           |             |      |                 | Techo              |             |      |                 |                                       |                                  | kWh mensuales     |       |       |        |            |         | kWh de mayo a octubre | Mayo                     | Junio   | Julio   | Agosto  | Septiembre | Octubre | Total de mayo a octubre |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Tipo | R (°Fpie²h/Btu) | Material principal | Aislamiento | Tipo | R (°Fpie²h/Btu) |                                       |                                  | Mayo              | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre |                       |                          |         |         |         |            |         |                         |
|     |        |                                |             |      |                 |                    |             |      |                 |                                       |                                  |                   |       |       |        |            |         |                       |                          |         |         |         |            |         |                         |
| 73  | B0C080 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Concreto           | 0"          | 3    | 1.81            | 10                                    | 5.0                              | 1383              | 1584  | 1765  | 1804   | 1499       | 980     | 9016                  | 1116.38                  | 1413.94 | 1683.89 | 1746.20 | 1300.30    | 567.90  | 7828.61                 |
| 74  | B0C083 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Concreto           | 0"          | 3    | 1.81            | 13                                    | 5.0                              | 1111              | 1264  | 1405  | 1435   | 1198       | 801     | 7213                  | 638.77                   | 944.64  | 1154.02 | 1201.48 | 701.63     | 456.23  | 5096.77                 |
| 75  | B0C280 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 10                                    | 3.0                              | 868               | 998   | 1113  | 1139   | 943        | 608     | 5668                  | 490.01                   | 571.47  | 644.65  | 662.30  | 543.11     | 336.26  | 3247.81                 |
| 76  | B0C283 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 13                                    | 3.0                              | 714               | 813   | 903   | 923    | 771        | 514     | 4638                  | 396.18                   | 457.94  | 515.19  | 528.79  | 436.20     | 278.04  | 2612.33                 |
| 77  | B0C380 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 10                                    | 2.5                              | 821               | 946   | 1056  | 1080   | 893        | 573     | 5369                  | 461.55                   | 539.51  | 609.26  | 626.09  | 512.32     | 314.46  | 3063.20                 |
| 78  | B0C383 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 13                                    | 2.5                              | 678               | 773   | 859   | 878    | 732        | 487     | 4408                  | 374.28                   | 433.36  | 487.96  | 500.94  | 412.51     | 261.28  | 2470.33                 |
| 79  | B1C280 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 10                                    | 2.5                              | 791               | 862   | 941   | 956    | 828        | 632     | 5011                  | 443.04                   | 488.11  | 538.45  | 549.68  | 472.06     | 351.30  | 2842.64                 |
| 80  | B1C283 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 13                                    | 2.5                              | 655               | 708   | 771   | 782    | 683        | 533     | 4132                  | 360.05                   | 393.82  | 433.49  | 442.16  | 381.54     | 289.61  | 2300.67                 |
| 81  | B1C380 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 10                                    | 2.5                              | 756               | 822   | 896   | 910    | 790        | 609     | 4783                  | 421.93                   | 463.33  | 510.50  | 520.95  | 448.51     | 336.94  | 2702.17                 |
| 82  | B1C383 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 13                                    | 2.5                              | 629               | 677   | 736   | 747    | 653        | 515     | 3957                  | 343.81                   | 374.76  | 412.00  | 420.06  | 363.43     | 278.57  | 2192.61                 |
| 83  | B2C280 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 10                                    | 2.0                              | 727               | 786   | 855   | 868    | 757        | 592     | 4585                  | 404.09                   | 441.39  | 485.33  | 494.95  | 427.95     | 326.46  | 2580.16                 |
| 84  | B2C283 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 13                                    | 2.0                              | 606               | 650   | 704   | 714    | 628        | 502     | 3805                  | 330.08                   | 357.88  | 392.63  | 400.06  | 347.61     | 270.50  | 2098.76                 |
| 85  | B2C380 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 10                                    | 2.0                              | 694               | 747   | 811   | 823    | 721        | 571     | 4365                  | 383.81                   | 417.37  | 458.16  | 467.00  | 405.19     | 313.02  | 2444.55                 |
| 86  | B2C383 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 13                                    | 2.0                              | 581               | 620   | 670   | 680    | 600        | 486     | 3636                  | 314.49                   | 339.41  | 371.73  | 378.56  | 330.10     | 260.16  | 1994.45                 |
| 87  | B3C380 | Bloque                         | 3"          | 11   | 12.29           | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 10                                    | 2.0                              | 673               | 720   | 779   | 790    | 696        | 561     | 4219                  | 371.08                   | 400.73  | 438.67  | 446.74  | 389.86     | 307.18  | 2354.26                 |
| 88  | B3C383 | Bloque                         | 3"          | 11   | 12.29           | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 13                                    | 2.0                              | 565               | 599   | 646   | 654    | 581        | 478     | 3523                  | 304.70                   | 326.60  | 356.74  | 362.98  | 318.31     | 255.67  | 1924.99                 |
| 89  | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Concreto           | 0"          | 3    | 1.81            | 10                                    | 6.0                              | 1594              | 1801  | 1997  | 2038   | 1712       | 1169    | 10310                 | 1424.32                  | 1732.25 | 2023.95 | 2090.38 | 1614.70    | 685.61  | 9571.21                 |
| 90  | L0C083 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Concreto           | 0"          | 3    | 1.81            | 13                                    | 6.0                              | 1273              | 1431  | 1583  | 1614   | 1362       | 946     | 8209                  | 955.31                   | 1189.49 | 1415.61 | 1466.23 | 1097.61    | 546.78  | 6671.03                 |
| 91  | L0C280 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 10                                    | 4.0                              | 1072              | 1208  | 1337  | 1364   | 1149       | 793     | 6923                  | 615.20                   | 862.60  | 1054.64 | 1097.42 | 670.91     | 451.37  | 4752.15                 |
| 92  | L0C283 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 13                                    | 4.0                              | 872               | 974   | 1075  | 1096   | 929        | 657     | 5603                  | 492.48                   | 557.17  | 621.08  | 635.98  | 534.50     | 366.59  | 3207.80                 |
| 93  | L0C380 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 10                                    | 4.0                              | 1037              | 1167  | 1291  | 1317   | 1110       | 768     | 6689                  | 593.42                   | 675.13  | 986.74  | 1027.71 | 646.76     | 436.16  | 4365.92                 |
| 94  | L0C383 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 13                                    | 4.0                              | 844               | 943   | 1040  | 1060   | 899        | 638     | 5423                  | 475.73                   | 537.68  | 599.18  | 613.49  | 515.93     | 354.89  | 3096.89                 |
| 95  | L1C280 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 10                                    | 2.5                              | 798               | 872   | 952   | 968    | 837        | 636     | 5063                  | 447.62                   | 494.06  | 545.40  | 556.90  | 477.55     | 353.45  | 2874.98                 |
| 96  | L1C283 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 13                                    | 2.5                              | 661               | 716   | 779   | 791    | 689        | 536     | 4172                  | 363.57                   | 398.40  | 438.84  | 447.71  | 385.76     | 291.26  | 2325.55                 |
| 97  | L1C380 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 10                                    | 2.5                              | 764               | 831   | 907   | 922    | 799        | 613     | 4836                  | 426.59                   | 469.37  | 517.55  | 528.27  | 454.08     | 339.17  | 2735.03                 |
| 98  | L1C383 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 13                                    | 2.5                              | 634               | 685   | 745   | 756    | 660        | 518     | 3998                  | 347.39                   | 379.40  | 417.42  | 425.69  | 367.71     | 280.28  | 2217.89                 |
| 99  | L2C280 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 10                                    | 2.0                              | 730               | 789   | 859   | 872    | 761        | 593     | 4605                  | 405.78                   | 443.61  | 487.94  | 497.66  | 429.99     | 327.21  | 2592.19                 |
| 100 | L2C283 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Concreto           | 2"          | 7    | 8.48            | 13                                    | 2.0                              | 608               | 653   | 708   | 718    | 630        | 503     | 3820                  | 331.38                   | 359.59  | 394.64  | 402.14  | 349.18     | 271.08  | 2108.01                 |
| 101 | L2C380 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 10                                    | 2.0                              | 697               | 750   | 815   | 827    | 724        | 572     | 4385                  | 385.54                   | 419.64  | 460.81  | 469.75  | 407.27     | 313.81  | 2456.81                 |
| 102 | L2C383 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 13                                    | 2.0                              | 583               | 622   | 674   | 683    | 602        | 487     | 3651                  | 315.82                   | 341.14  | 373.77  | 380.67  | 331.70     | 260.77  | 2003.88                 |
| 103 | L3C380 | Ladrillo                       | 3"          | 11   | 11.97           | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 10                                    | 2.0                              | 675               | 721   | 781   | 792    | 698        | 562     | 4229                  | 372.00                   | 401.94  | 440.07  | 448.21  | 390.97     | 307.60  | 2360.79                 |
| 104 | L3C383 | Ladrillo                       | 3"          | 11   | 11.97           | Concreto           | 3"          | 7    | 11.81           | 13                                    | 2.0                              | 566               | 600   | 648   | 656    | 582        | 479     | 3531                  | 305.40                   | 327.53  | 357.82  | 364.10  | 319.16     | 256.00  | 1930.02                 |
| 105 | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Madera             | 0"          | 20   | 3.87            | 10                                    | 5.0                              | 1241              | 1536  | 1782  | 1823   | 1381       | 524     | 8285                  | 907.99                   | 1342.96 | 1708.56 | 1773.53 | 1125.47    | 283.73  | 7142.24                 |
| 106 | L0M083 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Madera             | 0"          | 20   | 3.87            | 13                                    | 5.0                              | 1000              | 1226  | 1417  | 1449   | 1107       | 445     | 6644                  | 570.93                   | 889.47  | 1173.00 | 1222.50 | 644.71     | 234.95  | 4735.55                 |
| 107 | L0M280 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                    | 4.0                              | 1045              | 1287  | 1491  | 1525   | 1160       | 459     | 6967                  | 598.42                   | 979.05  | 1281.12 | 1334.69 | 677.71     | 243.62  | 5114.62                 |
| 108 | L0M283 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                    | 4.0                              | 849               | 1035  | 1194  | 1220   | 937        | 396     | 5630                  | 478.85                   | 594.45  | 694.10  | 884.93  | 539.25     | 204.10  | 3395.68                 |

Tabla A5.9 Resultados de la simulación de consumo energético de habitaciones de 80 m². Casos 109 al 144

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |      |                 |                    |             |      |                 | Rendimiento energético REEE en Btu/hW | Capacidad requerida en Toneladas | Consumo eléctrico |       |       |        |            |                       | Facturación en 2006 (\$) |        |         |         |            |         |                         |         |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|------|-----------------|--------------------|-------------|------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------|-------|--------|------------|-----------------------|--------------------------|--------|---------|---------|------------|---------|-------------------------|---------|
|     |        | Muro                           |             |      |                 | Techo              |             |      |                 |                                       |                                  | kWh mensuales     |       |       |        |            | kWh de mayo a octubre | Mayo                     | Junio  | Julio   | Agosto  | Septiembre | Octubre | Total de mayo a octubre |         |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Tipo | R (°Fpie²h/Btu) | Material principal | Aislamiento | Tipo | R (°Fpie²h/Btu) |                                       |                                  | Mayo              | Junio | Julio | Agosto | Septiembre |                       |                          |        |         |         |            |         |                         | Octubre |
|     |        |                                |             |      |                 |                    |             |      |                 |                                       |                                  |                   |       |       |        |            |                       |                          |        |         |         |            |         |                         |         |
| 109 | L0M380 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                    | 4.0                              | 1021              | 1257  | 1455  | 1488   | 1133       | 451                   | 6807                     | 584.05 | 934.75  | 1228.80 | 1280.86    | 661.10  | 238.86                  | 4928.42 |
| 110 | L0M383 | Ladrillo                       | 0"          | 3    | 1.97            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                    | 4.0                              | 831               | 1012  | 1166  | 1192   | 916        | 390                   | 5507                     | 467.79 | 580.18  | 677.23  | 695.16     | 526.47  | 200.43                  | 3147.26 |
| 111 | L1M280 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                    | 2.5                              | 770               | 917   | 1047  | 1067   | 837        | 373                   | 5011                     | 430.22 | 522.02  | 603.91  | 617.80     | 477.21  | 190.01                  | 2841.18 |
| 112 | L1M283 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                    | 2.5                              | 638               | 750   | 852   | 867    | 688        | 329                   | 4125                     | 349.47 | 419.66  | 483.85  | 494.56     | 385.02  | 162.86                  | 2295.41 |
| 113 | L1M380 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                    | 2.5                              | 747               | 888   | 1012  | 1031   | 811        | 366                   | 4854                     | 416.25 | 503.86  | 582.39  | 595.61     | 460.99  | 185.41                  | 2744.51 |
| 114 | L1M383 | Ladrillo                       | 1"          | 10   | 5.30            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                    | 2.5                              | 620               | 728   | 826   | 840    | 668        | 324                   | 4005                     | 338.72 | 405.69  | 467.29  | 477.49     | 372.54  | 159.32                  | 2221.04 |
| 115 | L2M280 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                    | 2.0                              | 701               | 826   | 939   | 955    | 757        | 351                   | 4530                     | 388.34 | 466.26  | 537.22  | 548.80     | 427.78  | 176.49                  | 2544.90 |
| 116 | L2M283 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                    | 2.0                              | 585               | 681   | 769   | 781    | 627        | 313                   | 3756                     | 317.25 | 376.77  | 432.54  | 441.48     | 346.99  | 152.45                  | 2067.50 |
| 117 | L2M380 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                    | 2.0                              | 679               | 798   | 905   | 920    | 732        | 344                   | 4378                     | 374.86 | 448.63  | 516.26  | 527.18     | 412.06  | 172.07                  | 2451.06 |
| 118 | L2M383 | Ladrillo                       | 2"          | 11   | 8.64            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                    | 2.0                              | 568               | 658   | 743   | 755    | 607        | 307                   | 3639                     | 306.88 | 363.20  | 416.43  | 424.85     | 334.90  | 149.06                  | 1995.32 |
| 119 | L3M380 | Ladrillo                       | 3"          | 11   | 11.97           | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                    | 2.0                              | 657               | 766   | 867   | 880    | 704        | 337                   | 4211                     | 361.02 | 429.23  | 492.61  | 502.54     | 395.14  | 167.81                  | 2348.34 |
| 120 | L3M383 | Ladrillo                       | 3"          | 11   | 11.97           | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                    | 2.0                              | 551               | 634   | 713   | 724    | 586        | 302                   | 3510                     | 296.23 | 348.28  | 398.23  | 405.90     | 321.88  | 145.77                  | 1916.30 |
| 121 | B0M080 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera             | 0"          | 20   | 3.87            | 10                                    | 4.0                              | 1158              | 1429  | 1656  | 1693   | 1287       | 497                   | 7719                     | 667.74 | 1186.50 | 1523.20 | 1582.59    | 985.97  | 267.14                  | 6213.14 |
| 122 | B0M083 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera             | 0"          | 20   | 3.87            | 13                                    | 4.0                              | 936               | 1144  | 1320  | 1349   | 1034       | 425                   | 6209                     | 532.17 | 661.31  | 1030.42 | 1075.62    | 599.68  | 222.18                  | 4121.38 |
| 123 | B0M280 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                    | 3.0                              | 961               | 1179  | 1363  | 1394   | 1064       | 432                   | 6394                     | 547.36 | 682.83  | 1093.29 | 1141.20    | 618.40  | 226.81                  | 4309.90 |
| 124 | B0M283 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                    | 3.0                              | 785               | 952   | 1095  | 1119   | 863        | 375                   | 5189                     | 439.57 | 543.36  | 633.54  | 650.10     | 493.62  | 191.16                  | 2951.36 |
| 125 | B0M380 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                    | 3.0                              | 939               | 1151  | 1330  | 1359   | 1039       | 425                   | 6242                     | 533.87 | 665.29  | 1043.70 | 1090.12    | 602.73  | 222.37                  | 4158.08 |
| 126 | B0M383 | Bloque                         | 0"          | 5    | 2.29            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                    | 3.0                              | 768               | 930   | 1069  | 1092   | 844        | 369                   | 5073                     | 429.20 | 529.87  | 617.55  | 633.62     | 481.57  | 187.74                  | 2879.55 |
| 127 | B1M280 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                    | 2.5                              | 762               | 906   | 1034  | 1053   | 828        | 371                   | 4955                     | 425.54 | 515.49  | 595.96  | 609.51     | 471.50  | 188.56                  | 2806.56 |
| 128 | B1M283 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                    | 2.5                              | 632               | 742   | 842   | 857    | 681        | 328                   | 4082                     | 345.86 | 414.64  | 477.73  | 488.18     | 380.62  | 161.74                  | 2268.78 |
| 129 | B1M380 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                    | 2.0                              | 722               | 857   | 978   | 996    | 783        | 357                   | 4693                     | 401.03 | 485.35  | 561.07  | 573.89     | 444.08  | 180.12                  | 2645.54 |
| 130 | B1M383 | Bloque                         | 1"          | 11   | 5.62            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                    | 2.0                              | 601               | 704   | 799   | 813    | 647        | 317                   | 3881                     | 327.01 | 391.46  | 450.89  | 460.78     | 359.53  | 155.25                  | 2144.92 |
| 131 | B2M280 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 10                                    | 2.0                              | 698               | 822   | 934   | 950    | 754        | 350                   | 4509                     | 386.60 | 463.82  | 534.24  | 545.70     | 425.65  | 175.96                  | 2531.97 |
| 132 | B2M283 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Madera             | 2"          | 28   | 10.54           | 13                                    | 2.0                              | 583               | 677   | 765   | 778    | 624        | 312                   | 3740                     | 315.91 | 374.89  | 430.25  | 439.09     | 345.36  | 152.04                  | 2057.55 |
| 133 | B2M380 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                    | 2.0                              | 676               | 794   | 900   | 915    | 728        | 343                   | 4357                     | 373.09 | 446.15  | 513.24  | 524.04     | 409.90  | 171.53                  | 2437.95 |
| 134 | B2M383 | Bloque                         | 2"          | 11   | 8.96            | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                    | 2.0                              | 566               | 655   | 739   | 751    | 605        | 307                   | 3622                     | 305.52 | 361.30  | 414.10  | 422.43     | 333.24  | 148.64                  | 1985.23 |
| 135 | B3M380 | Bloque                         | 3"          | 11   | 12.29           | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 10                                    | 2.0                              | 655               | 764   | 864   | 877    | 703        | 337                   | 4200                     | 360.08 | 427.91  | 491.00  | 500.86     | 393.99  | 167.52                  | 2341.35 |
| 136 | B3M383 | Bloque                         | 3"          | 11   | 12.29           | Madera             | 3"          | 28   | 13.87           | 13                                    | 2.0                              | 550               | 632   | 711   | 722    | 585        | 302                   | 3502                     | 295.51 | 347.27  | 396.99  | 404.61     | 321.00  | 145.55                  | 1910.92 |
| 137 | I3I480 | Insulpanel                     | 3"          | 1    | 11.68           | Insulpanel         | 4"          | 4    | 15.48           | 10                                    | 2.0                              | 679               | 795   | 901   | 916    | 730        | 344                   | 4365                     | 374.45 | 447.12  | 514.02  | 524.69     | 410.99  | 172.14                  | 2443.41 |
| 138 | I3I483 | Insulpanel                     | 3"          | 1    | 11.68           | Insulpanel         | 4"          | 4    | 15.48           | 13                                    | 2.0                              | 568               | 657   | 740   | 751    | 606        | 307                   | 3629                     | 306.56 | 362.05  | 414.70  | 422.93     | 334.08  | 149.11                  | 1989.43 |
| 139 | P3P380 | Performwall                    | 3"          | 1    | 7.10            | Performwall        | 3"          | 2    | 7.48            | 10                                    | 2.5                              | 808               | 965   | 1103  | 1124   | 879        | 386                   | 5265                     | 453.50 | 551.42  | 638.34  | 653.11     | 503.72  | 197.86                  | 2997.96 |
| 140 | P3P383 | Performwall                    | 3"          | 1    | 7.10            | Performwall        | 3"          | 2    | 7.48            | 13                                    | 2.5                              | 667               | 787   | 895   | 911    | 721        | 339                   | 4321                     | 367.37 | 442.27  | 510.33  | 521.72     | 405.41  | 168.90                  | 2416.01 |
| 141 | A2A380 | Aislapanel                     | 2"          | 1    | 3.18            | Aislapanel         | 3"          | 1    | 4.48            | 10                                    | 4.0                              | 1080              | 1325  | 1531  | 1565   | 1196       | 472                   | 7170                     | 620.20 | 1034.17 | 1340.53 | 1393.50    | 699.85  | 251.90                  | 5340.14 |
| 142 | A2A383 | Aislapanel                     | 2"          | 1    | 3.18            | Aislapanel         | 3"          | 1    | 4.48            | 13                                    | 4.0                              | 877               | 1064  | 1225  | 1251   | 964        | 406                   | 5786                     | 495.60 | 612.22  | 889.90  | 930.16     | 556.28  | 210.46                  | 3694.62 |
| 143 | A3A480 | Aislapanel                     | 3"          | 1    | 4.18            | Aislapanel         | 4"          | 2    | 5.48            | 10                                    | 3.0                              | 948               | 1152  | 1327  | 1355   | 1043       | 430                   | 6256                     | 539.34 | 666.44  | 1040.21 | 1083.78    | 605.47  | 225.42                  | 4160.66 |
| 144 | A3A483 | Aislapanel                     | 3"          | 1    | 4.18            | Aislapanel         | 4"          | 2    | 5.48            | 13                                    | 3.0                              | 775               | 931   | 1068  | 1089   | 847        | 373                   | 5083                     | 433.40 | 530.75  | 616.42  | 631.58     | 483.68  | 190.09                  | 2885.92 |





## **Anexo 6. Resultados de la evaluación económica y financiera**

En la Tabla A6.1 se presentan los costos de equipamiento y construcción requeridos, mientras que en las Tablas de la A6.2 a la A6.5 se muestran los principales datos para la realización de la evaluación económica. En la Tabla A6.6 se observa a manera de ejemplo uno de los cálculos de la evaluación económica (caso: A3A480), mientras que los resultados para todos los casos se muestran en las Tablas de la A6.7 a la A6.10 y en las Tablas de la A6.11 a la A6.14 se muestran los resultados de la evaluación de viviendas convencionales. En la Tabla A6.15 se presenta un ejemplo de la evaluación económica de aislamiento en techos, mientras que en la Tabla A6.16 se observan los resultados de todos los casos de aislamiento en techos, de igual forma, en la Tabla A6.17 se muestra un ejemplo de la evaluación económica de aislamiento en muros, mientras que en la Tabla A6.18 se observan todos los resultados de los casos de aislamiento en muros. Así también, en la Tabla A6.19 se presentan los cálculos para el caso de una vivienda aislando techos y muros, mientras que los resultados de todos los casos se observan en la Tabla A6.20. En la Tabla A6.21 se presenta el caso de una vivienda en la que se eficientiza el equipo de aire acondicionado, mientras que en las Tablas A6.22 y A6.23 se presentan todos los casos de eficientización de equipos. En la Tabla A6.24 se presenta la evaluación económica de la sustitución de un refrigerador de  $510 \text{ dm}^3$  ( $18 \text{ pie}^3$ ) y en las Tablas A6.25, A6.26, A6.27 y A6.29 se presentan esquemas de aislamiento, equipamiento e inicio de construcción de viviendas, mientras que en la Tabla A6.28 se muestra un esquema de beneficios del financiamiento de vivienda.

# Tabla A6.1 Costos de equipamiento y construcción

Equipos de aire acondicionado:

|                                    | Toneladas |          |          |          |          |          |          |
|------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| REEE                               | 1.5       | 2.0      | 2.5      | 3.0      | 4.0      | 5.0      | 6.0      |
| 2.93 Wt/W <sub>e</sub> (10 Btu/Wh) | 11045.43  | 12811.92 | 14461.94 | 16118.00 | 18687.00 | 19148.25 | 20673.78 |
| 3.81 Wt/W <sub>e</sub> (13 Btu/Wh) | 12605.90  | 13926.00 | 15719.50 | 17513.00 | 19939.50 | 21205.50 | 22471.50 |

Factores para el valor de rescate en construcción y equipamiento

|             |                                           |          |            |                                           |             |
|-------------|-------------------------------------------|----------|------------|-------------------------------------------|-------------|
| Muros       | Bloque                                    | Ladrillo | Insulpanel | Performwall                               | Aislapanel  |
|             | 60%                                       | 60%      | 40%        | 40%                                       | 40%         |
| Techos      | Concreto                                  | Madera   | Insulpanel | Performwall                               | Aislapanel  |
|             | 60%                                       | 50%      | 40%        | 40%                                       | 40%         |
| Aislamiento | Bloque                                    | Ladrillo | Madera     | Insulpanel                                | Performwall |
|             |                                           | 20%      |            |                                           | ya incluido |
| Equipo      | REEE = 2.93 Wt/W <sub>e</sub> (10 Btu/Wh) |          |            | REEE = 3.81 Wt/W <sub>e</sub> (13 Btu/Wh) |             |
|             | 5%                                        |          |            | 12%                                       |             |

Metros cuadrados efectivos

|        |             | Construcción de 50 m <sup>2</sup> | Construcción de 80 m <sup>2</sup> |
|--------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Muros  | Estructura  | 105.53                            | 151.71                            |
|        | Aislamiento | 72.04                             | 95.34                             |
| Techos | Estructura  | 59.73                             | 92.39                             |
|        | Aislamiento | 59.73                             | 92.39                             |

Costo de construcción por metro cuadrado

|        |             |              |              |              |             |               |               |
|--------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| Muros  | Estructura  | Bloque       | Ladrillo     | Insulpanel   | Performwall | Aislapanel 2" | Aislapanel 3" |
|        |             | 691.72       | 613.97       | 474.42       | 509.06      | 438.34        | 482.06        |
|        | Aislamiento | 2.54 cm (1") | 5.08 cm (2") | 7.62 cm (3") |             |               |               |
|        |             | 118.54       | 140.40       | 173.19       |             |               |               |
| Techos | Estructura  | Concreto     | Madera       | Insulpanel   | Performwall | Aislapanel 3" | Aislapanel 4" |
|        |             | 456.76       | 370.26       | 518.14       | 509.06      | 482.06        | 525.78        |
|        | Aislamiento | 5.08 cm (2") | 7.62 cm (3") |              |             |               |               |
|        |             | 159.02       | 191.61       |              |             |               |               |

Costos de construcción de vivienda típica de 50 metros cuadrados

|        |             |              |              |              |             |               |               |
|--------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| Muros  | Estructura  | Bloque       | Ladrillo     | Insulpanel   | Performwall | Aislapanel 2" | Aislapanel 3" |
|        |             | 72997.21     | 64792.25     | 50065.54     | 53721.10    | 46258.02      | 50871.79      |
|        | Aislamiento | 2.54 cm (1") | 5.08 cm (2") | 7.62 cm (3") |             |               |               |
|        |             | 8539.62      | 10114.42     | 12476.61     |             |               |               |
| Techos | Estructura  | Bloque       | Ladrillo     | Insulpanel   | Performwall | Aislapanel 3" | Aislapanel 4" |
|        |             | 27282.27     | 22115.63     | 30948.50     | 30406.15    | 28793.44      | 31404.84      |
|        | Aislamiento | 5.08 cm (2") | 7.62 cm (3") |              |             |               |               |
|        |             | 9498.26      | 11444.87     |              |             |               |               |

Costos de construcción de vivienda típica de 80 metros cuadrados

|        |             |              |              |              |             |               |               |
|--------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| Muros  | Estructura  | Bloque       | Ladrillo     | Insulpanel   | Performwall | Aislapanel 2" | Aislapanel 3" |
|        |             | 104940.84    | 93145.39     | 71974.26     | 77229.49    | 66500.56      | 73133.32      |
|        | Aislamiento | 2.54 cm (1") | 5.08 cm (2") | 7.62 cm (3") |             |               |               |
|        |             | 11301.60     | 13385.74     | 16511.93     |             |               |               |
| Techos | Estructura  | Bloque       | Ladrillo     | Insulpanel   | Performwall | Aislapanel 3" | Aislapanel 4" |
|        |             | 42200.06     | 34208.32     | 47870.95     | 47032.05    | 44537.52      | 48576.81      |
|        | Aislamiento | 5.08 cm (2") | 7.62 cm (3") |              |             |               |               |
|        |             | 14691.86     | 17702.85     |              |             |               |               |

Costo de habitaciones de interes medio de 50 metros cuadrados:

Vivienda de muro de bloque y techo de concreto sin aislar  
4601.91 por metro cuadrado + IVA = 5062.10  
incluye 24% de indirectos y utilidad  
Costo de habitación de 50 metros cuadrados = 253105.05

Terreno 8 X 14 = 112 m<sup>2</sup>  
Costo unitario \$ 440.00  
Costo de terreno urbanizado: 49280.00  
Costo total: 302385.05

Costo de habitaciones de interes medio de 80 metros cuadrados:

Vivienda de muro de bloque y techo de concreto sin aislar  
4601.91 por metro cuadrado + IVA = 5062.10  
incluye 24% de indirectos y utilidad  
Costo de habitación de 80 metros cuadrados = 404968.08

Terreno 8 X 16 = 128 m<sup>2</sup>  
Costo unitario \$ 440.00  
Costo de terreno urbanizado: 56320.00  
Costo total: 461288.08

Nota: Los costos indicados en esta tabla son en pesos en el año 2006

Tabla A6.2 Datos para la evaluación económica de vivienda de 50 m². Casos 1 al 36

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hW | Capacidad requerida en Toneladas | Costos (en pesos de 2006) |             |            |             |                                               |                                        |                              | Cons. kWh de mayo a octubre | Factur. Total de mayo a octubre | Rescate a 12 años |        |             |        |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------|------------|-------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|--------|-------------|--------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | Muros                     |             | Techos     |             | Resto de la construcción (no incluye terreno) | Total de vivienda (no incluye terreno) | Equipo de aire acondicionado |                             |                                 | Construcción      |        |             |        |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  | Estructura                | Aislamiento | Estructura | Aislamiento |                                               |                                        |                              |                             |                                 | Muros             | Techos | Aislamiento | Equipo |
| 1   | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 4.0                              | 72997.21                  |             | 27282.27   |             | 152825.56                                     | 253105.05                              | 18687.00                     | 6249                        | 3975.53                         | 60%               | 60%    |             | 5%     |
| 2   | B0C053 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 4.0                              | 72997.21                  |             | 27282.27   |             | 152825.56                                     | 253105.05                              | 19939.50                     | 5036                        | 2858.05                         | 60%               | 60%    |             | 12%    |
| 3   | B0C250 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | 72997.21                  |             | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 262603.31                              | 14461.94                     | 4087                        | 2271.71                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 4   | B0C253 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | 72997.21                  |             | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 262603.31                              | 15719.50                     | 3370                        | 1833.38                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 5   | B0C350 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | 72997.21                  |             | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 264549.92                              | 14461.94                     | 3951                        | 2187.97                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 6   | B0C353 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 72997.21                  |             | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 264549.92                              | 15719.50                     | 3265                        | 1769.63                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 7   | B1C250 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | 72997.21                  | 8539.62     | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 271142.94                              | 12811.92                     | 3124                        | 1682.98                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 8   | B1C253 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | 72997.21                  | 8539.62     | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 271142.94                              | 13926.00                     | 2629                        | 1381.18                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 9   | B1C350 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 72997.21                  | 8539.62     | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 273089.54                              | 11045.43                     | 2928                        | 1563.79                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 10  | B1C353 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 72997.21                  | 8539.62     | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 273089.54                              | 12605.90                     | 2478                        | 1289.49                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 11  | B2C250 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 1.5                              | 72997.21                  | 10114.42    | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 272717.73                              | 11045.43                     | 2835                        | 1507.10                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 12  | B2C253 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 1.5                              | 72997.21                  | 10114.42    | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 272717.73                              | 12605.90                     | 2407                        | 1245.88                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 13  | B2C350 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 72997.21                  | 10114.42    | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 274664.33                              | 11045.43                     | 2701                        | 1425.32                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 14  | B2C353 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 72997.21                  | 10114.42    | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 274664.33                              | 12605.90                     | 2304                        | 1182.98                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 15  | B3C350 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 72997.21                  | 12476.61    | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 277026.52                              | 11045.43                     | 2596                        | 1361.11                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 16  | B3C353 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 72997.21                  | 12476.61    | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 277026.52                              | 12605.90                     | 2223                        | 1133.58                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 17  | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 4.0                              | 64792.25                  |             | 27282.27   |             | 152825.56                                     | 244900.09                              | 18687.00                     | 6306                        | 4222.17                         | 60%               | 60%    |             | 5%     |
| 18  | L0C053 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 4.0                              | 64792.25                  |             | 27282.27   |             | 152825.56                                     | 244900.09                              | 19939.50                     | 5076                        | 2881.43                         | 60%               | 60%    |             | 12%    |
| 19  | L0C250 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | 64792.25                  |             | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 254398.36                              | 14461.94                     | 4331                        | 2421.93                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 20  | L0C253 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | 64792.25                  |             | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 254398.36                              | 15719.50                     | 3557                        | 1947.80                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 21  | L0C350 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | 64792.25                  |             | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 256344.96                              | 14461.94                     | 4197                        | 2339.52                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 22  | L0C353 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 64792.25                  |             | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 256344.96                              | 15719.50                     | 3454                        | 1885.12                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 23  | L1C250 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | 64792.25                  | 8539.62     | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 262937.98                              | 12811.92                     | 3162                        | 1706.11                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 24  | L1C253 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | 64792.25                  | 8539.62     | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 262937.98                              | 13926.00                     | 2658                        | 1398.97                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 25  | L1C350 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 64792.25                  | 8539.62     | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 264884.58                              | 11045.43                     | 2964                        | 1585.91                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 26  | L1C353 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 64792.25                  | 8539.62     | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 264884.58                              | 12605.90                     | 2506                        | 1306.51                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 27  | L2C250 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 1.5                              | 64792.25                  | 10114.42    | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 264512.77                              | 11045.43                     | 2849                        | 1515.69                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 28  | L2C253 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 1.5                              | 64792.25                  | 10114.42    | 27282.27   | 9498.26     | 152825.56                                     | 264512.77                              | 12605.90                     | 2418                        | 1252.49                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 29  | L2C350 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 64792.25                  | 10114.42    | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 266459.37                              | 11045.43                     | 2716                        | 1434.05                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 30  | L2C353 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 64792.25                  | 10114.42    | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 266459.37                              | 12605.90                     | 2315                        | 1189.69                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 31  | L3C350 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 64792.25                  | 12476.61    | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 268821.57                              | 11045.43                     | 2604                        | 1365.75                         | 60%               | 60%    | 20%         | 5%     |
| 32  | L3C353 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 64792.25                  | 12476.61    | 27282.27   | 11444.87    | 152825.56                                     | 268821.57                              | 12605.90                     | 2229                        | 1137.15                         | 60%               | 60%    | 20%         | 12%    |
| 33  | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 3.0                              | 64792.25                  |             | 22115.63   |             | 152825.56                                     | 239733.45                              | 16118.00                     | 5604                        | 3542.98                         | 60%               | 50%    |             | 5%     |
| 34  | L0M053 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 3.0                              | 64792.25                  |             | 22115.63   |             | 152825.56                                     | 239733.45                              | 17513.00                     | 4537                        | 2548.79                         | 60%               | 50%    |             | 12%    |
| 35  | L0M250 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | 64792.25                  |             | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 249231.71                              | 14461.94                     | 4779                        | 2698.44                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 36  | L0M253 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 64792.25                  |             | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 249231.71                              | 15719.50                     | 3902                        | 2158.71                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |

Tabla A6.3 Datos para la evaluación económica de vivienda de 50 m². Casos 37 al 72

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Costos (en pesos de 2006) |             |            |             |                                               |                                        |                              | Cons. kWh de mayo a octubre | Factur. Total de mayo a octubre | Rescate a 12 años |        |             |        |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------|------------|-------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|--------|-------------|--------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | Muros                     |             | Techos     |             | Resto de la construcción (no incluye terreno) | Total de vivienda (no incluye terreno) | Equipo de aire acondicionado |                             |                                 | Construcción      |        |             | Equipo |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  | Estructura                | Aislamiento | Estructura | Aislamiento |                                               |                                        |                              |                             |                                 | Muros             | Techos | Aislamiento |        |
| 37  | L0M350 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.5                              | 64792.25                  |             | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 251178.31                              | 14461.94                     | 4677                        | 2635.68                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 38  | L0M353 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | 64792.25                  |             | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 251178.31                              | 15719.50                     | 3824                        | 2110.96                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 39  | L1M250 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | 64792.25                  | 8539.62     | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 257771.33                              | 11045.43                     | 3364                        | 1829.70                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 40  | L1M253 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | 64792.25                  | 8539.62     | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 257771.33                              | 12605.90                     | 2813                        | 1494.04                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 41  | L1M350 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 64792.25                  | 8539.62     | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 259717.93                              | 11045.43                     | 3264                        | 1769.05                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 42  | L1M353 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 64792.25                  | 8539.62     | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 259717.93                              | 12605.90                     | 2737                        | 1447.38                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 43  | L2M250 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | 64792.25                  | 10114.42    | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 259346.13                              | 11045.43                     | 3086                        | 1660.19                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 44  | L2M253 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | 64792.25                  | 10114.42    | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 259346.13                              | 12605.90                     | 2600                        | 1363.65                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 45  | L2M350 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 64792.25                  | 10114.42    | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 261292.73                              | 11045.43                     | 2983                        | 1597.49                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 46  | L2M353 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 64792.25                  | 10114.42    | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 261292.73                              | 12605.90                     | 2521                        | 1315.42                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 47  | L3M350 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 64792.25                  | 12476.61    | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 263654.92                              | 11045.43                     | 2857                        | 1520.08                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 48  | L3M353 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 64792.25                  | 12476.61    | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 263654.92                              | 12605.90                     | 2423                        | 1255.87                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 49  | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 3.0                              | 72997.21                  |             | 22115.63   |             | 152825.56                                     | 247938.41                              | 16118.00                     | 5331                        | 3038.42                         | 60%               | 50%    |             | 5%     |
| 50  | B0M053 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 3.0                              | 72997.21                  |             | 22115.63   |             | 152825.56                                     | 247938.41                              | 17513.00                     | 4326                        | 2419.17                         | 60%               | 50%    |             | 12%    |
| 51  | B0M250 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | 72997.21                  |             | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 257436.67                              | 14461.94                     | 4504                        | 2529.01                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 52  | B0M253 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 72997.21                  |             | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 257436.67                              | 15719.50                     | 3691                        | 2029.60                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 53  | B0M350 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.5                              | 72997.21                  |             | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 259383.27                              | 14461.94                     | 4401                        | 2465.00                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 54  | B0M353 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | 72997.21                  |             | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 259383.27                              | 15719.50                     | 3611                        | 1980.90                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 55  | B1M250 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | 72997.21                  | 8539.62     | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 265976.29                              | 11045.43                     | 3323                        | 1805.05                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 56  | B1M253 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | 72997.21                  | 8539.62     | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 265976.29                              | 12605.90                     | 2782                        | 1475.08                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 57  | B1M350 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 72997.21                  | 8539.62     | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 267922.89                              | 11045.43                     | 3223                        | 1744.10                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 58  | B1M353 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 72997.21                  | 8539.62     | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 267922.89                              | 12605.90                     | 2705                        | 1428.20                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 59  | B2M250 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | 72997.21                  | 10114.42    | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 267551.09                              | 11045.43                     | 3070                        | 1650.43                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 60  | B2M253 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | 72997.21                  | 10114.42    | 22115.63   | 9498.26     | 152825.56                                     | 267551.09                              | 12605.90                     | 2587                        | 1356.14                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 61  | B2M350 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 72997.21                  | 10114.42    | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 269497.69                              | 11045.43                     | 2967                        | 1587.61                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 62  | B2M353 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 72997.21                  | 10114.42    | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 269497.69                              | 12605.90                     | 2508                        | 1307.82                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 63  | B3M350 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 72997.21                  | 12476.61    | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 271859.88                              | 11045.43                     | 2848                        | 1514.81                         | 60%               | 50%    | 20%         | 5%     |
| 64  | B3M353 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 72997.21                  | 12476.61    | 22115.63   | 11444.87    | 152825.56                                     | 271859.88                              | 12605.90                     | 2416                        | 1251.82                         | 60%               | 50%    | 20%         | 12%    |
| 65  | I3I450 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 10                                | 1.5                              | 50065.54                  |             | 30948.50   |             | 152825.56                                     | 233839.61                              | 11045.43                     | 2960                        | 1583.42                         | 40%               | 40%    |             | 5%     |
| 66  | I3I453 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 13                                | 1.5                              | 50065.54                  |             | 30948.50   |             | 152825.56                                     | 233839.61                              | 12605.90                     | 2503                        | 1304.59                         | 40%               | 40%    |             | 12%    |
| 67  | P3P350 | Performwall                    | 3"          | Performwall        | 3"          | 10                                | 1.5                              | 53721.10                  |             | 30406.15   |             | 152825.56                                     | 236952.82                              | 11045.43                     | 3469                        | 1894.04                         | 40%               | 40%    |             | 5%     |
| 68  | P3P353 | Performwall                    | 3"          | Performwall        | 3"          | 13                                | 1.5                              | 53721.10                  |             | 30406.15   |             | 152825.56                                     | 236952.82                              | 12605.90                     | 2922                        | 1560.39                         | 40%               | 40%    |             | 12%    |
| 69  | A2A350 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 10                                | 2.5                              | 46258.02                  |             | 28793.44   |             | 152825.56                                     | 227877.03                              | 14461.94                     | 4829                        | 2729.00                         | 40%               | 40%    |             | 5%     |
| 70  | A2A353 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 13                                | 2.5                              | 46258.02                  |             | 28793.44   |             | 152825.56                                     | 227877.03                              | 15719.50                     | 3940                        | 2181.60                         | 40%               | 40%    |             | 12%    |
| 71  | A3A450 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 10                                | 2.0                              | 50871.79                  |             | 31404.84   |             | 152825.56                                     | 235102.19                              | 12811.92                     | 4232                        | 2361.21                         | 40%               | 40%    |             | 5%     |
| 72  | A3A453 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 13                                | 2.0                              | 50871.79                  |             | 31404.84   |             | 152825.56                                     | 235102.19                              | 13926.00                     | 3481                        | 1901.60                         | 40%               | 40%    |             | 12%    |

Tabla A6.4 Datos para la evaluación económica de vivienda de 80 m². Casos 73 al 108

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Costos (en pesos de 2006) |             |            |             |                                               |                                        |                              |                       | Cons.   | Factur. | Rescate a 12 años       |              |     |  |        |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------|------------|-------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-----------------------|---------|---------|-------------------------|--------------|-----|--|--------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | Muros                     |             | Techos     |             | Resto de la construcción (no incluye terreno) | Total de vivienda (no incluye terreno) | Equipo de aire acondicionado | kWh de mayo a octubre |         |         | Total de mayo a octubre | Construcción |     |  | Equipo |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  | Estructura                | Aislamiento | Estructura | Aislamiento |                                               |                                        |                              |                       |         |         |                         |              |     |  |        |
|     |        |                                |             |                    |             |                                   |                                  |                           |             |            |             |                                               |                                        |                              |                       |         |         |                         |              |     |  |        |
| 73  | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 5.0                              | 104940.84                 |             | 42200.06   |             | 257827.18                                     | 404968.08                              | 19148.25                     | 9016                  | 7828.61 | 60%     | 60%                     |              | 5%  |  |        |
| 74  | B0C083 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 5.0                              | 104940.84                 |             | 42200.06   |             | 257827.18                                     | 404968.08                              | 21205.50                     | 7213                  | 5096.77 | 60%     | 60%                     |              | 12% |  |        |
| 75  | B0C280 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 3.0                              | 104940.84                 |             | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 419659.94                              | 16118.00                     | 5668                  | 3247.81 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 76  | B0C283 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 3.0                              | 104940.84                 |             | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 419659.94                              | 17513.00                     | 4638                  | 2612.33 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 77  | B0C380 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | 104940.84                 |             | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 422670.93                              | 14461.94                     | 5369                  | 3063.20 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 78  | B0C383 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 104940.84                 |             | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 422670.93                              | 15719.50                     | 4408                  | 2470.33 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 79  | B1C280 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | 104940.84                 | 11301.60    | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 430961.54                              | 14461.94                     | 5011                  | 2842.64 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 80  | B1C283 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | 104940.84                 | 11301.60    | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 430961.54                              | 15719.50                     | 4132                  | 2300.67 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 81  | B1C380 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | 104940.84                 | 11301.60    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 433972.53                              | 14461.94                     | 4783                  | 2702.17 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 82  | B1C383 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 104940.84                 | 11301.60    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 433972.53                              | 15719.50                     | 3957                  | 2192.61 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 83  | B2C280 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | 104940.84                 | 13385.74    | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 433045.67                              | 12811.92                     | 4585                  | 2580.16 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 84  | B2C283 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | 104940.84                 | 13385.74    | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 433045.67                              | 13926.00                     | 3805                  | 2098.76 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 85  | B2C380 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | 104940.84                 | 13385.74    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 436056.66                              | 12811.92                     | 4365                  | 2444.55 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 86  | B2C383 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 104940.84                 | 13385.74    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 436056.66                              | 13926.00                     | 3636                  | 1994.45 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 87  | B3C380 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | 104940.84                 | 16511.93    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 439182.86                              | 12811.92                     | 4219                  | 2354.26 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 88  | B3C383 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 104940.84                 | 16511.93    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 439182.86                              | 13926.00                     | 3523                  | 1924.99 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 89  | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 6.0                              | 93145.39                  |             | 42200.06   |             | 257827.18                                     | 393172.63                              | 20673.78                     | 10310                 | 9571.21 | 60%     | 60%                     |              | 5%  |  |        |
| 90  | L0C083 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 6.0                              | 93145.39                  |             | 42200.06   |             | 257827.18                                     | 393172.63                              | 22471.50                     | 8209                  | 6671.03 | 60%     | 60%                     |              | 12% |  |        |
| 91  | L0C280 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 4.0                              | 93145.39                  |             | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 407864.49                              | 18687.00                     | 6923                  | 4752.15 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 92  | L0C283 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 4.0                              | 93145.39                  |             | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 407864.49                              | 19939.50                     | 5603                  | 3207.80 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 93  | L0C380 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 4.0                              | 93145.39                  |             | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 410875.48                              | 18687.00                     | 6689                  | 4365.92 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 94  | L0C383 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 4.0                              | 93145.39                  |             | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 410875.48                              | 19939.50                     | 5423                  | 3096.89 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 95  | L1C280 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | 93145.39                  | 11301.60    | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 419166.09                              | 14461.94                     | 5063                  | 2874.98 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 96  | L1C283 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | 93145.39                  | 11301.60    | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 419166.09                              | 15719.50                     | 4172                  | 2325.55 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 97  | L1C380 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | 93145.39                  | 11301.60    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 422177.08                              | 14461.94                     | 4836                  | 2735.03 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 98  | L1C383 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 93145.39                  | 11301.60    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 422177.08                              | 15719.50                     | 3998                  | 2217.89 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 99  | L2C280 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | 93145.39                  | 13385.74    | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 421250.22                              | 12811.92                     | 4605                  | 2592.19 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 100 | L2C283 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | 93145.39                  | 13385.74    | 42200.06   | 14691.86    | 257827.18                                     | 421250.22                              | 13926.00                     | 3820                  | 2108.01 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 101 | L2C380 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | 93145.39                  | 13385.74    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 424261.21                              | 12811.92                     | 4385                  | 2456.81 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 102 | L2C383 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 93145.39                  | 13385.74    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 424261.21                              | 13926.00                     | 3651                  | 2003.88 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 103 | L3C380 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | 93145.39                  | 16511.93    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 427387.41                              | 12811.92                     | 4229                  | 2360.79 | 60%     | 60%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 104 | L3C383 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 93145.39                  | 16511.93    | 42200.06   | 17702.85    | 257827.18                                     | 427387.41                              | 13926.00                     | 3531                  | 1930.02 | 60%     | 60%                     | 20%          | 12% |  |        |
| 105 | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 5.0                              | 93145.39                  |             | 34208.32   |             | 257827.18                                     | 385180.89                              | 19148.25                     | 8285                  | 7142.24 | 60%     | 50%                     |              | 5%  |  |        |
| 106 | L0M083 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 5.0                              | 93145.39                  |             | 34208.32   |             | 257827.18                                     | 385180.89                              | 21205.50                     | 6644                  | 4735.55 | 60%     | 50%                     |              | 12% |  |        |
| 107 | L0M280 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 4.0                              | 93145.39                  |             | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 399872.75                              | 18687.00                     | 6967                  | 5114.62 | 60%     | 50%                     | 20%          | 5%  |  |        |
| 108 | L0M283 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 4.0                              | 93145.39                  |             | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 399872.75                              | 19939.50                     | 5630                  | 3395.68 | 60%     | 50%                     | 20%          | 12% |  |        |

Tabla A6.5 Datos para la evaluación económica de vivienda de 80 m². Casos 109 al 144

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hW | Capacidad requerida en Toneladas | Costos (en pesos de 2006) |             |            |             |                                               |                                        |                              |              | Cons. kWh de mayo a octubre | Factur. Total de mayo a octubre | Rescate a 12 años |        |             |  |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------|------------|-------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|--------|-------------|--|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | Muros                     |             | Techos     |             | Resto de la construcción (no incluye terreno) | Total de vivienda (no incluye terreno) | Equipo de aire acondicionado | Construcción |                             |                                 | Equipo            |        |             |  |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  | Estructura                | Aislamiento | Estructura | Aislamiento |                                               |                                        |                              | Muros        |                             |                                 |                   | Techos | Aislamiento |  |
|     |        |                                |             |                    |             |                                   |                                  |                           |             |            |             |                                               |                                        |                              |              |                             |                                 |                   |        |             |  |
| 109 | L0M380 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 4.0                              | 93145.39                  |             | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 402883.74                              | 18687.00                     | 6807         | 4928.42                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 110 | L0M383 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 4.0                              | 93145.39                  |             | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 402883.74                              | 19939.50                     | 5507         | 3147.26                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 111 | L1M280 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | 93145.39                  | 11301.60    | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 411174.35                              | 14461.94                     | 5011         | 2841.18                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 112 | L1M283 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 93145.39                  | 11301.60    | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 411174.35                              | 15719.50                     | 4125         | 2295.41                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 113 | L1M380 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.5                              | 93145.39                  | 11301.60    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 414185.34                              | 14461.94                     | 4854         | 2744.51                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 114 | L1M383 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | 93145.39                  | 11301.60    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 414185.34                              | 15719.50                     | 4005         | 2221.04                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 115 | L2M280 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.0                              | 93145.39                  | 13385.74    | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 413258.49                              | 12811.92                     | 4530         | 2544.90                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 116 | L2M283 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.0                              | 93145.39                  | 13385.74    | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 413258.49                              | 13926.00                     | 3756         | 2067.50                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 117 | L2M380 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | 93145.39                  | 13385.74    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 416269.48                              | 12811.92                     | 4378         | 2451.06                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 118 | L2M383 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 93145.39                  | 13385.74    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 416269.48                              | 13926.00                     | 3639         | 1995.32                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 119 | L3M380 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | 93145.39                  | 16511.93    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 419395.68                              | 12811.92                     | 4211         | 2348.34                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 120 | L3M383 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 93145.39                  | 16511.93    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 419395.68                              | 13926.00                     | 3510         | 1916.30                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 121 | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 4.0                              | 104940.84                 |             | 34208.32   |             | 257827.18                                     | 396976.35                              | 18687.00                     | 7719         | 6213.14                     | 60%                             | 50%               |        | 5%          |  |
| 122 | B0M083 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 4.0                              | 104940.84                 |             | 34208.32   |             | 257827.18                                     | 396976.35                              | 19939.50                     | 6209         | 4121.38                     | 60%                             | 50%               |        | 12%         |  |
| 123 | B0M280 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 3.0                              | 104940.84                 |             | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 411668.20                              | 16118.00                     | 6394         | 4309.90                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 124 | B0M283 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 3.0                              | 104940.84                 |             | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 411668.20                              | 17513.00                     | 5189         | 2951.36                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 125 | B0M380 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 3.0                              | 104940.84                 |             | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 414679.19                              | 16118.00                     | 6242         | 4158.08                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 126 | B0M383 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 3.0                              | 104940.84                 |             | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 414679.19                              | 17513.00                     | 5073         | 2879.55                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 127 | B1M280 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | 104940.84                 | 11301.60    | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 422969.81                              | 14461.94                     | 4955         | 2806.56                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 128 | B1M283 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 104940.84                 | 11301.60    | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 422969.81                              | 15719.50                     | 4082         | 2268.78                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 129 | B1M380 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | 104940.84                 | 11301.60    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 425980.80                              | 12811.92                     | 4693         | 2645.54                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 130 | B1M383 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 104940.84                 | 11301.60    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 425980.80                              | 13926.00                     | 3881         | 2144.92                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 131 | B2M280 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.0                              | 104940.84                 | 13385.74    | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 425053.94                              | 12811.92                     | 4509         | 2531.97                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 132 | B2M283 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.0                              | 104940.84                 | 13385.74    | 34208.32   | 14691.86    | 257827.18                                     | 425053.94                              | 13926.00                     | 3740         | 2057.55                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 133 | B2M380 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | 104940.84                 | 13385.74    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 428064.93                              | 12811.92                     | 4357         | 2437.95                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 134 | B2M383 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 104940.84                 | 13385.74    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 428064.93                              | 13926.00                     | 3622         | 1985.23                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 135 | B3M380 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | 104940.84                 | 16511.93    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 431191.13                              | 12811.92                     | 4200         | 2341.35                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 5%          |  |
| 136 | B3M383 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 104940.84                 | 16511.93    | 34208.32   | 17702.85    | 257827.18                                     | 431191.13                              | 13926.00                     | 3502         | 1910.92                     | 60%                             | 50%               | 20%    | 12%         |  |
| 137 | I3I480 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 10                                | 2.0                              | 71974.26                  |             | 47870.95   |             | 257827.18                                     | 377672.40                              | 12811.92                     | 4365         | 2443.41                     | 40%                             | 40%               |        | 5%          |  |
| 138 | I3I483 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 13                                | 2.0                              | 71974.26                  |             | 47870.95   |             | 257827.18                                     | 377672.40                              | 13926.00                     | 3629         | 1989.43                     | 40%                             | 40%               |        | 12%         |  |
| 139 | P3P380 | Performwall                    | 3"          | Performwall        | 3"          | 10                                | 2.5                              | 77229.49                  |             | 47032.05   |             | 257827.18                                     | 382088.73                              | 14461.94                     | 5265         | 2997.96                     | 40%                             | 40%               |        | 5%          |  |
| 140 | P3P383 | Performwall                    | 3"          | Performwall        | 3"          | 13                                | 2.5                              | 77229.49                  |             | 47032.05   |             | 257827.18                                     | 382088.73                              | 15719.50                     | 4321         | 2416.01                     | 40%                             | 40%               |        | 12%         |  |
| 141 | A2A380 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 10                                | 4.0                              | 66500.56                  |             | 44537.52   |             | 257827.18                                     | 368865.27                              | 18687.00                     | 7170         | 5340.14                     | 40%                             | 40%               |        | 5%          |  |
| 142 | A2A383 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 13                                | 4.0                              | 66500.56                  |             | 44537.52   |             | 257827.18                                     | 368865.27                              | 19939.50                     | 5786         | 3694.62                     | 40%                             | 40%               |        | 12%         |  |
| 143 | A3A480 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 10                                | 3.0                              | 73133.32                  |             | 48576.81   |             | 257827.18                                     | 379537.32                              | 16118.00                     | 6256         | 4160.66                     | 40%                             | 40%               |        | 5%          |  |
| 144 | A3A483 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 13                                | 3.0                              | 73133.32                  |             | 48576.81   |             | 257827.18                                     | 379537.32                              | 17513.00                     | 5083         | 2885.92                     | 40%                             | 40%               |        | 12%         |  |

Tabla A6.6 Ejemplo de corrida de evaluación económica. Caso: A3A480

### EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%

Parámetros para el análisis de sensibilidad

Incremento costo de vivienda Convencional: 5% No convencional: 10%

Incremento costo de equipo 5% Disminución facturación 4%

Disminución valor de rescate: Materiales en vivienda convencional: 5% Materiales en vivienda no convencional: 10%

Aislamiento: 5% Equipo REEE = 2.93 Wt/We (10 Btu/Wh) 15% Equipo REEE = 3.81 Wt/We (13 Btu/Wh) 8%

Flujos de gastos de opción de menor inversión:

| Año                                     | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        |
|-----------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Caso: Habitación de 50 metros cuadrados |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |           |
| Con valores promedio                    | 89513.40  | 2838.16 | 2951.68 | 3069.75 | 3192.54 | 3320.24 | 3453.05 | 3591.17 | 3734.82 | 3884.21 | 4039.58 | 4201.16 | -26374.47 |
| Análisis de sensibilidad                | 97741.65  | 2724.63 | 2833.61 | 2946.96 | 3064.84 | 3187.43 | 3314.93 | 3447.53 | 3585.43 | 3728.84 | 3878.00 | 4033.12 | -23438.72 |
| Caso: Habitación de 80 metros cuadrados |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |           |
| Con valores promedio                    | 129725.08 | 5553.74 | 5775.89 | 6006.93 | 6247.21 | 6497.10 | 6756.98 | 7027.26 | 7308.35 | 7600.68 | 7904.71 | 8220.90 | -36799.85 |
| Análisis de sensibilidad                | 141763.24 | 5331.59 | 5544.86 | 5766.65 | 5997.32 | 6237.21 | 6486.70 | 6746.17 | 7016.02 | 7296.66 | 7588.52 | 7892.06 | -32560.16 |

| No.                                    | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendimiento energético | REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Consumo kWh de mayo a octubre | Inversión |          |           | Factura-<br>ción<br>my-oc | Rescate a 12 años |          |             |        |
|----------------------------------------|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|------------------------|----------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------|----------|-----------|---------------------------|-------------------|----------|-------------|--------|
|                                        |        | Muro                           |             | Techo              |             |                        |                |                                  |                               | Vivienda  | Equipo   | Total     |                           | Construcción      |          |             | Equipo |
|                                        |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                        |                |                                  |                               |           |          |           |                           | Muros             | Techo    | Aislamiento |        |
| 143                                    | A3A480 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 10                     |                | 3                                | 6255.91                       | 121710.14 | 16118.00 | 137828.14 | 4160.66                   | 29253.33          | 19430.73 | 0.00        | 805.90 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |                                |             |                    |             |                        |                |                                  |                               | 133881.15 | 16923.90 | 150805.05 | 3994.23                   | 26328.00          | 17487.65 | 0.00        | 685.02 |

¿Se acepta?

¿Se  
acepta?

| CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO: |           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |           | Indicadores: |        |
|-------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|-----------|--------------|--------|
| Año                           | 0         | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11      | 12        | TR (años):   | 12     |
| Gastos                        | 137828.14 | 4327.08  | 4500.17  | 4680.17  | 4867.38  | 5062.08  | 5264.56  | 5475.14  | 5694.15  | 5921.91  | 6158.79  | 6405.14 | -42828.61 | B/C          | 1.06   |
| Diferencias                   | -8103.05  | 1226.66  | 1275.73  | 1326.76  | 1379.83  | 1435.02  | 1492.42  | 1552.12  | 1614.20  | 1678.77  | 1745.92  | 1815.76 | 6028.76   | VAE          | 89.52  |
| Beneficios presentes          | -8103.05  | 1066.66  | 964.63   | 872.36   | 788.92   | 713.46   | 645.21   | 583.50   | 527.69   | 477.21   | 431.56   | 390.28  | 1126.82   | VPN          | 485.26 |
| Bens. pres. acumulados        | -8103.05  | -7036.39 | -6071.76 | -5199.40 | -4410.48 | -3697.02 | -3051.80 | -2468.31 | -1940.62 | -1463.41 | -1031.85 | -641.56 | 485.26    | TIR          | 16.15% |
|                               |           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |           | TIRM         | 15.56% |

Si

| CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: |           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           | TR (años): | No se recupera | No |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|----------------|----|
| Año                                   | 0         | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        | B/C        | 0.91           | No |
| Gastos                                | 150805.05 | 4154.00  | 4320.16  | 4492.97  | 4672.69  | 4859.59  | 5053.98  | 5256.14  | 5466.38  | 5685.04  | 5912.44  | 6148.94  | -38105.77 | VAE        | -155.38        | No |
| Diferencias                           | -9041.81  | 1177.59  | 1224.70  | 1273.69  | 1324.63  | 1377.62  | 1432.72  | 1490.03  | 1549.63  | 1611.62  | 1676.08  | 1743.13  | 5545.61   | VPN        | -842.26        | No |
| Beneficios presentes                  | -9041.81  | 1023.99  | 926.05   | 837.47   | 757.36   | 684.92   | 619.41   | 560.16   | 506.58   | 458.12   | 414.30   | 374.67   | 1036.51   | TIR        | 13.14%         | No |
| Bens. pres. acumulados                | -9041.81  | -8017.81 | -7091.77 | -6254.30 | -5496.93 | -4812.01 | -4192.61 | -3632.45 | -3125.87 | -2667.75 | -2253.45 | -1878.78 | -842.26   | TIRM       | 14.07%         | No |

No

Tabla A6.7 Resultados de la evaluación económica de viviendas de 50 m². Casos 1 al 36

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Indicadores con valores promedio    |                        |                               |                           |                               |                                           |                                     | Aceptación     | Indicadores con análisis de sensibilidad |                               |                           |                               |                                           |    |  | Aceptación | Elección |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|----|--|------------|----------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Interna Retorno) | TIRM (Tasa de Interna Retorno Modificada) | TR (Tiempo de Recuperación en años) |                | BC (Beneficio / Costo)                   | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Interna Retorno) | TIRM (Tasa de Interna Retorno Modificada) |    |  |            |          |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                           |                                     |                |                                          |                               |                           |                               |                                           |    |  |            |          |
| 1   | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.14                   | -5,910.32                     | -32,037.61                | -5.31%                        | -2.27%                                    | No                                  | No se recupera | 0.15                                     | -5,430.09                     | -29,434.45                | -4.63%                        | -1.66%                                    | No |  |            |          |
| 2   | B0C053 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.19                   | -4,725.26                     | -25,613.85                | -0.24%                        | 0.02%                                     | No                                  | No se recupera | 0.20                                     | -4,312.98                     | -23,379.04                | 0.36%                         | 0.62%                                     | No |  |            |          |
| 3   | B0C250 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.26                   | -4,742.41                     | -25,706.82                | 1.10%                         | 2.78%                                     | No                                  | No se recupera | 0.27                                     | -4,396.30                     | -23,830.68                | 1.56%                         | 3.16%                                     | No |  |            |          |
| 4   | B0C253 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.34                   | -4,398.56                     | -23,842.89                | 2.65%                         | 5.05%                                     | No                                  | No se recupera | 0.35                                     | -4,086.94                     | -22,153.73                | 3.05%                         | 5.34%                                     | No |  |            |          |
| 5   | B0C350 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.26                   | -4,985.76                     | -27,025.89                | 1.00%                         | 2.89%                                     | No                                  | No se recupera | 0.27                                     | -4,662.37                     | -25,272.91                | 1.39%                         | 3.20%                                     | No |  |            |          |
| 6   | B0C353 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.33                   | -4,666.33                     | -25,294.40                | 2.43%                         | 4.93%                                     | No                                  | No se recupera | 0.34                                     | -4,376.46                     | -23,723.10                | 2.76%                         | 5.17%                                     | No |  |            |          |
| 7   | B1C250 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.32                   | -5,237.81                     | -28,392.15                | 1.81%                         | 4.52%                                     | No                                  | No se recupera | 0.32                                     | -4,986.55                     | -27,030.16                | 2.04%                         | 4.67%                                     | No |  |            |          |
| 8   | B1C253 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.36                   | -5,038.92                     | -27,314.07                | 2.71%                         | 5.63%                                     | No                                  | No se recupera | 0.37                                     | -4,813.99                     | -26,094.80                | 2.90%                         | 5.74%                                     | No |  |            |          |
| 9   | B1C350 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.34                   | -5,114.97                     | -27,726.28                | 2.21%                         | 5.03%                                     | No                                  | No se recupera | 0.34                                     | -4,871.41                     | -26,406.05                | 2.44%                         | 5.16%                                     | No |  |            |          |
| 10  | B1C353 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.37                   | -5,034.47                     | -27,289.94                | 2.89%                         | 5.87%                                     | No                                  | No se recupera | 0.37                                     | -4,820.03                     | -26,127.55                | 3.06%                         | 5.96%                                     | No |  |            |          |
| 11  | B2C250 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.35                   | -4,979.65                     | -26,992.78                | 2.48%                         | 5.33%                                     | No                                  | No se recupera | 0.35                                     | -4,735.31                     | -25,668.28                | 2.71%                         | 5.47%                                     | No |  |            |          |
| 12  | B2C253 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.38                   | -4,915.14                     | -26,643.11                | 3.11%                         | 6.10%                                     | No                                  | No se recupera | 0.38                                     | -4,699.28                     | -25,473.00                | 3.28%                         | 6.19%                                     | No |  |            |          |
| 13  | B2C350 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.35                   | -5,225.39                     | -28,324.83                | 2.34%                         | 5.29%                                     | No                                  | No se recupera | 0.35                                     | -5,003.67                     | -27,122.97                | 2.52%                         | 5.39%                                     | No |  |            |          |
| 14  | B2C353 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.37                   | -5,183.94                     | -28,100.19                | 2.89%                         | 5.96%                                     | No                                  | No se recupera | 0.38                                     | -4,989.78                     | -27,047.72                | 3.03%                         | 6.02%                                     | No |  |            |          |
| 15  | B3C350 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.34                   | -5,566.39                     | -30,173.28                | 2.08%                         | 5.12%                                     | No                                  | No se recupera | 0.34                                     | -5,370.41                     | -29,110.97                | 2.20%                         | 5.17%                                     | No |  |            |          |
| 16  | B3C353 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.36                   | -5,543.06                     | -30,046.82                | 2.57%                         | 5.73%                                     | No                                  | No se recupera | 0.37                                     | -5,373.92                     | -29,129.96                | 2.66%                         | 5.75%                                     | No |  |            |          |
| 17  | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.14                   | -4,867.86                     | -26,386.83                | -7.08%                        | -2.36%                                    | No                                  | No se recupera | 0.16                                     | -4,291.40                     | -23,262.05                | -5.98%                        | -1.39%                                    | No |  |            |          |
| 18  | L0C053 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.21                   | -3,409.93                     | -18,483.92                | 0.69%                         | 1.07%                                     | No                                  | No se recupera | 0.24                                     | -2,912.34                     | -15,786.66                | 1.78%                         | 2.14%                                     | No |  |            |          |
| 19  | L0C250 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.27                   | -3,582.11                     | -19,417.27                | 1.67%                         | 3.04%                                     | No                                  | No se recupera | 0.29                                     | -3,144.49                     | -17,045.07                | 2.53%                         | 3.81%                                     | No |  |            |          |
| 20  | L0C253 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.38                   | -3,194.49                     | -17,316.14                | 3.72%                         | 6.01%                                     | No                                  | No se recupera | 0.40                                     | -2,793.11                     | -15,140.40                | 4.52%                         | 6.64%                                     | No |  |            |          |
| 21  | L0C350 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.27                   | -3,827.08                     | -20,745.16                | 1.51%                         | 3.15%                                     | No                                  | No se recupera | 0.29                                     | -3,412.11                     | -18,495.76                | 2.26%                         | 3.80%                                     | No |  |            |          |
| 22  | L0C353 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.37                   | -3,463.57                     | -18,774.71                | 3.40%                         | 5.82%                                     | No                                  | No se recupera | 0.39                                     | -3,083.88                     | -16,716.55                | 4.08%                         | 6.35%                                     | No |  |            |          |
| 23  | L1C250 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.36                   | -3,922.16                     | -21,260.56                | 2.95%                         | 5.70%                                     | No                                  | No se recupera | 0.38                                     | -3,585.60                     | -19,436.18                | 3.47%                         | 6.08%                                     | No |  |            |          |
| 24  | L1C253 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.42                   | -3,716.76                     | -20,147.12                | 4.01%                         | 6.90%                                     | No                                  | No se recupera | 0.43                                     | -3,406.78                     | -18,466.88                | 4.48%                         | 7.23%                                     | No |  |            |          |
| 25  | L1C350 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.39                   | -3,798.10                     | -20,588.04                | 3.43%                         | 6.26%                                     | No                                  | No se recupera | 0.40                                     | -3,469.29                     | -18,805.69                | 3.94%                         | 6.62%                                     | No |  |            |          |
| 26  | L1C353 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.43                   | -3,711.36                     | -20,117.87                | 4.21%                         | 7.14%                                     | No                                  | No se recupera | 0.44                                     | -3,411.92                     | -18,494.73                | 4.65%                         | 7.44%                                     | No |  |            |          |
| 27  | L2C250 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.41                   | -3,646.24                     | -19,764.90                | 3.81%                         | 6.66%                                     | No                                  | No se recupera | 0.42                                     | -3,317.31                     | -17,981.87                | 4.34%                         | 7.03%                                     | No |  |            |          |
| 28  | L2C253 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.44                   | -3,579.31                     | -19,402.09                | 4.52%                         | 7.44%                                     | No                                  | No se recupera | 0.46                                     | -3,278.96                     | -17,773.97                | 4.97%                         | 7.75%                                     | No |  |            |          |
| 29  | L2C350 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.40                   | -3,892.14                     | -21,097.81                | 3.59%                         | 6.55%                                     | No                                  | No se recupera | 0.41                                     | -3,585.82                     | -19,437.39                | 4.04%                         | 6.85%                                     | No |  |            |          |
| 30  | L2C353 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.43                   | -3,848.24                     | -20,859.83                | 4.21%                         | 7.23%                                     | No                                  | No se recupera | 0.44                                     | -3,569.58                     | -19,349.33                | 4.59%                         | 7.48%                                     | No |  |            |          |
| 31  | L3C350 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.39                   | -4,228.15                     | -22,919.22                | 3.24%                         | 6.30%                                     | No                                  | No se recupera | 0.40                                     | -3,947.78                     | -21,399.42                | 3.60%                         | 6.54%                                     | No |  |            |          |
| 32  | L3C353 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.42                   | -4,203.52                     | -22,785.66                | 3.78%                         | 6.92%                                     | No                                  | No se recupera | 0.43                                     | -3,950.03                     | -21,411.60                | 4.08%                         | 7.10%                                     | No |  |            |          |
| 33  | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.19                   | -2,798.22                     | -15,168.08                | -3.21%                        | 0.01%                                     | No                                  | No se recupera | 0.23                                     | -2,173.79                     | -11,783.28                | -1.22%                        | 1.88%                                     | No |  |            |          |
| 34  | L0M053 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.35                   | -1,795.75                     | -9,734.10                 | 4.34%                         | 5.29%                                     | No                                  | No se recupera | 0.44                                     | -1,234.42                     | -6,691.34                 | 6.58%                         | 7.35%                                     | No |  |            |          |
| 35  | L0M250 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.20                   | -3,150.08                     | -17,075.37                | 0.36%                         | 0.58%                                     | No                                  | No se recupera | 0.23                                     | -2,642.12                     | -14,321.92                | 1.65%                         | 1.85%                                     | No |  |            |          |
| 36  | L0M253 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.36                   | -2,682.28                     | -14,539.63                | 3.35%                         | 5.54%                                     | No                                  | No se recupera | 0.40                                     | -2,213.77                     | -12,000.02                | 4.57%                         | 6.54%                                     | No |  |            |          |



Tabla A6.8 Resultados de la evaluación económica de viviendas de 50 m². Casos 37 al 72

A-39

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Bu/hW | Capacidad requerida en Toneladas | Indicadores con valores promedio:   |                        |                               |                           |                               |                                           |                                     | Aceptación     | Indicadores con análisis de sensibilidad: |                               |                           |                               |                                           |    |      | Elección |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|----|------|----------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                  |                                  | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Interna Retorno) | TIRM (Tasa de Interna Retorno Modificada) | TR (Tiempo de Recuperación en años) |                | BC (Beneficio / Costo)                    | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Interna Retorno) | TIRM (Tasa de Interna Retorno Modificada) |    |      |          |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                  |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                           |                                     |                |                                           |                               |                           |                               |                                           |    |      |          |
| 37  | L0M350 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.20                   | -3,419.06                     | -18,533.43                | 0.13%                         | 0.76%                                     | No                                  | No se recupera | 0.23                                      | -2,932.80                     | -15,897.58                | 1.26%                         | 1.84%                                     | No |      |          |
| 38  | L0M353 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 13                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.34                   | -2,969.61                     | -16,097.13                | 2.89%                         | 5.23%                                     | No                                  | No se recupera | 0.38                                      | -2,522.06                     | -13,671.15                | 3.95%                         | 6.08%                                     | No |      |          |
| 39  | L1M250 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.39                   | -2,980.38                     | -16,155.50                | 3.54%                         | 6.32%                                     | No                                  | No se recupera | 0.42                                      | -2,564.21                     | -13,899.60                | 4.49%                         | 7.02%                                     | No |      |          |
| 40  | L1M253 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.45                   | -2,824.88                     | -15,312.60                | 4.77%                         | 7.67%                                     | No                                  | No se recupera | 0.48                                      | -2,440.83                     | -13,230.81                | 5.61%                         | 8.27%                                     | No |      |          |
| 41  | L1M350 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.38                   | -3,251.93                     | -17,627.49                | 3.18%                         | 6.09%                                     | No                                  | No se recupera | 0.41                                      | -2,857.36                     | -15,488.63                | 4.00%                         | 6.69%                                     | No |      |          |
| 42  | L1M353 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.44                   | -3,113.54                     | -16,877.32                | 4.30%                         | 7.34%                                     | No                                  | No se recupera | 0.46                                      | -2,750.40                     | -14,908.87                | 5.03%                         | 7.84%                                     | No |      |          |
| 43  | L2M250 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.41                   | -3,052.86                     | -16,548.40                | 3.82%                         | 6.77%                                     | No                                  | No se recupera | 0.44                                      | -2,660.05                     | -14,419.10                | 4.66%                         | 7.38%                                     | No |      |          |
| 44  | L2M253 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.46                   | -2,945.17                     | -15,964.66                | 4.80%                         | 7.81%                                     | No                                  | No se recupera | 0.49                                      | -2,582.57                     | -13,999.11                | 5.55%                         | 8.33%                                     | No |      |          |
| 45  | L2M350 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.40                   | -3,321.91                     | -18,006.83                | 3.47%                         | 6.54%                                     | No                                  | No se recupera | 0.42                                      | -2,950.79                     | -15,995.12                | 4.20%                         | 7.05%                                     | No |      |          |
| 46  | L2M353 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.44                   | -3,231.91                     | -17,518.95                | 4.37%                         | 7.49%                                     | No                                  | No se recupera | 0.47                                      | -2,890.29                     | -15,667.16                | 5.00%                         | 7.93%                                     | No |      |          |
| 47  | L3M350 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.39                   | -3,646.78                     | -19,767.82                | 3.10%                         | 6.30%                                     | No                                  | No se recupera | 0.41                                      | -3,302.05                     | -17,899.15                | 3.70%                         | 6.72%                                     | No |      |          |
| 48  | L3M353 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.43                   | -3,578.61                     | -19,398.30                | 3.89%                         | 7.15%                                     | No                                  | No se recupera | 0.45                                      | -3,262.51                     | -17,684.82                | 4.41%                         | 7.50%                                     | No |      |          |
| 49  | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 3.0                              | No se recupera                      | 0.19                   | -3,525.43                     | -19,110.04                | -0.59%                        | 0.26%                                     | No                                  | No se recupera | 0.22                                      | -3,009.84                     | -16,315.20                | 0.57%                         | 1.39%                                     | No |      |          |
| 50  | B0M053 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 13                               | 3.0                              | No se recupera                      | 0.30                   | -2,981.23                     | -16,160.12                | 2.69%                         | 4.05%                                     | No                                  | No se recupera | 0.34                                      | -2,510.41                     | -13,607.98                | 3.79%                         | 5.03%                                     | No |      |          |
| 51  | B0M250 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.21                   | -4,286.90                     | -23,237.64                | 0.09%                         | 1.13%                                     | No                                  | No se recupera | 0.23                                      | -3,871.39                     | -20,985.35                | 0.80%                         | 1.78%                                     | No |      |          |
| 52  | B0M253 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 13                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.32                   | -3,868.39                     | -20,969.08                | 2.23%                         | 4.57%                                     | No                                  | No se recupera | 0.34                                      | -3,490.37                     | -18,919.95                | 2.87%                         | 5.08%                                     | No |      |          |
| 53  | B0M350 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.22                   | -4,554.35                     | -24,687.39                | -0.07%                        | 1.23%                                     | No                                  | No se recupera | 0.23                                      | -4,160.60                     | -22,553.03                | 0.55%                         | 1.78%                                     | No |      |          |
| 54  | B0M353 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 13                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.31                   | -4,154.56                     | -22,520.26                | 1.92%                         | 4.38%                                     | No                                  | No se recupera | 0.33                                      | -3,797.54                     | -20,585.00                | 2.48%                         | 4.81%                                     | No |      |          |
| 55  | B1M250 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.33                   | -4,294.16                     | -23,277.03                | 2.06%                         | 4.82%                                     | No                                  | No se recupera | 0.34                                      | -3,963.37                     | -21,483.92                | 2.55%                         | 5.17%                                     | No |      |          |
| 56  | B1M253 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.38                   | -4,145.62                     | -22,471.81                | 3.09%                         | 6.09%                                     | No                                  | No se recupera | 0.39                                      | -3,846.66                     | -20,851.30                | 3.50%                         | 6.37%                                     | No |      |          |
| 57  | B1M350 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.32                   | -4,565.36                     | -24,747.06                | 1.83%                         | 4.70%                                     | No                                  | No se recupera | 0.34                                      | -4,256.17                     | -23,071.07                | 2.25%                         | 4.99%                                     | No |      |          |
| 58  | B1M353 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.37                   | -4,434.00                     | -24,035.02                | 2.78%                         | 5.87%                                     | No                                  | No se recupera | 0.38                                      | -4,155.97                     | -22,527.91                | 3.12%                         | 6.10%                                     | No |      |          |
| 59  | B2M250 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.34                   | -4,384.84                     | -23,768.54                | 2.28%                         | 5.23%                                     | No                                  | No se recupera | 0.36                                      | -4,076.67                     | -22,098.09                | 2.70%                         | 5.52%                                     | No |      |          |
| 60  | B2M253 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.39                   | -4,279.90                     | -23,199.73                | 3.13%                         | 6.24%                                     | No                                  | No se recupera | 0.40                                      | -4,001.84                     | -21,692.43                | 3.49%                         | 6.47%                                     | No |      |          |
| 61  | B2M350 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.34                   | -4,653.75                     | -25,226.19                | 2.06%                         | 5.10%                                     | No                                  | No se recupera | 0.35                                      | -4,367.28                     | -23,673.36                | 2.42%                         | 5.34%                                     | No |      |          |
| 62  | B2M353 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.38                   | -4,566.53                     | -24,753.42                | 2.84%                         | 6.03%                                     | No                                  | No se recupera | 0.39                                      | -4,309.45                     | -23,359.89                | 3.13%                         | 6.21%                                     | No |      |          |
| 63  | B3M350 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 10                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.33                   | -4,984.25                     | -27,017.74                | 1.80%                         | 4.96%                                     | No                                  | No se recupera | 0.34                                      | -4,723.95                     | -25,606.72                | 2.08%                         | 5.13%                                     | No |      |          |
| 64  | B3M353 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 13                               | 1.5                              | No se recupera                      | 0.37                   | -4,917.57                     | -26,656.28                | 2.50%                         | 5.79%                                     | No                                  | No se recupera | 0.37                                      | -4,685.83                     | -25,400.11                | 2.73%                         | 5.92%                                     | No |      |          |
| 65  | I3I450 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 10                               | 1.5                              | 3                                   | 3.14                   | 1,006.82                      | 5,457.58                  | 50.54%                        | 26.52%                                    | Si                                  | 4              | 2.58                                      | 864.99                        | 4,688.77                  | 41.95%                        | 24.44%                                    | Si |      |          |
| 66  | I3I453 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 13                               | 1.5                              | 4                                   | 2.44                   | 1,092.85                      | 5,923.94                  | 39.52%                        | 23.88%                                    | Si                                  | 5              | 2.08                                      | 921.68                        | 4,996.08                  | 33.94%                        | 22.26%                                    | Si | «--- |          |
| 67  | P3P350 | Performwall                    | 3"          | Performwall        | 3"          | 10                               | 1.5                              | 12                                  | 1.09                   | 95.78                         | 519.18                    | 16.72%                        | 15.84%                                    | Si                                  | No se recupera | 0.92                                      | -92.59                        | -501.92                   | 13.47%                        | 14.22%                                    | No |      |          |
| 68  | P3P353 | Performwall                    | 3"          | Performwall        | 3"          | 13                               | 1.5                              | 11                                  | 1.19                   | 248.82                        | 1,348.75                  | 18.47%                        | 16.65%                                    | Si                                  | 12             | 1.02                                      | 28.42                         | 154.07                    | 15.37%                        | 15.18%                                    | Si |      |          |
| 69  | A2A350 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 10                               | 2.5                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                               |                                           |                                     |                | De referencia                             |                               |                           |                               |                                           |    |      |          |
| 70  | A2A353 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 13                               | 2.5                              | 3                                   | 3.06                   | 477.17                        | 2,586.54                  | 49.01%                        | 26.22%                                    | Si                                  | 4              | 2.80                                      | 437.34                        | 2,370.66                  | 45.03%                        | 25.29%                                    | Si |      |          |
| 71  | A3A450 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 10                               | 2.0                              | No se recupera                      | 0.53                   | -482.17                       | -2,613.67                 | 5.33%                         | 9.09%                                     | No                                  | No se recupera | 0.45                                      | -627.76                       | -3,402.86                 | 3.15%                         | 7.65%                                     | No |      |          |
| 72  | A3A453 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 13                               | 2.0                              | No se recupera                      | 0.93                   | -90.42                        | -490.11                   | 13.60%                        | 14.27%                                    | No                                  | No se recupera | 0.80                                      | -270.05                       | -1,463.83                 | 11.05%                        | 12.90%                                    | No |      |          |

Tabla A6.9 Resultados de la evaluación económica de viviendas de 80 m². Casos 73 al 108

A-40

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Indicadores con valores promedio    |                        |                               |                           |                       |                                   | Aceptación | Indicadores con análisis de sensibilidad |                        |                               |                           |                       |                                   | Aceptación | Elección |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------|----------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Retorno) | TIRM (Tasa de Retorno Modificada) |            | TR (Tiempo de Recuperación en años)      | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Retorno) | TIRM (Tasa de Retorno Modificada) |            |          |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                       |                                   |            |                                          |                        |                               |                           |                       |                                   |            |          |
| 73  | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 5.0                              | No se recupera                      | 0.14                   | -8,273.44                     | -44,847.18                | -6.77%                | -2.23%                            | No         | No se recupera                           | 0.16                   | -7,464.01                     | -40,459.55                | -5.90%                | -1.48%                            | No         |          |
| 74  | B0C083 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 5.0                              | No se recupera                      | 0.26                   | -5,259.26                     | -28,508.42                | 2.13%                 | 2.85%                             | No         | No se recupera                           | 0.29                   | -4,604.42                     | -24,958.83                | 2.96%                 | 3.64%                             | No         |          |
| 75  | B0C280 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.47                   | -4,729.83                     | -25,638.60                | 5.32%                 | 7.96%                             | No         | No se recupera                           | 0.49                   | -4,256.20                     | -23,071.23                | 5.85%                 | 8.33%                             | No         |          |
| 76  | B0C283 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.54                   | -4,165.80                     | -22,581.23                | 6.76%                 | 9.33%                             | No         | No se recupera                           | 0.56                   | -3,737.74                     | -20,260.85                | 7.24%                 | 9.65%                             | No         |          |
| 77  | B0C380 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.48                   | -4,736.24                     | -25,673.36                | 5.54%                 | 8.22%                             | No         | No se recupera                           | 0.50                   | -4,284.74                     | -23,225.97                | 6.03%                 | 8.56%                             | No         |          |
| 78  | B0C383 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.55                   | -4,203.50                     | -22,785.55                | 6.85%                 | 9.44%                             | No         | No se recupera                           | 0.57                   | -3,794.05                     | -20,566.09                | 7.30%                 | 9.74%                             | No         |          |
| 79  | B1C280 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.44                   | -5,938.95                     | -32,192.77                | 4.50%                 | 7.47%                             | No         | No se recupera                           | 0.45                   | -5,577.56                     | -30,233.85                | 4.78%                 | 7.64%                             | No         |          |
| 80  | B1C283 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.50                   | -5,468.41                     | -29,642.18                | 5.59%                 | 8.52%                             | No         | No se recupera                           | 0.51                   | -5,146.59                     | -27,897.71                | 5.83%                 | 8.66%                             | No         |          |
| 81  | B1C380 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.44                   | -6,301.97                     | -34,160.56                | 4.31%                 | 7.37%                             | No         | No se recupera                           | 0.45                   | -5,976.26                     | -32,395.05                | 4.52%                 | 7.50%                             | No         |          |
| 82  | B1C383 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.49                   | -5,871.05                     | -31,824.74                | 5.29%                 | 8.32%                             | No         | No se recupera                           | 0.49                   | -5,583.32                     | -30,265.08                | 5.47%                 | 8.42%                             | No         |          |
| 83  | B2C280 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.47                   | -5,686.70                     | -30,825.43                | 5.04%                 | 8.01%                             | No         | No se recupera                           | 0.48                   | -5,342.44                     | -28,959.36                | 5.31%                 | 8.17%                             | No         |          |
| 84  | B2C283 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.52                   | -5,268.30                     | -28,557.47                | 6.00%                 | 8.89%                             | No         | No se recupera                           | 0.53                   | -4,959.16                     | -26,881.71                | 6.23%                 | 9.02%                             | No         |          |
| 85  | B2C380 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.46                   | -6,055.65                     | -32,825.39                | 4.82%                 | 7.88%                             | No         | No se recupera                           | 0.47                   | -5,746.84                     | -31,151.44                | 5.02%                 | 8.00%                             | No         |          |
| 86  | B2C383 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.51                   | -5,675.51                     | -30,764.77                | 5.68%                 | 8.68%                             | No         | No se recupera                           | 0.51                   | -5,400.28                     | -29,272.84                | 5.85%                 | 8.76%                             | No         |          |
| 87  | B3C380 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.45                   | -6,500.46                     | -35,236.53                | 4.50%                 | 7.66%                             | No         | No se recupera                           | 0.46                   | -6,225.98                     | -33,748.66                | 4.65%                 | 7.73%                             | No         |          |
| 88  | B3C383 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.49                   | -6,145.79                     | -33,313.96                | 5.29%                 | 8.40%                             | No         | No se recupera                           | 0.49                   | -5,903.86                     | -32,002.58                | 5.41%                 | 8.44%                             | No         |          |
| 89  | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 6.0                              | No se recupera                      | 0.11                   | -8,750.13                     | -47,431.11                | -15.35%               | -4.61%                            | No         | No se recupera                           | 0.12                   | -7,748.96                     | -42,004.17                | -14.05%               | -3.60%                            | No         |          |
| 90  | L0C083 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 6.0                              | No se recupera                      | 0.19                   | -5,479.70                     | -29,703.38                | -2.66%                | -0.02%                            | No         | No se recupera                           | 0.21                   | -4,639.00                     | -25,146.25                | -1.39%                | 1.17%                             | No         |          |
| 91  | L0C280 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.29                   | -5,106.00                     | -27,677.68                | 2.08%                 | 3.74%                             | No         | No se recupera                           | 0.32                   | -4,462.18                     | -24,187.78                | 2.96%                 | 4.49%                             | No         |          |
| 92  | L0C283 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.54                   | -3,399.20                     | -18,425.78                | 6.82%                 | 9.28%                             | No         | No se recupera                           | 0.58                   | -2,844.21                     | -15,417.36                | 7.70%                 | 9.90%                             | No         |          |
| 93  | L0C380 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.33                   | -5,168.65                     | -28,017.27                | 2.70%                 | 4.93%                             | No         | No se recupera                           | 0.36                   | -4,572.52                     | -24,785.90                | 3.46%                 | 5.55%                             | No         |          |
| 94  | L0C383 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.52                   | -3,798.36                     | -20,589.44                | 6.36%                 | 8.97%                             | No         | No se recupera                           | 0.55                   | -3,277.59                     | -17,766.59                | 7.10%                 | 9.48%                             | No         |          |
| 95  | L1C280 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.52                   | -4,046.48                     | -21,934.41                | 6.23%                 | 8.97%                             | No         | No se recupera                           | 0.55                   | -3,562.51                     | -19,311.01                | 6.86%                 | 9.40%                             | No         |          |
| 96  | L1C283 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.59                   | -3,566.82                     | -19,334.37                | 7.52%                 | 10.08%                            | No         | No se recupera                           | 0.62                   | -3,122.78                     | -16,927.39                | 8.10%                 | 10.46%                            | No         |          |
| 97  | L1C380 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.51                   | -4,410.13                     | -23,905.62                | 5.91%                 | 8.78%                             | No         | No se recupera                           | 0.53                   | -3,961.81                     | -21,475.49                | 6.44%                 | 9.13%                             | No         |          |
| 98  | L1C383 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.57                   | -3,969.94                     | -21,519.55                | 7.07%                 | 9.78%                             | No         | No se recupera                           | 0.59                   | -3,559.98                     | -19,297.28                | 7.55%                 | 10.09%                            | No         |          |
| 99  | L2C280 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.56                   | -3,769.39                     | -20,432.44                | 6.93%                 | 9.59%                             | No         | No se recupera                           | 0.59                   | -3,303.55                     | -17,907.27                | 7.54%                 | 10.00%                            | No         |          |
| 100 | L2C283 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.62                   | -3,347.61                     | -18,146.09                | 8.03%                 | 10.49%                            | No         | No se recupera                           | 0.64                   | -2,917.00                     | -15,811.97                | 8.61%                 | 10.86%                            | No         |          |
| 101 | L2C380 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.55                   | -4,138.63                     | -22,433.95                | 6.57%                 | 9.36%                             | No         | No se recupera                           | 0.57                   | -3,708.22                     | -20,100.84                | 7.08%                 | 9.69%                             | No         |          |
| 102 | L2C383 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.60                   | -3,755.03                     | -20,354.59                | 7.56%                 | 10.18%                            | No         | No se recupera                           | 0.62                   | -3,358.33                     | -18,204.24                | 8.03%                 | 10.47%                            | No         |          |
| 103 | L3C380 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.53                   | -4,576.44                     | -24,807.14                | 6.13%                 | 9.05%                             | No         | No se recupera                           | 0.54                   | -4,180.63                     | -22,661.63                | 6.54%                 | 9.32%                             | No         |          |
| 104 | L3C383 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.57                   | -4,219.92                     | -22,874.58                | 7.03%                 | 9.81%                             | No         | No se recupera                           | 0.59                   | -3,856.75                     | -20,905.96                | 7.41%                 | 10.04%                            | No         |          |
| 105 | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 5.0                              | No se recupera                      | 0.17                   | -4,311.50                     | -23,370.98                | -6.24%                | -0.76%                            | No         | No se recupera                           | 0.22                   | -3,326.73                     | -18,032.96                | -4.12%                | 1.22%                             | No         |          |
| 106 | L0M083 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 5.0                              | No se recupera                      | 0.51                   | -1,694.73                     | -9,186.49                 | 7.35%                 | 8.76%                             | No         | No se recupera                           | 0.68                   | -848.67                       | -4,600.34                 | 10.42%                | 11.32%                            | No         |          |
| 107 | L0M280 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.24                   | -4,357.99                     | -23,623.02                | 1.07%                 | 2.04%                             | No         | No se recupera                           | 0.28                   | -3,608.57                     | -19,560.70                | 2.42%                 | 3.29%                             | No         |          |
| 108 | L0M283 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.59                   | -2,437.81                     | -13,214.44                | 7.70%                 | 10.06%                            | No         | No se recupera                           | 0.66                   | -1,785.75                     | -9,679.86                 | 9.15%                 | 11.06%                            | No         |          |

Tabla A6.10 Resultados de la evaluación económica de viviendas de 80 m². Casos 109 al 144

A-41

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Indicadores con valores promedio:   |                        |                               |                           |                               |                                           |                                     | Aceptación     | Indicadores con análisis de sensibilidad: |                               |                           |                               |                                           |    |       | Aceptación | Elección |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|----|-------|------------|----------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno) | TIRM (Tasa Interna de Retorno Modificada) | TR (Tiempo de Recuperación en años) |                | BC (Beneficio / Costo)                    | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno) | TIRM (Tasa Interna de Retorno Modificada) |    |       |            |          |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                           |                                     |                |                                           |                               |                           |                               |                                           |    |       |            |          |
| 109 | L0M380 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.26                   | -4,665.12                     | -25,287.86                | 1.13%                         | 2.68%                                     | No                                  | No se recupera | 0.29                                      | -3,953.62                     | -21,431.05                | 2.31%                         | 3.72%                                     | No |       |            |          |
| 110 | L0M383 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.59                   | -2,668.89                     | -14,467.03                | 7.57%                         | 10.05%                                    | No                                  | No se recupera | 0.65                                      | -2,057.78                     | -11,154.46                | 8.80%                         | 10.88%                                    | No |       |            |          |
| 111 | L1M280 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.60                   | -2,814.13                     | -15,254.32                | 7.62%                         | 10.20%                                    | No                                  | No se recupera | 0.65                                      | -2,243.94                     | -12,163.52                | 8.68%                         | 10.90%                                    | No |       |            |          |
| 112 | L1M283 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.68                   | -2,338.95                     | -12,678.55                | 9.10%                         | 11.33%                                    | No                                  | No se recupera | 0.73                                      | -1,808.50                     | -9,803.19                 | 10.12%                        | 11.97%                                    | No |       |            |          |
| 113 | L1M380 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.57                   | -3,230.68                     | -17,512.28                | 7.03%                         | 9.80%                                     | No                                  | No se recupera | 0.61                                      | -2,694.02                     | -14,603.27                | 7.92%                         | 10.38%                                    | No |       |            |          |
| 114 | L1M383 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.64                   | -2,782.76                     | -15,084.31                | 8.38%                         | 10.86%                                    | No                                  | No se recupera | 0.68                                      | -2,284.76                     | -12,384.83                | 9.23%                         | 11.39%                                    | No |       |            |          |
| 115 | L2M280 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.65                   | -2,520.56                     | -13,662.99                | 8.49%                         | 10.88%                                    | No                                  | No se recupera | 0.69                                      | -1,969.15                     | -10,673.99                | 9.54%                         | 11.55%                                    | No |       |            |          |
| 116 | L2M283 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.71                   | -2,107.05                     | -11,421.53                | 9.74%                         | 11.79%                                    | No                                  | No se recupera | 0.76                                      | -1,590.55                     | -8,621.78                 | 10.75%                        | 12.41%                                    | No |       |            |          |
| 117 | L2M380 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.62                   | -2,940.57                     | -15,939.73                | 7.85%                         | 10.45%                                    | No                                  | No se recupera | 0.65                                      | -2,422.56                     | -13,131.77                | 8.73%                         | 11.01%                                    | No |       |            |          |
| 118 | L2M383 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.68                   | -2,553.53                     | -13,841.74                | 8.99%                         | 11.30%                                    | No                                  | No se recupera | 0.71                                      | -2,069.37                     | -11,217.29                | 9.82%                         | 11.82%                                    | No |       |            |          |
| 119 | L3M380 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.59                   | -3,370.19                     | -18,268.52                | 7.27%                         | 10.07%                                    | No                                  | No se recupera | 0.62                                      | -2,887.11                     | -15,649.94                | 8.00%                         | 10.53%                                    | No |       |            |          |
| 120 | L3M383 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.64                   | -3,012.12                     | -16,327.58                | 8.30%                         | 10.85%                                    | No                                  | No se recupera | 0.67                                      | -2,561.74                     | -13,886.22                | 8.99%                         | 11.27%                                    | No |       |            |          |
| 121 | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.19                   | -5,023.61                     | -27,231.08                | -1.63%                        | 0.15%                                     | No                                  | No se recupera | 0.22                                      | -4,200.90                     | -22,771.50                | -0.28%                        | 1.44%                                     | No |       |            |          |
| 122 | B0M083 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.51                   | -2,647.74                     | -14,352.41                | 6.74%                         | 8.75%                                     | No                                  | No se recupera | 0.58                                      | -1,940.62                     | -10,519.37                | 8.31%                         | 9.96%                                     | No |       |            |          |
| 123 | B0M280 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.35                   | -4,836.94                     | -26,219.20                | 2.98%                         | 5.32%                                     | No                                  | No se recupera | 0.38                                      | -4,223.50                     | -22,894.00                | 3.83%                         | 6.00%                                     | No |       |            |          |
| 124 | B0M283 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.56                   | -3,389.15                     | -18,371.28                | 6.99%                         | 9.55%                                     | No                                  | No se recupera | 0.59                                      | -2,856.63                     | -15,484.68                | 7.82%                         | 10.12%                                    | No |       |            |          |
| 125 | B0M380 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.35                   | -5,186.08                     | -28,111.78                | 2.83%                         | 5.37%                                     | No                                  | No se recupera | 0.37                                      | -4,608.88                     | -24,982.99                | 3.56%                         | 5.93%                                     | No |       |            |          |
| 126 | B0M383 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.53                   | -3,836.08                     | -20,793.93                | 6.42%                         | 9.15%                                     | No                                  | No se recupera | 0.56                                      | -3,335.88                     | -18,082.54                | 7.11%                         | 9.61%                                     | No |       |            |          |
| 127 | B1M280 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.49                   | -4,703.82                     | -25,497.64                | 5.31%                         | 8.34%                                     | No                                  | No se recupera | 0.51                                      | -4,256.33                     | -23,071.92                | 5.82%                         | 8.68%                                     | No |       |            |          |
| 128 | B1M283 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.55                   | -4,238.41                     | -22,974.79                | 6.55%                         | 9.42%                                     | No                                  | No se recupera | 0.57                                      | -3,830.26                     | -20,762.40                | 7.01%                         | 9.72%                                     | No |       |            |          |
| 129 | B1M380 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.50                   | -4,740.17                     | -25,694.67                | 5.48%                         | 8.52%                                     | No                                  | No se recupera | 0.52                                      | -4,313.71                     | -23,382.98                | 5.95%                         | 8.82%                                     | No |       |            |          |
| 130 | B1M383 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.55                   | -4,298.28                     | -23,299.33                | 6.60%                         | 9.49%                                     | No                                  | No se recupera | 0.57                                      | -3,907.87                     | -21,183.05                | 7.03%                         | 9.76%                                     | No |       |            |          |
| 131 | B2M280 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.52                   | -4,436.76                     | -24,049.99                | 5.97%                         | 8.94%                                     | No                                  | No se recupera | 0.54                                      | -4,006.98                     | -21,720.33                | 6.47%                         | 9.25%                                     | No |       |            |          |
| 132 | B2M283 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.58                   | -4,026.90                     | -21,828.30                | 7.03%                         | 9.83%                                     | No                                  | No se recupera | 0.59                                      | -3,631.89                     | -19,687.10                | 7.49%                         | 10.11%                                    | No |       |            |          |
| 133 | B2M380 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.51                   | -4,856.56                     | -26,325.54                | 5.57%                         | 8.66%                                     | No                                  | No se recupera | 0.52                                      | -4,460.19                     | -24,176.97                | 5.98%                         | 8.91%                                     | No |       |            |          |
| 134 | B2M383 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.55                   | -4,473.21                     | -24,247.59                | 6.54%                         | 9.49%                                     | No                                  | No se recupera | 0.57                                      | -4,110.55                     | -22,281.73                | 6.91%                         | 9.71%                                     | No |       |            |          |
| 135 | B3M380 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.49                   | -5,293.65                     | -28,694.86                | 5.19%                         | 8.39%                                     | No                                  | No se recupera | 0.50                                      | -4,931.92                     | -26,734.05                | 5.51%                         | 8.59%                                     | No |       |            |          |
| 136 | B3M383 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.54                   | -4,937.56                     | -26,764.61                | 6.08%                         | 9.16%                                     | No                                  | No se recupera | 0.54                                      | -4,608.44                     | -24,980.59                | 6.37%                         | 9.33%                                     | No |       |            |          |
| 137 | I3I480 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 10                                | 2.0                              | 2                                   | 6.75                   | 3,110.95                      | 16,863.28                 | 106.74%                       | 34.84%                                    | Si                                  | 2              | 5.39                                      | 2,850.42                      | 15,451.04                 | 86.15%                        | 32.33%                                    | Si |       |            |          |
| 138 | I3I483 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 13                                | 2.0                              | 2                                   | 5.68                   | 3,495.83                      | 18,949.57                 | 90.10%                        | 32.92%                                    | Si                                  | 2              | 4.70                                      | 3,201.53                      | 17,354.28                 | 75.28%                        | 30.83%                                    | Si | «---- |            |          |
| 139 | P3P380 | Performwall                    | 3"          | Performwal         | 3"          | 10                                | 2.5                              | 6                                   | 1.83                   | 1,377.78                      | 7,468.45                  | 29.81%                        | 20.94%                                    | Si                                  | 7              | 1.56                                      | 1,041.16                      | 5,643.70                  | 25.30%                        | 19.33%                                    | Si |       |            |          |
| 140 | P3P383 | Performwall                    | 3"          | Performwal         | 3"          | 13                                | 2.5                              | 5                                   | 2.00                   | 1,897.19                      | 10,283.93                 | 32.64%                        | 21.85%                                    | Si                                  | 6              | 1.72                                      | 1,519.04                      | 8,234.15                  | 28.06%                        | 20.32%                                    | Si |       |            |          |
| 141 | A2A380 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 10                                | 4.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                               |                                           |                                     | De referencia  |                                           |                               |                           |                               |                                           |    |       |            |          |
| 142 | A2A383 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 13                                | 4.0                              | 1                                   | 8.92                   | 1,830.45                      | 9,922.19                  | 140.63%                       | 38.01%                                    | Si                                  | 1              | 8.16                                      | 1,736.68                      | 9,413.90                  | 128.92%                       | 36.98%                                    | Si |       |            |          |
| 143 | A3A480 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 10                                | 3.0                              | 12                                  | 1.06                   | 89.52                         | 485.26                    | 16.15%                        | 15.56%                                    | Si                                  | No se recupera | 0.91                                      | -155.38                       | -842.26                   | 13.14%                        | 14.07%                                    | No |       |            |          |
| 144 | A3A483 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 13                                | 3.0                              | 6                                   | 1.82                   | 1,434.88                      | 7,777.95                  | 29.61%                        | 20.88%                                    | Si                                  | 7              | 1.57                                      | 1,113.16                      | 6,034.03                  | 25.55%                        | 19.43%                                    | Si |       |            |          |

Tabla A6.11 Resultados de la evaluación económica de viviendas convencionales de 50 m². Casos 1 al 32

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hW | Capacidad requerida en Toneladas | Indicadores con valores promedio:   |                        |                               |                           |                       |                                   | Aceptación | Indicadores con análisis de sensibilidad: |                        |                               |                           |                       |                                   | Aceptación | Elección |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------|----------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Retorno) | TIRM (Tasa de Retorno Modificada) |            | TR (Tiempo de Recuperación en años)       | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Retorno) | TIRM (Tasa de Retorno Modificada) |            |          |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                       |                                   |            |                                           |                        |                               |                           |                       |                                   |            |          |
| 1   | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.10                   | -3,112.10                     | -16,869.53                | -8.13%                | -5.34%                            | No         | No se recupera                            | 0.09                   | -3,256.30                     | -17,651.17                | -8.79%                | -6.04%                            | No         |          |
| 2   | B0C053 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.39                   | -1,927.04                     | -10,445.77                | 2.91%                 | 6.38%                             | No         | No se recupera                            | 0.36                   | -2,139.20                     | -11,595.76                | 1.87%                 | 5.56%                             | No         |          |
| 3   | B0C250 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.50                   | -1,944.19                     | -10,538.74                | 4.90%                 | 8.60%                             | No         | No se recupera                            | 0.46                   | -2,222.52                     | -12,047.41                | 3.73%                 | 7.78%                             | No         |          |
| 4   | B0C253 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.61                   | -1,600.34                     | -8,674.81                 | 7.33%                 | 10.42%                            | No         | No se recupera                            | 0.56                   | -1,913.15                     | -10,370.45                | 6.05%                 | 9.58%                             | No         |          |
| 5   | B0C350 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.49                   | -2,187.54                     | -11,857.81                | 4.47%                 | 8.33%                             | No         | No se recupera                            | 0.45                   | -2,488.58                     | -13,489.64                | 3.30%                 | 7.50%                             | No         |          |
| 6   | B0C353 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.59                   | -1,868.11                     | -10,126.32                | 6.65%                 | 9.98%                             | No         | No se recupera                            | 0.53                   | -2,202.67                     | -11,939.83                | 5.40%                 | 9.15%                             | No         |          |
| 7   | B1C250 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.53                   | -2,439.59                     | -13,224.07                | 5.23%                 | 9.06%                             | No         | No se recupera                            | 0.48                   | -2,812.76                     | -15,246.89                | 4.02%                 | 8.24%                             | No         |          |
| 8   | B1C253 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.58                   | -2,240.70                     | -12,145.99                | 6.50%                 | 9.96%                             | No         | No se recupera                            | 0.53                   | -2,640.20                     | -14,311.52                | 5.23%                 | 9.13%                             | No         |          |
| 9   | B1C350 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.56                   | -2,316.75                     | -12,558.20                | 5.85%                 | 9.51%                             | No         | No se recupera                            | 0.51                   | -2,697.62                     | -14,622.77                | 4.61%                 | 8.68%                             | No         |          |
| 10  | B1C353 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.59                   | -2,236.25                     | -12,121.85                | 6.70%                 | 10.11%                            | No         | No se recupera                            | 0.54                   | -2,646.24                     | -14,344.28                | 5.42%                 | 9.28%                             | No         |          |
| 11  | B2C250 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.58                   | -2,181.43                     | -11,824.70                | 6.31%                 | 9.84%                             | No         | No se recupera                            | 0.53                   | -2,561.52                     | -13,885.01                | 5.05%                 | 9.01%                             | No         |          |
| 12  | B2C253 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.61                   | -2,116.92                     | -11,475.03                | 7.07%                 | 10.37%                            | No         | No se recupera                            | 0.56                   | -2,525.49                     | -13,689.73                | 5.78%                 | 9.54%                             | No         |          |
| 13  | B2C350 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.56                   | -2,427.17                     | -13,156.74                | 5.88%                 | 9.57%                             | No         | No se recupera                            | 0.51                   | -2,829.88                     | -15,339.70                | 4.64%                 | 8.74%                             | No         |          |
| 14  | B2C353 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.59                   | -2,385.72                     | -12,932.10                | 6.54%                 | 10.03%                            | No         | No se recupera                            | 0.54                   | -2,816.00                     | -15,264.44                | 5.27%                 | 9.20%                             | No         |          |
| 15  | B3C350 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.53                   | -2,768.17                     | -15,005.20                | 5.26%                 | 9.15%                             | No         | No se recupera                            | 0.49                   | -3,196.63                     | -17,327.69                | 4.03%                 | 8.32%                             | No         |          |
| 16  | B3C353 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.56                   | -2,744.84                     | -14,878.74                | 5.85%                 | 9.57%                             | No         | No se recupera                            | 0.51                   | -3,200.13                     | -17,346.69                | 4.60%                 | 8.74%                             | No         |          |
| 17  | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.07                   | -2,069.64                     | -11,218.75                | -18.43%               | -8.12%                            | No         | No se recupera                            | 0.06                   | -2,117.61                     | -11,478.77                | -18.91%               | -8.69%                            | No         |          |
| 18  | L0C053 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.63                   | -611.71                       | -3,315.84                 | 8.02%                 | 10.67%                            | No         | No se recupera                            | 0.58                   | -738.55                       | -4,003.38                 | 6.77%                 | 9.83%                             | No         |          |
| 19  | L0C250 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.67                   | -783.89                       | -4,249.19                 | 8.49%                 | 11.27%                            | No         | No se recupera                            | 0.61                   | -970.70                       | -5,261.79                 | 7.14%                 | 10.43%                            | No         |          |
| 20  | L0C253 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.85                   | -396.27                       | -2,148.05                 | 12.09%                | 13.45%                            | No         | No se recupera                            | 0.78                   | -619.32                       | -3,357.12                 | 10.58%                | 12.59%                            | No         |          |
| 21  | L0C350 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.63                   | -1,028.86                     | -5,577.08                 | 7.42%                 | 10.61%                            | No         | No se recupera                            | 0.57                   | -1,238.32                     | -6,712.49                 | 6.11%                 | 9.78%                             | No         |          |
| 22  | L0C353 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.78                   | -665.35                       | -3,606.63                 | 10.62%                | 12.61%                            | No         | No se recupera                            | 0.71                   | -910.09                       | -4,933.27                 | 9.16%                 | 11.77%                            | No         |          |
| 23  | L1C250 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.69                   | -1,123.94                     | -6,092.47                 | 8.74%                 | 11.55%                            | No         | No se recupera                            | 0.63                   | -1,411.81                     | -7,652.91                 | 7.34%                 | 10.71%                            | No         |          |
| 24  | L1C253 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.76                   | -918.54                       | -4,979.04                 | 10.24%                | 12.44%                            | No         | No se recupera                            | 0.70                   | -1,233.00                     | -6,683.60                 | 8.78%                 | 11.59%                            | No         |          |
| 25  | L1C350 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.73                   | -999.88                       | -5,419.96                 | 9.53%                 | 12.02%                            | No         | No se recupera                            | 0.67                   | -1,295.50                     | -7,022.42                 | 8.10%                 | 11.18%                            | No         |          |
| 26  | L1C353 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.77                   | -913.14                       | -4,949.79                 | 10.41%                | 12.54%                            | No         | No se recupera                            | 0.70                   | -1,238.13                     | -6,711.45                 | 8.94%                 | 11.69%                            | No         |          |
| 27  | L2C250 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.77                   | -848.02                       | -4,596.82                 | 10.30%                | 12.48%                            | No         | No se recupera                            | 0.70                   | -1,143.52                     | -6,198.60                 | 8.84%                 | 11.64%                            | No         |          |
| 28  | L2C253 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.80                   | -781.09                       | -4,234.01                 | 11.02%                | 12.89%                            | No         | No se recupera                            | 0.73                   | -1,105.17                     | -5,990.70                 | 9.53%                 | 12.05%                            | No         |          |
| 29  | L2C350 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.73                   | -1,093.92                     | -5,929.73                 | 9.42%                 | 11.97%                            | No         | No se recupera                            | 0.66                   | -1,412.04                     | -7,654.11                 | 7.99%                 | 11.13%                            | No         |          |
| 30  | L2C353 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.75                   | -1,050.02                     | -5,691.75                 | 10.04%                | 12.34%                            | No         | No se recupera                            | 0.69                   | -1,395.79                     | -7,566.05                 | 8.58%                 | 11.49%                            | No         |          |
| 31  | L3C350 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.68                   | -1,429.94                     | -7,751.14                 | 8.33%                 | 11.33%                            | No         | No se recupera                            | 0.62                   | -1,773.99                     | -9,616.14                 | 6.94%                 | 10.49%                            | No         |          |
| 32  | L3C353 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.70                   | -1,405.30                     | -7,617.58                 | 8.89%                 | 11.66%                            | No         | No se recupera                            | 0.64                   | -1,776.24                     | -9,628.32                 | 7.48%                 | 10.82%                            | No         |          |

Tabla A6.12 Resultados de la evaluación económica de viviendas convencionales de 50 m². Casos 33 al 64

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Indicadores con valores promedio:   |                        |                               |                           |                               |                                           | Aceptación | Indicadores con análisis de sensibilidad: |                        |                               |                           |                               |                                           | Aceptación | Elección |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------|-------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------|----------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Retorno Interna) | TIRM (Tasa de Retorno Interna Modificada) |            | TR (Tiempo de Recuperación en años)       | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Retorno Interna) | TIRM (Tasa de Retorno Interna Modificada) |            |          |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                           |            |                                           |                        |                               |                           |                               |                                           |            |          |
| 33  | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 3.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                               |                                           |            | De referencia                             |                        |                               |                           |                               |                                           |            |          |
| 34  | L0M053 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 3.0                              | 2                                   | 4.90                   | 1,002.47                      | 5,433.98                  | 78.07%                        | 31.27%                                    | Si         | 2                                         | 4.48                   | 939.36                        | 5,091.93                  | 71.69%                        | 30.30%                                    | Si         | <----    |
| 35  | L0M250 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.76                   | -351.86                       | -1,907.28                 | 9.79%                         | 12.36%                                    | No         | No se recupera                            | 0.69                   | -468.33                       | -2,538.64                 | 8.26%                         | 11.52%                                    | No         |          |
| 36  | L0M253 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 12                                  | 1.07                   | 115.94                        | 628.45                    | 16.37%                        | 15.64%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.98                   | -39.99                        | -216.75                   | 14.54%                        | 14.78%                                    | No         |          |
| 37  | L0M350 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.66                   | -620.84                       | -3,365.35                 | 7.46%                         | 11.03%                                    | No         | No se recupera                            | 0.60                   | -759.01                       | -4,114.31                 | 6.03%                         | 10.20%                                    | No         |          |
| 38  | L0M353 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.92                   | -171.39                       | -929.05                   | 13.28%                        | 14.16%                                    | No         | No se recupera                            | 0.84                   | -348.28                       | -1,887.87                 | 11.61%                        | 13.31%                                    | No         |          |
| 39  | L1M250 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.92                   | -182.16                       | -987.42                   | 13.43%                        | 14.24%                                    | No         | No se recupera                            | 0.84                   | -390.42                       | -2,116.33                 | 11.73%                        | 13.39%                                    | No         |          |
| 40  | L1M253 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.99                   | -26.66                        | -144.52                   | 14.80%                        | 14.90%                                    | No         | No se recupera                            | 0.91                   | -267.04                       | -1,447.54                 | 13.04%                        | 14.05%                                    | No         |          |
| 41  | L1M350 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.84                   | -453.71                       | -2,459.41                 | 11.54%                        | 13.29%                                    | No         | No se recupera                            | 0.76                   | -683.57                       | -3,705.36                 | 9.94%                         | 12.44%                                    | No         |          |
| 42  | L1M353 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.90                   | -315.32                       | -1,709.24                 | 12.87%                        | 13.95%                                    | No         | No se recupera                            | 0.82                   | -576.61                       | -3,125.60                 | 11.21%                        | 13.11%                                    | No         |          |
| 43  | L2M250 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.91                   | -254.64                       | -1,380.31                 | 13.04%                        | 14.05%                                    | No         | No se recupera                            | 0.83                   | -486.26                       | -2,635.83                 | 11.35%                        | 13.20%                                    | No         |          |
| 44  | L2M253 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.95                   | -146.95                       | -796.57                   | 13.99%                        | 14.51%                                    | No         | No se recupera                            | 0.87                   | -408.78                       | -2,215.84                 | 12.28%                        | 13.66%                                    | No         |          |
| 45  | L2M350 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.83                   | -523.69                       | -2,838.75                 | 11.38%                        | 13.20%                                    | No         | No se recupera                            | 0.76                   | -777.01                       | -4,211.85                 | 9.78%                         | 12.36%                                    | No         |          |
| 46  | L2M353 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.87                   | -433.69                       | -2,350.87                 | 12.30%                        | 13.67%                                    | No         | No se recupera                            | 0.80                   | -716.50                       | -3,883.88                 | 10.67%                        | 12.82%                                    | No         |          |
| 47  | L3M350 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.76                   | -848.56                       | -4,599.74                 | 9.79%                         | 12.35%                                    | No         | No se recupera                            | 0.69                   | -1,128.26                     | -6,115.88                 | 8.26%                         | 11.51%                                    | No         |          |
| 48  | L3M353 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.79                   | -780.39                       | -4,230.22                 | 10.64%                        | 12.80%                                    | No         | No se recupera                            | 0.72                   | -1,088.72                     | -5,901.54                 | 9.09%                         | 11.95%                                    | No         |          |
| 49  | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.52                   | -727.21                       | -3,941.95                 | 5.35%                         | 8.89%                                     | No         | No se recupera                            | 0.47                   | -836.05                       | -4,531.92                 | 4.17%                         | 8.06%                                     | No         |          |
| 50  | B0M053 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.90                   | -183.01                       | -992.04                   | 13.04%                        | 13.96%                                    | No         | No se recupera                            | 0.82                   | -336.62                       | -1,824.70                 | 11.50%                        | 13.10%                                    | No         |          |
| 51  | B0M250 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.50                   | -1,488.68                     | -8,069.56                 | 4.27%                         | 8.49%                                     | No         | No se recupera                            | 0.45                   | -1,697.61                     | -9,202.08                 | 3.07%                         | 7.67%                                     | No         |          |
| 52  | B0M253 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.66                   | -1,070.17                     | -5,801.00                 | 8.14%                         | 11.15%                                    | No         | No se recupera                            | 0.61                   | -1,316.58                     | -7,136.67                 | 6.78%                         | 10.32%                                    | No         |          |
| 53  | B0M350 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.47                   | -1,756.13                     | -9,519.31                 | 3.55%                         | 8.01%                                     | No         | No se recupera                            | 0.43                   | -1,986.81                     | -10,769.75                | 2.38%                         | 7.19%                                     | No         |          |
| 54  | B0M353 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.62                   | -1,356.34                     | -7,352.18                 | 7.07%                         | 10.48%                                    | No         | No se recupera                            | 0.56                   | -1,623.75                     | -8,801.73                 | 5.75%                         | 9.65%                                     | No         |          |
| 55  | B1M250 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.62                   | -1,495.94                     | -8,108.94                 | 6.95%                         | 10.46%                                    | No         | No se recupera                            | 0.56                   | -1,789.58                     | -9,700.64                 | 5.62%                         | 9.63%                                     | No         |          |
| 56  | B1M253 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.68                   | -1,347.40                     | -7,303.73                 | 8.35%                         | 11.34%                                    | No         | No se recupera                            | 0.62                   | -1,672.88                     | -9,068.03                 | 6.96%                         | 10.51%                                    | No         |          |
| 57  | B1M350 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.59                   | -1,767.14                     | -9,578.98                 | 6.19%                         | 9.98%                                     | No         | No se recupera                            | 0.53                   | -2,082.38                     | -11,287.79                | 4.89%                         | 9.16%                                     | No         |          |
| 58  | B1M353 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.64                   | -1,635.78                     | -8,866.94                 | 7.48%                         | 10.81%                                    | No         | No se recupera                            | 0.59                   | -1,982.18                     | -10,744.64                | 6.13%                         | 9.98%                                     | No         |          |
| 59  | B2M250 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.62                   | -1,586.62                     | -8,600.46                 | 7.03%                         | 10.54%                                    | No         | No se recupera                            | 0.57                   | -1,902.89                     | -10,314.82                | 5.69%                         | 9.71%                                     | No         |          |
| 60  | B2M253 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.67                   | -1,481.68                     | -8,031.65                 | 8.12%                         | 11.22%                                    | No         | No se recupera                            | 0.61                   | -1,828.05                     | -9,909.15                 | 6.74%                         | 10.39%                                    | No         |          |
| 61  | B2M350 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.59                   | -1,855.53                     | -10,058.11                | 6.32%                         | 10.09%                                    | No         | No se recupera                            | 0.54                   | -2,193.49                     | -11,890.08                | 5.01%                         | 9.27%                                     | No         |          |
| 62  | B2M353 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.63                   | -1,768.31                     | -9,585.34                 | 7.32%                         | 10.73%                                    | No         | No se recupera                            | 0.58                   | -2,135.66                     | -11,576.62                | 5.97%                         | 9.90%                                     | No         |          |
| 63  | B3M350 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.56                   | -2,186.03                     | -11,849.66                | 5.56%                         | 9.61%                                     | No         | No se recupera                            | 0.51                   | -2,550.16                     | -13,823.45                | 4.28%                         | 8.78%                                     | No         |          |
| 64  | B3M353 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | No se recupera                      | 0.60                   | -2,119.35                     | -11,488.19                | 6.46%                         | 10.18%                                    | No         | No se recupera                            | 0.55                   | -2,512.05                     | -13,616.84                | 5.14%                         | 9.36%                                     | No         |          |

Tabla A6.13 Resultados de la evaluación económica de viviendas convencionales de 80 m². Casos 73 al 104

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Indicadores con valores promedio:   |                        |                               |                           |                               |                                           | Aceptación | Indicadores con análisis de sensibilidad: |                        |                               |                           |                               |                                           | Aceptación | Elección |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------|-------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------|----------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Interna Retorno) | TIRM (Tasa de Interna Retorno Modificada) |            | TR (Tiempo de Recuperación en años)       | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Interna Retorno) | TIRM (Tasa de Interna Retorno Modificada) |            |          |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                           |            |                                           |                        |                               |                           |                               |                                           |            |          |
| 73  | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 5.0                              | No se recupera                      | 0.11                   | -3,961.95                     | -21,476.21                | -7.48%                        | -4.33%                                    | No         | No se recupera                            | 0.10                   | -4,137.27                     | -22,426.59                | -8.12%                        | -5.00%                                    | No         |          |
| 74  | B0C083 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 5.0                              | No se recupera                      | 0.76                   | -947.76                       | -5,137.44                 | 10.62%                        | 12.46%                                    | No         | No se recupera                            | 0.70                   | -1,277.69                     | -6,925.87                 | 9.23%                         | 11.61%                                    | No         |          |
| 75  | B0C280 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.93                   | -418.33                       | -2,267.62                 | 13.62%                        | 14.29%                                    | No         | No se recupera                            | 0.85                   | -929.46                       | -5,038.27                 | 12.01%                        | 13.42%                                    | No         |          |
| 76  | B0C283 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 3.0                              | 12                                  | 1.02                   | 145.69                        | 789.75                    | 15.45%                        | 15.23%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.94                   | -411.00                       | -2,227.89                 | 13.75%                        | 14.36%                                    | No         |          |
| 77  | B0C380 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.93                   | -424.75                       | -2,302.38                 | 13.65%                        | 14.30%                                    | No         | No se recupera                            | 0.85                   | -958.01                       | -5,193.01                 | 12.04%                        | 13.44%                                    | No         |          |
| 78  | B0C383 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 12                                  | 1.02                   | 108.00                        | 585.42                    | 15.33%                        | 15.16%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.93                   | -467.31                       | -2,533.13                 | 13.63%                        | 14.30%                                    | No         |          |
| 79  | B1C280 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.79                   | -1,627.45                     | -8,821.79                 | 10.73%                        | 12.71%                                    | No         | No se recupera                            | 0.72                   | -2,250.83                     | -12,200.89                | 9.25%                         | 11.86%                                    | No         |          |
| 80  | B1C283 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.85                   | -1,156.92                     | -6,271.21                 | 12.09%                        | 13.47%                                    | No         | No se recupera                            | 0.78                   | -1,819.86                     | -9,864.75                 | 10.55%                        | 12.62%                                    | No         |          |
| 81  | B1C380 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.76                   | -1,990.47                     | -10,789.58                | 10.09%                        | 12.34%                                    | No         | No se recupera                            | 0.69                   | -2,649.53                     | -14,362.09                | 8.63%                         | 11.50%                                    | No         |          |
| 82  | B1C383 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.81                   | -1,559.56                     | -8,453.76                 | 11.30%                        | 13.04%                                    | No         | No se recupera                            | 0.74                   | -2,256.59                     | -12,232.12                | 9.79%                         | 12.19%                                    | No         |          |
| 83  | B2C280 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.82                   | -1,375.20                     | -7,454.45                 | 11.45%                        | 13.12%                                    | No         | No se recupera                            | 0.75                   | -2,015.71                     | -10,926.40                | 9.93%                         | 12.27%                                    | No         |          |
| 84  | B2C283 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.88                   | -956.81                       | -5,186.49                 | 12.62%                        | 13.76%                                    | No         | No se recupera                            | 0.80                   | -1,632.42                     | -8,848.75                 | 11.05%                        | 12.91%                                    | No         |          |
| 85  | B2C380 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.79                   | -1,744.16                     | -9,454.41                 | 10.76%                        | 12.74%                                    | No         | No se recupera                            | 0.72                   | -2,420.11                     | -13,118.48                | 9.27%                         | 11.89%                                    | No         |          |
| 86  | B2C383 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.84                   | -1,364.01                     | -7,393.79                 | 11.80%                        | 13.32%                                    | No         | No se recupera                            | 0.77                   | -2,073.54                     | -11,239.87                | 10.26%                        | 12.47%                                    | No         |          |
| 87  | B3C380 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.75                   | -2,188.97                     | -11,865.56                | 9.98%                         | 12.29%                                    | No         | No se recupera                            | 0.69                   | -2,899.25                     | -15,715.70                | 8.53%                         | 11.44%                                    | No         |          |
| 88  | B3C383 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.80                   | -1,834.29                     | -9,942.98                 | 10.93%                        | 12.84%                                    | No         | No se recupera                            | 0.73                   | -2,577.13                     | -13,969.62                | 9.43%                         | 11.99%                                    | No         |          |
| 89  | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                | 6.0                              | No se recupera                      | 0.03                   | -4,438.63                     | -24,060.13                | -44.79%                       | -13.44%                                   | No         | No se recupera                            | 0.03                   | -4,422.23                     | -23,971.21                | -45.36%                       | -13.85%                                   | No         |          |
| 90  | L0C083 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 6.0                              | No se recupera                      | 0.44                   | -1,168.21                     | -6,332.41                 | 4.54%                         | 7.40%                                     | No         | No se recupera                            | 0.40                   | -1,312.27                     | -7,113.29                 | 3.49%                         | 6.57%                                     | No         |          |
| 91  | L0C280 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.81                   | -794.50                       | -4,306.70                 | 11.16%                        | 12.95%                                    | No         | No se recupera                            | 0.74                   | -1,135.45                     | -6,154.82                 | 9.66%                         | 12.10%                                    | No         |          |
| 92  | L0C283 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 4.0                              | 10                                  | 1.21                   | 912.29                        | 4,945.20                  | 18.95%                        | 16.85%                                    | Si         | 12                                        | 1.11                   | 482.53                        | 2,615.60                  | 17.03%                        | 15.97%                                    | Si         |          |
| 93  | L0C380 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.82                   | -857.15                       | -4,646.29                 | 11.33%                        | 13.07%                                    | No         | No se recupera                            | 0.75                   | -1,245.79                     | -6,752.94                 | 9.81%                         | 12.21%                                    | No         |          |
| 94  | L0C383 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 4.0                              | 12                                  | 1.11                   | 513.14                        | 2,781.54                  | 17.01%                        | 15.96%                                    | Si         | 12                                        | 1.01                   | 49.14                         | 266.37                    | 15.19%                        | 15.09%                                    | Si         |          |
| 95  | L1C280 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | 12                                  | 1.05                   | 265.02                        | 1,436.57                  | 15.95%                        | 15.46%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.96                   | -235.78                       | -1,278.05                 | 14.18%                        | 14.59%                                    | No         |          |
| 96  | L1C283 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | 12                                  | 1.13                   | 744.68                        | 4,036.61                  | 17.53%                        | 16.20%                                    | Si         | 12                                        | 1.03                   | 203.96                        | 1,105.57                  | 15.67%                        | 15.33%                                    | Si         |          |
| 97  | L1C380 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.98                   | -98.63                        | -534.64                   | 14.67%                        | 14.84%                                    | No         | No se recupera                            | 0.90                   | -635.08                       | -3,442.53                 | 12.96%                        | 13.98%                                    | No         |          |
| 98  | L1C383 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 12                                  | 1.06                   | 341.55                        | 1,851.42                  | 16.07%                        | 15.52%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.96                   | -233.24                       | -1,264.32                 | 14.29%                        | 14.65%                                    | No         |          |
| 99  | L2C280 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | 12                                  | 1.10                   | 542.10                        | 2,938.54                  | 16.90%                        | 15.91%                                    | Si         | 12                                        | 1.00                   | 23.19                         | 125.69                    | 15.08%                        | 15.04%                                    | Si         |          |
| 100 | L2C283 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | 11                                  | 1.17                   | 963.89                        | 5,224.88                  | 18.23%                        | 16.51%                                    | Si         | 12                                        | 1.07                   | 409.73                        | 2,220.99                  | 16.33%                        | 15.64%                                    | Si         |          |
| 101 | L2C380 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | 12                                  | 1.03                   | 172.86                        | 937.02                    | 15.56%                        | 15.27%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.94                   | -381.48                       | -2,067.88                 | 13.80%                        | 14.41%                                    | No         |          |
| 102 | L2C383 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 12                                  | 1.09                   | 556.47                        | 3,016.39                  | 16.72%                        | 15.82%                                    | Si         | No se recupera                            | 1.00                   | -31.60                        | -171.28                   | 14.91%                        | 14.95%                                    | No         |          |
| 103 | L3C380 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.96                   | -264.94                       | -1,436.16                 | 14.21%                        | 14.61%                                    | No         | No se recupera                            | 0.88                   | -853.90                       | -4,628.66                 | 12.52%                        | 13.75%                                    | No         |          |
| 104 | L3C383 | Ladrillo                       | 3"          | Concretc           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 12                                  | 1.01                   | 91.58                         | 496.40                    | 15.26%                        | 15.13%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.93                   | -530.01                       | -2,873.00                 | 13.52%                        | 14.27%                                    | No         |          |

Tabla A6.14 Resultados de la evaluación económica de viviendas convencionales de 80 m². Casos 105 al 136

A-45

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Indicadores con valores promedio:   |                        |                               |                           |                               |                                           | Aceptación | Indicadores con análisis de sensibilidad: |                        |                               |                           |                               |                                           | Aceptación | Elección |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------|-------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------|----------|
|     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Interna Retorno) | TIRM (Tasa de Interna Retorno Modificada) |            | TR (Tiempo de Recuperación en años)       | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa de Interna Retorno) | TIRM (Tasa de Interna Retorno Modificada) |            |          |
|     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                           |            |                                           |                        |                               |                           |                               |                                           |            |          |
| 105 | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 5.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                               |                                           |            | De referencia                             |                        |                               |                           |                               |                                           |            |          |
| 106 | L0M083 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 5.0                              | 1                                   | 7.89                   | 2,616.77                      | 14,184.49                 | 125.66%                       | 36.61%                                    | Si         | 2                                         | 7.22                   | 2,478.06                      | 13,432.62                 | 115.23%                       | 35.59%                                    | Si         | «----    |
| 107 | L0M280 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.98                   | -46.50                        | -252.05                   | 14.63%                        | 14.83%                                    | No         | No se recupera                            | 0.90                   | -281.84                       | -1,527.74                 | 12.85%                        | 13.97%                                    | No         |          |
| 108 | L0M283 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 4.0                              | 6                                   | 1.66                   | 1,873.69                      | 10,156.53                 | 27.31%                        | 19.94%                                    | Si         | 7                                         | 1.51                   | 1,540.99                      | 8,353.10                  | 24.80%                        | 19.04%                                    | Si         |          |
| 109 | L0M380 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.89                   | -353.63                       | -1,916.88                 | 12.66%                        | 13.88%                                    | No         | No se recupera                            | 0.81                   | -626.88                       | -3,398.09                 | 10.98%                        | 13.02%                                    | No         |          |
| 110 | L0M383 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 4.0                              | 7                                   | 1.48                   | 1,642.61                      | 8,903.95                  | 24.20%                        | 18.83%                                    | Si         | 8                                         | 1.35                   | 1,268.95                      | 6,878.50                  | 21.89%                        | 17.94%                                    | Si         |          |
| 111 | L1M280 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | 8                                   | 1.38                   | 1,497.37                      | 8,116.65                  | 22.40%                        | 18.14%                                    | Si         | 9                                         | 1.26                   | 1,082.80                      | 5,869.44                  | 20.19%                        | 17.25%                                    | Si         |          |
| 112 | L1M283 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 7                                   | 1.47                   | 1,972.55                      | 10,692.43                 | 24.06%                        | 18.78%                                    | Si         | 8                                         | 1.35                   | 1,518.23                      | 8,229.77                  | 21.76%                        | 17.89%                                    | Si         |          |
| 113 | L1M380 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.5                              | 9                                   | 1.24                   | 1,080.82                      | 5,858.70                  | 19.76%                        | 17.09%                                    | Si         | 11                                        | 1.13                   | 632.71                        | 3,429.69                  | 17.71%                        | 16.21%                                    | Si         |          |
| 114 | L1M383 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | 8                                   | 1.32                   | 1,528.73                      | 8,286.67                  | 21.30%                        | 17.72%                                    | Si         | 10                                        | 1.21                   | 1,041.97                      | 5,648.13                  | 19.17%                        | 16.84%                                    | Si         |          |
| 115 | L2M280 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.0                              | 7                                   | 1.45                   | 1,790.94                      | 9,707.99                  | 23.60%                        | 18.59%                                    | Si         | 8                                         | 1.32                   | 1,357.59                      | 7,358.97                  | 21.32%                        | 17.71%                                    | Si         |          |
| 116 | L2M283 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.0                              | 7                                   | 1.52                   | 2,204.44                      | 11,949.45                 | 24.94%                        | 19.10%                                    | Si         | 8                                         | 1.39                   | 1,736.18                      | 9,411.18                  | 22.58%                        | 18.21%                                    | Si         |          |
| 117 | L2M380 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | 9                                   | 1.30                   | 1,370.92                      | 7,431.25                  | 20.88%                        | 17.54%                                    | Si         | 10                                        | 1.19                   | 904.17                        | 4,901.19                  | 18.76%                        | 16.67%                                    | Si         |          |
| 118 | L2M383 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 8                                   | 1.37                   | 1,757.96                      | 9,529.24                  | 22.13%                        | 18.05%                                    | Si         | 9                                         | 1.25                   | 1,257.36                      | 6,815.67                  | 19.94%                        | 17.17%                                    | Si         |          |
| 119 | L3M380 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | 10                                  | 1.18                   | 941.31                        | 5,102.46                  | 18.64%                        | 16.62%                                    | Si         | 12                                        | 1.08                   | 439.62                        | 2,383.03                  | 16.65%                        | 15.75%                                    | Si         |          |
| 120 | L3M383 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 9                                   | 1.24                   | 1,299.37                      | 7,043.40                  | 19.77%                        | 17.10%                                    | Si         | 11                                        | 1.14                   | 764.99                        | 4,146.74                  | 17.73%                        | 16.23%                                    | Si         |          |
| 121 | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                                | 4.0                              | No se recupera                      | 0.66                   | -712.12                       | -3,860.11                 | 8.34%                         | 11.08%                                    | No         | No se recupera                            | 0.60                   | -874.17                       | -4,738.54                 | 7.02%                         | 10.24%                                    | No         |          |
| 122 | B0M083 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 4.0                              | 6                                   | 1.72                   | 1,663.75                      | 9,018.57                  | 27.69%                        | 20.30%                                    | Si         | 7                                         | 1.57                   | 1,386.11                      | 7,513.59                  | 25.24%                        | 19.40%                                    | Si         |          |
| 123 | B0M280 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.88                   | -525.44                       | -2,848.22                 | 12.58%                        | 13.77%                                    | No         | No se recupera                            | 0.80                   | -896.77                       | -4,861.03                 | 10.97%                        | 12.91%                                    | No         |          |
| 124 | B0M283 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 3.0                              | 10                                  | 1.20                   | 922.35                        | 4,999.70                  | 18.84%                        | 16.77%                                    | Si         | 12                                        | 1.10                   | 470.11                        | 2,548.28                  | 16.90%                        | 15.90%                                    | Si         |          |
| 125 | B0M380 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 10                                | 3.0                              | No se recupera                      | 0.82                   | -874.59                       | -4,740.80                 | 11.37%                        | 13.12%                                    | No         | No se recupera                            | 0.75                   | -1,282.15                     | -6,950.03                 | 9.82%                         | 12.27%                                    | No         |          |
| 126 | B0M383 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 3.0                              | 12                                  | 1.09                   | 475.42                        | 2,577.05                  | 16.80%                        | 15.85%                                    | Si         | No se recupera                            | 1.00                   | -9.15                         | -49.58                    | 14.97%                        | 14.98%                                    | No         |          |
| 127 | B1M280 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | No se recupera                      | 0.94                   | -392.33                       | -2,126.66                 | 13.71%                        | 14.37%                                    | No         | No se recupera                            | 0.86                   | -929.59                       | -5,038.96                 | 12.03%                        | 13.51%                                    | No         |          |
| 128 | B1M283 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 12                                  | 1.01                   | 73.09                         | 396.19                    | 15.23%                        | 15.11%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.92                   | -503.53                       | -2,729.44                 | 13.47%                        | 14.25%                                    | No         |          |
| 129 | B1M380 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.93                   | -428.68                       | -2,323.69                 | 13.65%                        | 14.33%                                    | No         | No se recupera                            | 0.85                   | -986.98                       | -5,350.02                 | 11.97%                        | 13.48%                                    | No         |          |
| 130 | B1M383 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 12                                  | 1.00                   | 13.22                         | 71.65                     | 15.04%                        | 15.02%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.92                   | -581.13                       | -3,150.09                 | 13.30%                        | 14.16%                                    | No         |          |
| 131 | B2M280 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.98                   | -125.27                       | -679.02                   | 14.60%                        | 14.80%                                    | No         | No se recupera                            | 0.90                   | -680.25                       | -3,687.37                 | 12.87%                        | 13.94%                                    | No         |          |
| 132 | B2M283 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.0                              | 12                                  | 1.04                   | 284.59                        | 1,542.68                  | 15.88%                        | 15.42%                                    | Si         | No se recupera                            | 0.95                   | -305.16                       | -1,654.14                 | 14.09%                        | 14.55%                                    | No         |          |
| 133 | B2M380 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.92                   | -545.06                       | -2,954.57                 | 13.37%                        | 14.19%                                    | No         | No se recupera                            | 0.84                   | -1,133.45                     | -6,144.01                 | 11.71%                        | 13.34%                                    | No         |          |
| 134 | B2M383 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.98                   | -161.72                       | -876.62                   | 14.54%                        | 14.77%                                    | No         | No se recupera                            | 0.89                   | -783.82                       | -4,248.77                 | 12.82%                        | 13.92%                                    | No         |          |
| 135 | B3M380 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 10                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.87                   | -982.15                       | -5,323.88                 | 12.26%                        | 13.63%                                    | No         | No se recupera                            | 0.79                   | -1,605.18                     | -8,701.08                 | 10.65%                        | 12.78%                                    | No         |          |
| 136 | B3M383 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | No se recupera                      | 0.92                   | -626.06                       | -3,393.63                 | 13.32%                        | 14.17%                                    | No         | No se recupera                            | 0.84                   | -1,281.70                     | -6,947.63                 | 11.66%                        | 13.32%                                    | No         |          |

Tabla A6.15 Ejemplo de corrida de evaluación económica de aislamiento en techos. Caso: B0M080 a B0M380

### EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%

Parámetros para el análisis de sensibilidad

Incremento costo de vivienda Convencional: 5% No convencional: 10%  
 Incremento costo de equipo 5% Disminución facturación 4%  
 Disminución valor de rescate: Materiales en vivienda convencional: 5% Materiales en vivienda no convencional: 10%  
 Aislamiento: 5% Equipo REEE = 2.93 Wt/We ( 10 Btu/Wt 15% Equipo REEE = 3.81 Wt/We ( 13 Btu/Wh 8%

| No. | Clave | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendimiento energético REEE en Btu/hW | Capacidad requerida en Toneladas | Consumo kWh de mayo a octubre | Inversión |        |       | Facturación my-oc | Rescate a 12 años |       |             |        |
|-----|-------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------|--------|-------|-------------------|-------------------|-------|-------------|--------|
|     |       | Muro                           |             | Techo              |             |                                       |                                  |                               | Vivienda  | Equipo | Total |                   | Construcción      |       |             | Equipo |
|     |       | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                       |                                  |                               |           |        |       |                   | Muros             | Techo | Aislamiento |        |

Situación actual:

|                                        |        |        |    |        |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |      |        |
|----------------------------------------|--------|--------|----|--------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|------|--------|
| 121                                    | B0M080 | Bloque | 0" | Madera | 0" | 10 | 4.0 | 7719.49 | 139149.16 | 18687.00 | 157836.16 | 6213.14 | 62964.50 | 17104.16 | 0.00 | 934.35 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |        |    |        |    |    |     |         | 146106.62 | 19621.35 | 165727.97 | 5964.61 | 59816.28 | 16248.95 | 0.00 | 794.20 |

Situación propuesta:

|                                        |        |        |    |        |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |         |        |
|----------------------------------------|--------|--------|----|--------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|--------|
| 125                                    | B0M380 | Bloque | 0" | Madera | 3" | 10 | 3.0 | 6242.46 | 156852.01 | 16118.00 | 172970.01 | 4158.08 | 62964.50 | 17104.16 | 3540.57 | 805.90 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |        |    |        |    |    |     |         | 164694.61 | 16923.90 | 181618.51 | 3991.76 | 59816.28 | 16248.95 | 3363.54 | 685.02 |

¿Se acepta?

| CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO: |           |           |           |           |          |          |          |          |          |          |          |          |           | Indicadores: |                |    |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|----------------|----|
| Año                           | 0         | 1         | 2         | 3         | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        | TR (años)    | No se recupera | No |
| Gastos                        | 172970.01 | 4324.41   | 4497.38   | 4677.28   | 4864.37  | 5058.94  | 5261.30  | 5471.75  | 5690.62  | 5918.25  | 6154.98  | 6401.18  | -77757.91 | VAE          | -162.47        | No |
| Diferencias                   | -15133.85 | 2137.26   | 2222.75   | 2311.66   | 2404.12  | 2500.29  | 2600.30  | 2704.31  | 2812.48  | 2924.98  | 3041.98  | 3163.66  | 6702.33   | VPN          | -880.70        | No |
| Beneficios presentes          | -15133.85 | 1858.48   | 1680.72   | 1519.95   | 1374.56  | 1243.08  | 1124.18  | 1016.65  | 919.41   | 831.46   | 751.93   | 680.01   | 1252.71   | TIR          | 13.80%         | No |
| Bens. pres. acumulados        | -15133.85 | -13275.36 | -11594.65 | -10074.70 | -8700.13 | -7457.05 | -6332.87 | -5316.22 | -4396.81 | -3565.35 | -2813.42 | -2133.41 | -880.70   | TIRM         | 14.43%         | No |

| CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: |           |           |           |           |          |          |          |          |          |          |          |          |           | TR (años) | No se recupera | No |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------------|----|
| Año                                   | 0         | 1         | 2         | 3         | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        | B/C       | No se recupera | No |
| Gastos                                | 181618.51 | 4151.43   | 4317.49   | 4490.19   | 4669.79  | 4856.58  | 5050.85  | 5252.88  | 5463.00  | 5681.52  | 5908.78  | 6145.13  | -73722.85 | VAE       | -407.98        | No |
| Diferencias                           | -15890.54 | 2051.77   | 2133.84   | 2219.19   | 2307.96  | 2400.28  | 2496.29  | 2596.14  | 2699.98  | 2807.98  | 2920.30  | 3037.11  | 6412.96   | VPN       | -2,211.49      | No |
| Beneficios presentes                  | -15890.54 | 1784.14   | 1613.49   | 1459.15   | 1319.58  | 1193.36  | 1079.21  | 975.98   | 882.63   | 798.20   | 721.85   | 652.81   | 1198.63   | TIR       | 12.06%         | No |
| Bens. pres. acumulados                | -15890.54 | -14106.40 | -12492.91 | -11033.76 | -9714.17 | -8520.81 | -7441.60 | -6465.61 | -5582.99 | -4784.78 | -4062.93 | -3410.12 | -2211.49  | TIRM      | 13.57%         | No |



Tabla A6.16 Resultados de la evaluación económica de aislamiento en techos

| Situación actual |        |                                |             |                    |             |                                  |                                  |     |        | Situación propuesta            |             |                    |             |                                  |                                  |                                     |                        |                               |                           | Indicadores con valores promedio: |                                |            |                                     |                        |                               |                           |                               |                                |    | Indicadores con análisis de sensibilidad: |  |  |  |  |  |       |       |  |  | Aceptación | Elección |
|------------------|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----|-------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|-------|--|--|------------|----------|
| No.              | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en BuWhW | Capacidad requerida en Toneladas | No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en BuWhW | Capacidad requerida en Toneladas | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno)     | TIRM (Tasa Interna de Retorno) | Aceptación | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno) | TIRM (Tasa Interna de Retorno) |    |                                           |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
|                  |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                  |                                  |     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                  |                                  |                                     |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               |                           |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
|                  |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                  |                                  |     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                  |                                  |                                     |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               |                           |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 1                | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 4.0                              | 1   | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 4.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               | De referencia             |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  | Si    | «---- |  |  |            |          |
| 1                | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 4.0                              | 3   | B0C250 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 4                                   | 2.20                   | 1,167.91                      | 6,330.79                  | 36.57%                            | 22.81%                         | Si         | 5                                   | 2.01                   | 1,033.79                      | 5,603.76                  | 33.45%                        | 21.90%                         | Si | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 1                | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 4.0                              | 5   | B0C350 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.5                              | 6                                   | 1.69                   | 924.57                        | 5,011.72                  | 27.97%                            | 20.16%                         | Si         | 7                                   | 1.55                   | 767.72                        | 4,161.53                  | 25.43%                        | 19.27%                         | Si | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 17               | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 4.0                              | 17  | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 4.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               | De referencia             |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  | Si    | «---- |  |  |            |          |
| 17               | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 4.0                              | 19  | L0C250 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 4                                   | 2.32                   | 1,285.75                      | 6,969.56                  | 38.59%                            | 23.36%                         | Si         | 5                                   | 2.12                   | 1,146.91                      | 6,216.98                  | 35.33%                        | 22.44%                         | Si | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 17               | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 4.0                              | 21  | L0C350 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.5                              | 6                                   | 1.78                   | 1,040.78                      | 5,641.67                  | 29.50%                            | 20.67%                         | Si         | 6                                   | 1.63                   | 879.29                        | 4,766.29                  | 26.86%                        | 19.77%                         | Si | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 33               | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 3.0                              | 33  | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 3.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               | De referencia             |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  | «---- |       |  |  |            |          |
| 33               | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 3.0                              | 35  | L0M250 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.76                   | -351.86                       | -1,907.28                 | 9.79%                             | 12.36%                         | No         | No se recupera                      | 0.69                   | -468.33                       | -2,538.64                 | 8.26%                         | 11.52%                         | No | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 33               | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 3.0                              | 37  | L0M350 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.66                   | -620.84                       | -3,365.35                 | 7.46%                             | 11.03%                         | No         | No se recupera                      | 0.60                   | -759.01                       | -4,114.31                 | 6.03%                         | 10.20%                         | No | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 49               | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 3.0                              | 49  | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 3.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               | De referencia             |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  | «---- |       |  |  |            |          |
| 49               | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 3.0                              | 51  | B0M250 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.47                   | -761.46                       | -4,127.61                 | 2.90%                             | 8.06%                          | No         | No se recupera                      | 0.43                   | -861.55                       | -4,670.15                 | 1.68%                         | 7.25%                          | No | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 49               | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 3.0                              | 53  | B0M350 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.5                              | No se recupera                      | 0.43                   | -1,028.92                     | -5,577.36                 | 1.69%                             | 7.19%                          | No         | No se recupera                      | 0.39                   | -1,150.76                     | -6,237.83                 | 0.52%                         | 6.39%                          | No | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 73               | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 5.0                              | 73  | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 5.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               | De referencia             |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  | Si    | «---- |  |  |            |          |
| 73               | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 5.0                              | 75  | B0C280 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 3.0                              | 4                                   | 2.65                   | 3,543.62                      | 19,208.59                 | 44.16%                            | 24.72%                         | Si         | 4                                   | 2.42                   | 3,207.81                      | 17,388.32                 | 40.47%                        | 23.79%                         | Si | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 73               | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 5.0                              | 77  | B0C380 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.5                              | 4                                   | 2.47                   | 3,537.20                      | 19,173.82                 | 41.26%                            | 24.01%                         | Si         | 4                                   | 2.26                   | 3,179.26                      | 17,233.58                 | 37.79%                        | 23.09%                         | Si | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 89               | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 6.0                              | 89  | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 6.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               | De referencia             |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  | Si    | «---- |  |  |            |          |
| 89               | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 6.0                              | 91  | L0C280 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 4.0                              | 4                                   | 2.55                   | 3,644.13                      | 19,753.43                 | 42.68%                            | 24.35%                         | Si         | 4                                   | 2.34                   | 3,286.78                      | 17,816.39                 | 39.10%                        | 23.42%                         | Si | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 89               | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 6.0                              | 93  | L0C380 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 4.0                              | 4                                   | 2.24                   | 3,581.48                      | 19,413.84                 | 37.39%                            | 22.97%                         | Si         | 5                                   | 2.04                   | 3,176.44                      | 17,218.27                 | 34.19%                        | 22.06%                         | Si | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 105              | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 5.0                              | 105 | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 5.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               | De referencia             |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  | «---- |       |  |  |            |          |
| 105              | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 5.0                              | 107 | L0M280 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 4.0                              | No se recupera                      | 0.98                   | -46.50                        | -252.05                   | 14.63%                            | 14.83%                         | No         | No se recupera                      | 0.90                   | -281.84                       | -1,527.74                 | 12.85%                        | 13.97%                         | No | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 105              | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 5.0                              | 109 | L0M380 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 10                               | 4.0                              | No se recupera                      | 0.89                   | -353.63                       | -1,916.88                 | 12.66%                            | 13.88%                         | No         | No se recupera                      | 0.81                   | -626.88                       | -3,398.09                 | 10.98%                        | 13.02%                         | No | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 121              | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 4.0                              | 121 | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 4.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                |            |                                     |                        |                               | De referencia             |                               |                                |    |                                           |  |  |  |  |  | «---- |       |  |  |            |          |
| 121              | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 4.0                              | 123 | B0M280 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 3.0                              | 12                                  | 1.08                   | 186.67                        | 1,011.88                  | 16.69%                            | 15.77%                         | Si         | No se recupera                      | 0.99                   | -22.60                        | -122.50                   | 14.80%                        | 14.91%                         | No | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |
| 121              | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 4.0                              | 125 | B0M380 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 10                               | 3.0                              | No se recupera                      | 0.94                   | -162.47                       | -880.70                   | 13.80%                            | 14.43%                         | No         | No se recupera                      | 0.86                   | -407.98                       | -2,211.49                 | 12.06%                        | 13.57%                         | No | «----                                     |  |  |  |  |  |       |       |  |  |            |          |

Tabla A6.17 Ejemplo de corrida de evaluación económica de aislamiento en muros. Caso: B0M280 a B2M280

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%

Parámetros para el análisis de sensibilidad

Incremento costo de vivienda Convencional: 5% No convencional: 10%

Incremento costo de equipo 5% Disminución facturación 4%

Disminución valor de rescate: Materiales en vivienda convencional: 5% Materiales en vivienda no convencional: 10%

Aislamiento: 5% Equipo REEE = 2.93 Wt/We ( 10 Btu/Wt 15% Equipo REEE = 3.81 Wt/We ( 13 Btu/Wt 8%

| No. | Clave | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendimiento energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Consumo kWh de mayo a octubre | Inversión |        |       | Facturación my-oc | Rescate a 12 años |       |             |        |
|-----|-------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------|--------|-------|-------------------|-------------------|-------|-------------|--------|
|     |       | Muro                           |             | Techo              |             |                                       |                                  |                               | Vivienda  | Equipo | Total |                   | Construcción      |       |             | Equipo |
|     |       | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                       |                                  |                               |           |        |       |                   | Muros             | Techo | Aislamiento |        |

Situación actual:

|                                        |        |        |    |        |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |         |        |
|----------------------------------------|--------|--------|----|--------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|--------|
| 123                                    | B0M280 | Bloque | 0" | Madera | 2" | 10 | 3.0 | 6393.89 | 153841.02 | 16118.00 | 169959.02 | 4309.90 | 62964.50 | 17104.16 | 2938.37 | 805.90 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |        |    |        |    |    |     |         | 161533.07 | 16923.90 | 178456.97 | 4137.51 | 59816.28 | 16248.95 | 2791.45 | 685.02 |

Situación propuesta:

|                                        |        |        |    |        |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |         |        |
|----------------------------------------|--------|--------|----|--------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|--------|
| 131                                    | B2M280 | Bloque | 2" | Madera | 2" | 10 | 2.0 | 4509.13 | 167226.76 | 12811.92 | 180038.68 | 2531.97 | 62964.50 | 17104.16 | 5615.52 | 640.60 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |        |    |        |    |    |     |         | 175588.09 | 13452.52 | 189040.61 | 2430.69 | 59816.28 | 16248.95 | 5334.74 | 544.51 |

¿Se acepta?

### CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

|                        |           |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |           |      | Indicadores: |    |
|------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|--------------|----|
|                        |           |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |           |      | TR (años)    |    |
| Año                    | 0         | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        | B/C  | 10           | Si |
| Gastos                 | 180038.68 | 2633.25  | 2738.58  | 2848.12  | 2962.05  | 3080.53  | 3203.75  | 3331.90  | 3465.17 | 3603.78 | 3747.93 | 3897.85 | -82271.02 | VAE  | 400.18       | Si |
| Diferencias            | -10079.66 | 1849.05  | 1923.01  | 1999.93  | 2079.93  | 2163.13  | 2249.65  | 2339.64  | 2433.22 | 2530.55 | 2631.77 | 2737.05 | 5358.37   | VPN  | 2,169.21     | Si |
| Beneficios presentes   | -10079.66 | 1607.87  | 1454.07  | 1314.99  | 1189.21  | 1075.46  | 972.59   | 879.56   | 795.43  | 719.34  | 650.53  | 588.31  | 1001.52   | TIR  | 19.25%       | Si |
| Bens. pres. acumulados | -10079.66 | -8471.79 | -7017.71 | -5702.73 | -4513.52 | -3438.06 | -2465.48 | -1585.92 | -790.49 | -71.15  | 579.38  | 1167.69 | 2169.21   | TIRM | 16.88%       | Si |

### CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

|                        |           |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |         |           |      | TR (años) |    |
|------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|-----------|------|-----------|----|
| Año                    | 0         | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9       | 10      | 11      | 12        | B/C  | 11        | Si |
| Gastos                 | 189040.61 | 2527.92  | 2629.03  | 2734.20  | 2843.56  | 2957.31  | 3075.60  | 3198.62  | 3326.57  | 3459.63 | 3598.02 | 3741.94 | -78052.87 | VAE  | 216.52    | Si |
| Diferencias            | -10583.64 | 1775.09  | 1846.09  | 1919.93  | 1996.73  | 2076.60  | 2159.67  | 2246.05  | 2335.89  | 2429.33 | 2526.50 | 2627.56 | 5135.45   | VPN  | 1,173.67  | Si |
| Beneficios presentes   | -10583.64 | 1543.55  | 1395.91  | 1262.39  | 1141.64  | 1032.44  | 933.68   | 844.37   | 763.61   | 690.57  | 624.51  | 564.78  | 959.85    | TIR  | 17.23%    | Si |
| Bens. pres. acumulados | -10583.64 | -9040.08 | -7644.17 | -6381.79 | -5240.15 | -4207.71 | -3274.03 | -2429.65 | -1666.04 | -975.48 | -350.96 | 213.81  | 1173.67   | TIRM | 16.01%    | Si |

Tabla A6.18 Resultados de la evaluación económica de aislamiento en muros

| Situación actual |        |                                |             |                    |             |                                  |                                  |                    |             | Situación propuesta            |             |          |    |                                |                                  |                                     |                        |                               |                           | Indicadores con valores promedio: |                                           |            |                                     |                        |                               |                           | Indicadores con análisis de sensibilidad: |                                           |            |          |  |  |  |  |
|------------------|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|--------------------------------|-------------|----------|----|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------|----------|--|--|--|--|
| No.              | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Bu/hW | Capacidad requerida en Toneladas | No.                | Clave       | Características de la vivienda |             |          |    | Rend. energético REEE en Bu/hW | Capacidad requerida en toneladas | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno)     | TIRM (Tasa Interna de Retorno Modificada) | Aceptación | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno)             | TIRM (Tasa Interna de Retorno Modificada) | Aceptación | Elección |  |  |  |  |
|                  |        | Muro                           | Techo       |                    |             |                                  |                                  |                    |             | Muro                           | Techo       |          |    |                                |                                  |                                     |                        |                               |                           |                                   |                                           |            |                                     |                        |                               |                           |                                           |                                           |            |          |  |  |  |  |
|                  |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                  |                                  | Material principal | Aislamiento | Material principal             | Aislamiento |          |    |                                |                                  |                                     |                        |                               |                           |                                   |                                           |            |                                     |                        |                               |                           |                                           |                                           |            |          |  |  |  |  |
| 3                | B0C250 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 3                  | B0C250      | Bloque                         | 0"          | Concreto | 2" | 10                             | 2.5                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                           |            | De referencia                       |                        |                               |                           |                                           |                                           |            | <----    |  |  |  |  |
| 3                | B0C250 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 7                  | B1C250      | Bloque                         | 1"          | Concreto | 2" | 10                             | 2.0                              | No se recupera                      | 0.61                   | -495.39                       | -2,685.33                 | 6.38%                             | 10.36%                                    | No         | No se recupera                      | 0.56                   | -590.24                       | -3,199.48                 | 5.01%                                     | 9.54%                                     | No         |          |  |  |  |  |
| 3                | B0C250 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 11                 | B2C250      | Bloque                         | 2"          | Concreto | 2" | 10                             | 1.5                              | No se recupera                      | 0.81                   | -237.23                       | -1,285.96                 | 10.98%                            | 12.98%                                    | No         | No se recupera                      | 0.74                   | -339.00                       | -1,837.60                 | 9.42%                                     | 12.13%                                    | No         |          |  |  |  |  |
| 19               | L0C250 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 19                 | L0C250      | Ladrillo                       | 0"          | Concreto | 2" | 10                             | 2.5                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                           |            | De referencia                       |                        |                               |                           |                                           |                                           |            | <----    |  |  |  |  |
| 19               | L0C250 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 23                 | L1C250      | Ladrillo                       | 1"          | Concreto | 2" | 10                             | 2.0                              | No se recupera                      | 0.73                   | -340.05                       | -1,843.29                 | 9.25%                             | 12.05%                                    | No         | No se recupera                      | 0.67                   | -441.11                       | -2,391.12                 | 7.75%                                     | 11.22%                                    | No         |          |  |  |  |  |
| 19               | L0C250 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 27                 | L2C250      | Ladrillo                       | 2"          | Concreto | 2" | 10                             | 1.5                              | No se recupera                      | 0.95                   | -64.13                        | -347.63                   | 13.94%                            | 14.49%                                    | No         | No se recupera                      | 0.87                   | -172.82                       | -936.80                   | 12.22%                                    | 13.64%                                    | No         |          |  |  |  |  |
| 35               | L0M250 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | 35                 | L0M250      | Ladrillo                       | 0"          | Madera   | 2" | 10                             | 2.5                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                           |            | De referencia                       |                        |                               |                           |                                           |                                           |            |          |  |  |  |  |
| 35               | L0M250 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | 39                 | L1M250      | Ladrillo                       | 1"          | Madera   | 2" | 10                             | 1.5                              | 10                                  | 1.18                   | 169.70                        | 919.87                    | 18.53%                            | 16.59%                                    | Si         | 12                                  | 1.08                   | 77.91                         | 422.31                    | 16.57%                                    | 15.73%                                    | Si         | <----    |  |  |  |  |
| 35               | L0M250 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | 43                 | L2M250      | Ladrillo                       | 2"          | Madera   | 2" | 10                             | 1.5                              | 12                                  | 1.08                   | 97.22                         | 526.97                    | 16.58%                            | 15.73%                                    | Si         | No se recupera                      | 0.99                   | -17.93                        | -97.19                    | 14.72%                                    | 14.87%                                    | No         |          |  |  |  |  |
| 51               | B0M250 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | 51                 | B0M250      | Bloque                         | 0"          | Madera   | 2" | 10                             | 2.5                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                           |            | De referencia                       |                        |                               |                           |                                           |                                           |            | <----    |  |  |  |  |
| 51               | B0M250 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | 55                 | B1M250      | Bloque                         | 1"          | Madera   | 2" | 10                             | 1.5                              | No se recupera                      | 0.99                   | -7.27                         | -39.38                    | 14.84%                            | 14.93%                                    | No         | No se recupera                      | 0.91                   | -91.98                        | -498.57                   | 13.09%                                    | 14.07%                                    | No         |          |  |  |  |  |
| 51               | B0M250 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | 59                 | B2M250      | Bloque                         | 2"          | Madera   | 2" | 10                             | 1.5                              | No se recupera                      | 0.92                   | -97.94                        | -530.90                   | 13.37%                            | 14.21%                                    | No         | No se recupera                      | 0.84                   | -205.28                       | -1,112.74                 | 11.69%                                    | 13.36%                                    | No         |          |  |  |  |  |
| 75               | B0C280 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 3.0                              | 75                 | B0C280      | Bloque                         | 0"          | Concreto | 2" | 10                             | 3.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                           |            | De referencia                       |                        |                               |                           |                                           |                                           |            | <----    |  |  |  |  |
| 75               | B0C280 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 3.0                              | 79                 | B1C280      | Bloque                         | 1"          | Concreto | 2" | 10                             | 2.5                              | No se recupera                      | 0.32                   | -1,209.12                     | -6,554.17                 | -1.49%                            | 4.60%                                     | No         | No se recupera                      | 0.29                   | -1,321.37                     | -7,162.63                 | -2.54%                                    | 3.81%                                     | No         |          |  |  |  |  |
| 75               | B0C280 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 3.0                              | 83                 | B2C280      | Bloque                         | 2"          | Concreto | 2" | 10                             | 2.0                              | No se recupera                      | 0.49                   | -956.87                       | -5,186.83                 | 3.29%                             | 8.28%                                     | No         | No se recupera                      | 0.44                   | -1,086.25                     | -5,888.13                 | 2.07%                                     | 7.47%                                     | No         |          |  |  |  |  |
| 91               | L0C280 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 4.0                              | 91                 | L0C280      | Ladrillo                       | 0"          | Concreto | 2" | 10                             | 4.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                           |            | De referencia                       |                        |                               |                           |                                           |                                           |            |          |  |  |  |  |
| 91               | L0C280 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 4.0                              | 95                 | L1C280      | Ladrillo                       | 1"          | Concreto | 2" | 10                             | 2.5                              | 6                                   | 1.81                   | 1,059.52                      | 5,743.27                  | 30.02%                            | 20.84%                                    | Si         | 6                                   | 1.66                   | 899.67                        | 4,876.77                  | 27.34%                                    | 19.94%                                    | Si         |          |  |  |  |  |
| 91               | L0C280 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 4.0                              | 99                 | L2C280      | Ladrillo                       | 2"          | Concreto | 2" | 10                             | 2.0                              | 5                                   | 1.96                   | 1,336.61                      | 7,245.24                  | 32.59%                            | 21.66%                                    | Si         | 6                                   | 1.80                   | 1,158.63                      | 6,280.51                  | 29.75%                                    | 20.75%                                    | Si         | <----    |  |  |  |  |
| 107              | L0M280 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 4.0                              | 107                | L0M280      | Ladrillo                       | 0"          | Madera   | 2" | 10                             | 4.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                           |            | De referencia                       |                        |                               |                           |                                           |                                           |            |          |  |  |  |  |
| 107              | L0M280 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 4.0                              | 111                | L1M280      | Ladrillo                       | 1"          | Madera   | 2" | 10                             | 2.5                              | 4                                   | 2.18                   | 1,543.86                      | 8,368.70                  | 36.34%                            | 22.73%                                    | Si         | 5                                   | 2.00                   | 1,364.64                      | 7,397.18                  | 33.23%                                    | 21.82%                                    | Si         |          |  |  |  |  |
| 107              | L0M280 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 4.0                              | 115                | L2M280      | Ladrillo                       | 2"          | Madera   | 2" | 10                             | 2.0                              | 4                                   | 2.33                   | 1,837.44                      | 9,960.04                  | 38.67%                            | 23.38%                                    | Si         | 5                                   | 2.13                   | 1,639.43                      | 8,886.71                  | 35.40%                                    | 22.46%                                    | Si         | <----    |  |  |  |  |
| 123              | B0M280 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 3.0                              | 123                | B0M280      | Bloque                         | 0"          | Madera   | 2" | 10                             | 3.0                              | De referencia                       |                        |                               |                           |                                   |                                           |            | De referencia                       |                        |                               |                           |                                           |                                           |            |          |  |  |  |  |
| 123              | B0M280 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 3.0                              | 127                | B1M280      | Bloque                         | 1"          | Madera   | 2" | 10                             | 2.5                              | 12                                  | 1.07                   | 133.11                        | 721.56                    | 16.52%                            | 15.69%                                    | Si         | No se recupera                      | 0.98                   | -32.82                        | -177.92                   | 14.64%                                    | 14.83%                                    | No         |          |  |  |  |  |
| 123              | B0M280 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 3.0                              | 131                | B2M280      | Bloque                         | 2"          | Madera   | 2" | 10                             | 2.0                              | 10                                  | 1.22                   | 400.18                        | 2,169.21                  | 19.25%                            | 16.88%                                    | Si         | 11                                  | 1.11                   | 216.52                        | 1,173.67                  | 17.23%                                    | 16.01%                                    | Si         | <----    |  |  |  |  |

Tabla A6.19 Ejemplo de corrida de evaluación económica de aislamiento en techos y muros. Caso: B0M080 a B2M280

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%

Parámetros para el análisis de sensibilidad

Incremento costo de vivienda Convencional: 5% No convencional: 10%

Incremento costo de equipo 5% Disminución facturación 4%

Disminución valor de rescate: Materiales en vivienda convencional: 5% Materiales en vivienda no convencional: 10%

Aislamiento: 5% Equipo REEE = 2.93 Wt/We ( 10 Btu/Wt 15% Equipo REEE = 3.81 Wt/We ( 13 Btu/Wt 8%

| No. | Clave | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendimiento energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Consumo kWh de mayo a octubre | Inversión |        |       | Facturación my-oc | Rescate a 12 años |       |             |        |
|-----|-------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------|--------|-------|-------------------|-------------------|-------|-------------|--------|
|     |       | Muro                           |             | Techo              |             |                                       |                                  |                               | Vivienda  | Equipo | Total |                   | Construcción      |       |             | Equipo |
|     |       | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                       |                                  |                               |           |        |       |                   | Muros             | Techo | Aislamiento |        |

Situación actual:

|                                        |        |        |    |        |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |      |        |
|----------------------------------------|--------|--------|----|--------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|------|--------|
| 121                                    | B0M080 | Bloque | 0" | Madera | 0" | 10 | 4.0 | 7719.49 | 139149.16 | 18687.00 | 157836.16 | 6213.14 | 62964.50 | 17104.16 | 0.00 | 934.35 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |        |    |        |    |    |     |         | 146106.62 | 19621.35 | 165727.97 | 5964.61 | 59816.28 | 16248.95 | 0.00 | 794.20 |

Situación propuesta:

|                                        |        |        |    |        |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |         |        |
|----------------------------------------|--------|--------|----|--------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|--------|
| 131                                    | B2M280 | Bloque | 2" | Madera | 2" | 10 | 2.0 | 4509.13 | 167226.76 | 12811.92 | 180038.68 | 2531.97 | 62964.50 | 17104.16 | 5615.52 | 640.60 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |        |    |        |    |    |     |         | 175588.09 | 13452.52 | 189040.61 | 2430.69 | 59816.28 | 16248.95 | 5334.74 | 544.51 |

¿Se acepta?

| CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO: |           |           |           |           |           |          |          |          |          |          |         |         |           | Indicadores: |          |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|-----------|--------------|----------|
|                               |           |           |           |           |           |          |          |          |          |          |         |         |           | TR (años)    |          |
| Año                           | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10      | 11      | 12        | B/C          |          |
| Gastos                        | 180038.68 | 2633.25   | 2738.58   | 2848.12   | 2962.05   | 3080.53  | 3203.75  | 3331.90  | 3465.17  | 3603.78  | 3747.93 | 3897.85 | -82271.02 | VAE          | 586.85   |
| Diferencias                   | -22202.51 | 3828.41   | 3981.55   | 4140.81   | 4306.44   | 4478.70  | 4657.85  | 4844.16  | 5037.93  | 5239.45  | 5449.03 | 5666.99 | 11215.43  | VPN          | 3,181.09 |
| Beneficios presentes          | -22202.51 | 3329.06   | 3010.62   | 2722.65   | 2462.22   | 2226.71  | 2013.72  | 1821.10  | 1646.91  | 1489.38  | 1346.92 | 1218.08 | 2096.24   | TIR          | 17.86%   |
| Bens. pres. acumulados        | -22202.51 | -18873.46 | -15862.83 | -13140.18 | -10677.96 | -8451.25 | -6437.54 | -4616.44 | -2969.53 | -1480.15 | -133.23 | 1084.85 | 3181.09   | TIRM         | 16.29%   |

Si

| CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: |           |           |           |           |           |           |          |          |          |          |          |         |           | TR (años) |          |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|-----------|-----------|----------|
| Año                                   | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11      | 12        | B/C       |          |
| Gastos                                | 189040.61 | 2527.92   | 2629.03   | 2734.20   | 2843.56   | 2957.31   | 3075.60  | 3198.62  | 3326.57  | 3459.63  | 3598.02  | 3741.94 | -78052.87 | VAE       | 193.92   |
| Diferencias                           | -23312.64 | 3675.28   | 3822.29   | 3975.18   | 4134.19   | 4299.55   | 4471.54  | 4650.40  | 4836.41  | 5029.87  | 5231.07  | 5440.31 | 10742.97  | VPN       | 1,051.17 |
| Beneficios presentes                  | -23312.64 | 3195.89   | 2890.20   | 2613.75   | 2363.73   | 2137.64   | 1933.17  | 1748.26  | 1581.03  | 1429.80  | 1293.04  | 1169.36 | 2007.94   | TIR       | 15.92%   |
| Bens. pres. acumulados                | -23312.64 | -20116.75 | -17226.55 | -14612.80 | -12249.07 | -10111.43 | -8178.26 | -6430.00 | -4848.97 | -3419.17 | -2126.13 | -956.77 | 1051.17   | TIRM      | 15.42%   |

Si

Tabla A6.20 Resultados de la evaluación económica de aislamiento en techos y muros

| Situación actual |        |                                |             |                      |             |                                     | Situación propuesta                 |     |        |                                |             |                      |             | Indicadores con valores promedio:   |                                     |                                           |                           |                                  |                              |                                  | Indicadores con análisis de sensibilidad:       |                                           |                           |                                  |                              |                                  |                                                 | Aceptación | Elección |        |        |
|------------------|--------|--------------------------------|-------------|----------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----|--------|--------------------------------|-------------|----------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|--------|--------|
| No.              | Clave  | Características de la vivienda |             |                      |             | REED. energético<br>REED. en Btu/hw | Capacidad requerida<br>en toneladas | No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                      |             | REED. energético<br>REED. en Btu/hw | Capacidad requerida<br>en toneladas | TR (Tiempo de<br>Recuperación<br>en años) | BC (Beneficio /<br>Costo) | VAE (Valor Anual<br>Equivalente) | VPN (Valor<br>Presente Neto) | TIR (Tasa Interna<br>de Retorno) | TIRM (Tasa<br>Interna de Retorno<br>Modificada) | TR (Tiempo de<br>Recuperación<br>en años) | BC (Beneficio /<br>Costo) | VAE (Valor Anual<br>Equivalente) | VPN (Valor<br>Presente Neto) | TIR (Tasa Interna<br>de Retorno) | TIRM (Tasa<br>Interna de Retorno<br>Modificada) |            |          |        |        |
|                  |        | Muro                           |             | Techo                |             |                                     |                                     |     |        | Muro                           |             | Techo                |             |                                     |                                     |                                           |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        |        |
|                  |        | Materia<br>principal           | Aislamiento | Materia<br>principal | Aislamiento |                                     |                                     |     |        | Materia<br>principal           | Aislamiento | Materia<br>principal | Aislamiento |                                     |                                     |                                           |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        |        |
| 1                | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | 1   | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | De referencia                             |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           | De referencia             |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        |        |
| 1                | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | 7   | B1C250 | Bloque                         | 1"          | Concreto             | 2"          | 10                                  | 2.0                                 | 9                                         | 1.30                      | 672.52                           | 3,645.46                     | 20.84%                           | 17.54%                                          | Si                                        | 10                        | 1.19                             | 443.54                       | 2,404.29                         | 18.73%                                          | 16.66%     | Si       |        |        |
| 1                | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | 11  | B2C250 | Bloque                         | 2"          | Concreto             | 2"          | 10                                  | 1.5                                 | 8                                         | 1.42                      | 930.67                           | 5,044.83                     | 23.07%                           | 18.42%                                          | Si                                        | 9                         | 1.30                             | 694.78                       | 3,766.16                         | 20.84%                                          | 17.54%     | Si       | «----» |        |
| 17               | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | 17  | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | De referencia                             |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           | De referencia             |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        |        |
| 17               | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | 23  | L1C250 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto             | 2"          | 10                                  | 2.0                                 | 8                                         | 1.42                      | 945.70                           | 5,126.27                     | 23.10%                           | 18.42%                                          | Si                                        | 9                         | 1.30                             | 705.80                       | 3,825.87                         | 20.86%                                          | 17.54%     | Si       |        |        |
| 17               | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | 27  | L2C250 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto             | 2"          | 10                                  | 1.5                                 | 7                                         | 1.55                      | 1,221.62                         | 6,621.93                     | 25.45%                           | 19.30%                                          | Si                                        | 8                         | 1.42                             | 974.09                       | 5,280.18                         | 23.08%                                          | 18.41%     | Si       | «----» |        |
| 33               | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 3.0                                 | 33  | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 3.0                                 | De referencia                             |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           | De referencia             |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        | «----» |
| 33               | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 3.0                                 | 39  | L1M250 | Ladrillo                       | 1"          | Madera               | 2"          | 10                                  | 1.5                                 | No se recupera                            | 0.92                      | -182.16                          | -987.42                      | 13.43%                           | 14.24%                                          | No                                        | No se recupera            | 0.84                             | -390.42                      | -2,116.33                        | 11.73%                                          | 13.39%     | No       |        |        |
| 33               | L0M050 | Ladrillo                       | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 3.0                                 | 43  | L2M250 | Ladrillo                       | 2"          | Madera               | 2"          | 10                                  | 1.5                                 | No se recupera                            | 0.91                      | -254.64                          | -1,380.31                    | 13.04%                           | 14.05%                                          | No                                        | No se recupera            | 0.83                             | -486.26                      | -2,635.83                        | 11.35%                                          | 13.20%     | No       |        |        |
| 49               | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 3.0                                 | 49  | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 3.0                                 | De referencia                             |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           | De referencia             |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        | «----» |
| 49               | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 3.0                                 | 55  | B1M250 | Bloque                         | 1"          | Madera               | 2"          | 10                                  | 1.5                                 | No se recupera                            | 0.68                      | -768.73                          | -4,166.99                    | 8.06%                            | 11.34%                                          | No                                        | No se recupera            | 0.62                             | -953.53                      | -5,168.72                        | 6.63%                                           | 10.51%     | No       |        |        |
| 49               | B0M050 | Bloque                         | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 3.0                                 | 59  | B2M250 | Bloque                         | 2"          | Madera               | 2"          | 10                                  | 1.5                                 | No se recupera                            | 0.68                      | -859.40                          | -4,658.51                    | 8.07%                            | 11.36%                                          | No                                        | No se recupera            | 0.62                             | -1,066.83                    | -5,782.89                        | 6.63%                                           | 10.53%     | No       |        |        |
| 73               | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 5.0                                 | 73  | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 5.0                                 | De referencia                             |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           | De referencia             |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        |        |
| 73               | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 5.0                                 | 79  | B1C280 | Bloque                         | 1"          | Concreto             | 2"          | 10                                  | 2.5                                 | 6                                         | 1.59                      | 2,334.50                         | 12,654.42                    | 26.28%                           | 19.56%                                          | Si                                        | 7                         | 1.46                             | 1,886.44                     | 10,225.70                        | 23.83%                                          | 18.66%     | Si       |        |        |
| 73               | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 5.0                                 | 83  | B2C280 | Bloque                         | 2"          | Concreto             | 2"          | 10                                  | 2.0                                 | 6                                         | 1.64                      | 2,586.74                         | 14,021.76                    | 27.18%                           | 19.87%                                          | Si                                        | 7                         | 1.50                             | 2,121.56                     | 11,500.19                        | 24.67%                                          | 18.98%     | Si       | «----» |        |
| 89               | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 6.0                                 | 89  | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 6.0                                 | De referencia                             |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           | De referencia             |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        |        |
| 89               | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 6.0                                 | 95  | L1C280 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto             | 2"          | 10                                  | 2.5                                 | 4                                         | 2.29                      | 4,703.65                         | 25,496.70                    | 38.22%                           | 23.22%                                          | Si                                        | 5                         | 2.09                             | 4,186.45                     | 22,693.16                        | 34.97%                                          | 22.30%     | Si       |        |        |
| 89               | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto             | 0"          | 10                                  | 6.0                                 | 99  | L2C280 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto             | 2"          | 10                                  | 2.0                                 | 4                                         | 2.34                      | 4,980.74                         | 26,998.67                    | 38.97%                           | 23.42%                                          | Si                                        | 5                         | 2.14                             | 4,445.41                     | 24,096.90                        | 35.67%                                          | 22.50%     | Si       | «----» |        |
| 105              | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 5.0                                 | 105 | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 5.0                                 | De referencia                             |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           | De referencia             |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        |        |
| 105              | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 5.0                                 | 111 | L1M280 | Ladrillo                       | 1"          | Madera               | 2"          | 10                                  | 2.5                                 | 8                                         | 1.38                      | 1,497.37                         | 8,116.65                     | 22.40%                           | 18.14%                                          | Si                                        | 9                         | 1.26                             | 1,082.80                     | 5,869.44                         | 20.19%                                          | 17.25%     | Si       |        |        |
| 105              | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 5.0                                 | 115 | L2M280 | Ladrillo                       | 2"          | Madera               | 2"          | 10                                  | 2.0                                 | 7                                         | 1.45                      | 1,790.94                         | 9,707.99                     | 23.60%                           | 18.59%                                          | Si                                        | 8                         | 1.32                             | 1,357.59                     | 7,358.97                         | 21.32%                                          | 17.71%     | Si       | «----» |        |
| 121              | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | 121 | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | De referencia                             |                           |                                  |                              |                                  |                                                 |                                           | De referencia             |                                  |                              |                                  |                                                 |            |          |        |        |
| 121              | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | 127 | B1M280 | Bloque                         | 1"          | Madera               | 2"          | 10                                  | 2.5                                 | 12                                        | 1.08                      | 319.79                           | 1,733.44                     | 16.61%                           | 15.74%                                          | Si                                        | No se recupera            | 0.99                             | -55.42                       | -300.42                          | 14.73%                                          | 14.87%     | No       |        |        |
| 121              | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera               | 0"          | 10                                  | 4.0                                 | 131 | B2M280 | Bloque                         | 2"          | Madera               | 2"          | 10                                  | 2.0                                 | 11                                        | 1.14                      | 586.85                           | 3,181.09                     | 17.86%                           | 16.29%                                          | Si                                        | 12                        | 1.05                             | 193.92                       | 1,051.17                         | 15.92%                                          | 15.42%     | Si       | «----» |        |

Tabla A6.21 Ejemplo de corrida de evaluación económica de sustitución de equipo de aire acondicionado. Caso: B2M280 a B2M283

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%  
Parámetros para el análisis de sensibilidad  
Incremento costo de vivienda Convencional: 5% No convencional: 10%  
Incremento costo de equipo 5% Disminución facturación 4%  
Disminución valor de rescate: Materiales en vivienda convencional: 5% Materiales en vivienda no convencional: 10%  
Aislamiento: 5% Equipo REEE = 2.93 Wt/We (10 Btu/Wh) 15% Equipo REEE = 3.81 Wt/We (13 Btu/Wh) 8%

| No.                                    | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendimiento energético<br>REEE en Btu/hw | Capacidad requerida<br>en Toneladas | Consumo<br>a<br>mayo<br>a<br>octubre | Inversión |          |           | Factura-<br>ción<br>my-oc | Rescate a 12 años |          |             |         |
|----------------------------------------|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------|----------|-----------|---------------------------|-------------------|----------|-------------|---------|
|                                        |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                          |                                     |                                      | Vivienda  | Equipo   | Total     |                           | Construcción      |          |             | Equipo  |
|                                        |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                          |                                     |                                      |           |          |           |                           | Muros             | Techo    | Aislamiento |         |
| Situación actual:                      |        |                                |             |                    |             |                                          |                                     |                                      |           |          |           |                           |                   |          |             |         |
| 131                                    | B2M280 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 10                                       | 2.0                                 | 4509.13                              | 167226.76 | 12811.92 | 180038.68 | 2531.97                   | 62964.50          | 17104.16 | 5615.52     | 640.60  |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |                                |             |                    |             |                                          |                                     |                                      | 175588.09 | 13452.52 | 189040.61 | 2430.69                   | 59816.28          | 16248.95 | 5334.74     | 544.51  |
| Situación propuesta:                   |        |                                |             |                    |             |                                          |                                     |                                      |           |          |           |                           |                   |          |             |         |
| 132                                    | B2M283 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                       | 2.0                                 | 3739.58                              | 167226.76 | 13926.00 | 181152.76 | 2057.55                   | 62964.50          | 17104.16 | 5615.52     | 1671.12 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |                                |             |                    |             |                                          |                                     |                                      | 175588.09 | 14622.30 | 190210.39 | 1975.25                   | 59816.28          | 16248.95 | 5334.74     | 1537.43 |

¿Se  
acepta

| CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO: |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | TR (años) |      | 3        | Si |
|-------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|----------|----|
| Año                           | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        | B/C  | 2.99     | Si |
| Gastos                        | 181152.76 | 2139.86 | 2225.45 | 2314.47 | 2407.05 | 2503.33 | 2603.46 | 2707.60 | 2815.90 | 2928.54 | 3045.68 | 3167.51 | -84061.10 | VAE  | 409.86   | Si |
| Diferencias                   | -1114.08  | 493.39  | 513.13  | 533.65  | 555.00  | 577.20  | 600.29  | 624.30  | 649.27  | 675.24  | 702.25  | 730.34  | 1790.08   | VPN  | 2,221.69 | Si |
| Beneficios presentes          | -1114.08  | 429.04  | 388.00  | 350.89  | 317.32  | 286.97  | 259.52  | 234.70  | 212.25  | 191.95  | 173.59  | 156.98  | 334.58    | TIR  | 48.01%   | Si |
| Bens. pres. acumulados        | -1114.08  | -685.04 | -297.04 | 53.84   | 371.16  | 658.13  | 917.65  | 1152.35 | 1364.60 | 1556.55 | 1730.13 | 1887.11 | 2221.69   | TIRM | 26.01%   | Si |

| CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD: |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | TR (años) |      | 4        | Si |
|---------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|------|----------|----|
| Año                                   | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        | B/C  | 2.74     | Si |
| Gastos                                | 190210.39 | 2054.26 | 2136.43 | 2221.89 | 2310.76 | 2403.19 | 2499.32 | 2599.30 | 2703.27 | 2811.40 | 2923.85 | 3040.81 | -79774.96 | VAE  | 375.09   | Si |
| Diferencias                           | -1169.78  | 473.66  | 492.60  | 512.31  | 532.80  | 554.11  | 576.28  | 599.33  | 623.30  | 648.23  | 674.16  | 701.13  | 1722.10   | VPN  | 2,033.23 | Si |
| Beneficios presentes                  | -1169.78  | 411.88  | 372.48  | 336.85  | 304.63  | 275.49  | 249.14  | 225.31  | 203.76  | 184.27  | 166.64  | 150.70  | 321.87    | TIR  | 44.11%   | Si |
| Bens. pres. acumulados                | -1169.78  | -757.91 | -385.43 | -48.58  | 256.05  | 531.54  | 780.68  | 1005.99 | 1209.75 | 1394.02 | 1560.66 | 1711.36 | 2033.23   | TIRM | 25.07%   | Si |

Tabla A6.22 Resultados de la evaluación económica de sustitución de equipos de aire acondicionado en viviendas de 50 m²

| Situación actual |        |                                |       |                    |             |                                   | Situación propuesta              |     |        |                                |       |                    |             | Indicadores con valores promedio: |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                |            |                                     | Indicadores con análisis de sensibilidad: |                               |                           |                               |                                |            |  |
|------------------|--------|--------------------------------|-------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----|--------|--------------------------------|-------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------|--|
| No.              | Clave  | Características de la vivienda |       |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/HW | Capacidad requerida en Toneladas | No. | Clave  | Características de la vivienda |       |                    |             | Rendim. energético REEE en Btu/HW | Capacidad requerida en Toneladas | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno) | TIRM (Tasa Interna de Retorno) | Aceptación | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo)                    | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno) | TIRM (Tasa Interna de Retorno) | Aceptación |  |
|                  |        | Muro                           | Techo | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |     |        | Muro                           | Techo | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                |            |                                     |                                           |                               |                           |                               |                                |            |  |
| 1                | B0C050 | Bloque                         | 0"    | Concreto           | 0"          | 10                                | 4.0                              | 2   | B0C053 | Bloque                         | 0"    | Concreto           | 0"          | 13                                | 4.0                              | 2                                   | 6.13                   | 1,185.06                      | 6,423.76                  | 96.78%                        | 33.76%                         | Si         | 2                                   | 5.60                                      | 1,117.11                      | 6,055.41                  | 88.81%                        | 32.76%                         | Si         |  |
| 3                | B0C250 | Bloque                         | 0"    | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | 4   | B0C253 | Bloque                         | 0"    | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | 4                                   | 2.48                   | 343.86                        | 1,863.93                  | 39.80%                        | 24.05%                         | Si         | 5                                   | 2.27                                      | 309.37                        | 1,676.95                  | 36.54%                        | 23.13%                         | Si         |  |
| 5                | B0C350 | Bloque                         | 0"    | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | 6   | B0C353 | Bloque                         | 0"    | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 4                                   | 2.38                   | 319.43                        | 1,731.49                  | 38.10%                        | 23.60%                         | Si         | 5                                   | 2.17                                      | 285.91                        | 1,549.81                  | 34.96%                        | 22.69%                         | Si         |  |
| 7                | B1C250 | Bloque                         | 1"    | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | 8   | B1C253 | Bloque                         | 1"    | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | 5                                   | 1.97                   | 198.88                        | 1,078.08                  | 31.43%                        | 21.67%                         | Si         | 6                                   | 1.80                                      | 172.56                        | 935.36                    | 28.79%                        | 20.77%                         | Si         |  |
| 9                | B1C350 | Bloque                         | 1"    | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 10  | B1C353 | Bloque                         | 1"    | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 10                                  | 1.28                   | 80.50                         | 436.34                    | 20.14%                        | 17.39%                         | Si         | 11                                  | 1.17                                      | 51.38                         | 278.49                    | 18.19%                        | 16.51%                         | Si         |  |
| 11               | B2C250 | Bloque                         | 2"    | Concreto           | 2"          | 10                                | 1.5                              | 12  | B2C253 | Bloque                         | 2"    | Concreto           | 2"          | 13                                | 1.5                              | 10                                  | 1.22                   | 64.51                         | 349.67                    | 19.14%                        | 16.95%                         | Si         | 12                                  | 1.12                                      | 36.03                         | 195.28                    | 17.24%                        | 16.08%                         | Si         |  |
| 13               | B2C350 | Bloque                         | 2"    | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 14  | B2C353 | Bloque                         | 2"    | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 12                                  | 1.14                   | 41.44                         | 224.64                    | 17.68%                        | 16.30%                         | Si         | 12                                  | 1.05                                      | 13.88                         | 75.26                     | 15.87%                        | 15.43%                         | Si         |  |
| 15               | B3C350 | Bloque                         | 3"    | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 16  | B3C353 | Bloque                         | 3"    | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 12                                  | 1.08                   | 23.33                         | 126.46                    | 16.52%                        | 15.75%                         | Si         | No se recupera                      | 0.99                                      | -3.50                         | -18.99                    | 14.78%                        | 14.89%                         | No         |  |
| 17               | L0C050 | Ladrillo                       | 0"    | Concreto           | 0"          | 10                                | 4.0                              | 18  | L0C053 | Ladrillo                       | 0"    | Concreto           | 0"          | 13                                | 4.0                              | 2                                   | 7.31                   | 1,457.93                      | 7,902.91                  | 115.32%                       | 35.73%                         | Si         | 2                                   | 6.68                                      | 1,379.07                      | 7,475.39                  | 105.78%                       | 34.73%                         | Si         |  |
| 19               | L0C250 | Ladrillo                       | 0"    | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.5                              | 20  | L0C253 | Ladrillo                       | 0"    | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | 4                                   | 2.67                   | 387.62                        | 2,101.13                  | 42.84%                        | 24.81%                         | Si         | 4                                   | 2.44                                      | 351.38                        | 1,904.67                  | 39.34%                        | 23.88%                         | Si         |  |
| 21               | L0C350 | Ladrillo                       | 0"    | Concreto           | 3"          | 10                                | 2.5                              | 22  | L0C353 | Ladrillo                       | 0"    | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 4                                   | 2.57                   | 363.51                        | 1,970.45                  | 41.17%                        | 24.40%                         | Si         | 4                                   | 2.35                                      | 328.23                        | 1,779.22                  | 37.80%                        | 23.48%                         | Si         |  |
| 23               | L1C250 | Ladrillo                       | 1"    | Concreto           | 2"          | 10                                | 2.0                              | 24  | L1C253 | Ladrillo                       | 1"    | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | 5                                   | 2.00                   | 205.41                        | 1,113.44                  | 31.95%                        | 21.84%                         | Si         | 6                                   | 1.83                                      | 178.82                        | 969.31                    | 29.27%                        | 20.93%                         | Si         |  |
| 25               | L1C350 | Ladrillo                       | 1"    | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 26  | L1C353 | Ladrillo                       | 1"    | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 9                                   | 1.30                   | 86.74                         | 470.17                    | 20.53%                        | 17.55%                         | Si         | 11                                  | 1.19                                      | 57.37                         | 310.97                    | 18.55%                        | 16.68%                         | Si         |  |
| 27               | L2C250 | Ladrillo                       | 2"    | Concreto           | 2"          | 10                                | 1.5                              | 28  | L2C253 | Ladrillo                       | 2"    | Concreto           | 2"          | 13                                | 1.5                              | 10                                  | 1.23                   | 66.93                         | 362.81                    | 19.29%                        | 17.02%                         | Si         | 12                                  | 1.13                                      | 38.35                         | 207.90                    | 17.39%                        | 16.15%                         | Si         |  |
| 29               | L2C350 | Ladrillo                       | 2"    | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 30  | L2C353 | Ladrillo                       | 2"    | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 12                                  | 1.15                   | 43.90                         | 237.98                    | 17.84%                        | 16.37%                         | Si         | 12                                  | 1.05                                      | 16.25                         | 88.06                     | 16.02%                        | 15.50%                         | Si         |  |
| 31               | L3C350 | Ladrillo                       | 3"    | Concreto           | 3"          | 10                                | 1.5                              | 32  | L3C353 | Ladrillo                       | 3"    | Concreto           | 3"          | 13                                | 1.5                              | 12                                  | 1.09                   | 24.64                         | 133.56                    | 16.60%                        | 15.79%                         | Si         | No se recupera                      | 0.99                                      | -2.25                         | -12.18                    | 14.86%                        | 14.93%                         | No         |  |
| 33               | L0M050 | Ladrillo                       | 0"    | Madera             | 0"          | 10                                | 3.0                              | 34  | L0M053 | Ladrillo                       | 0"    | Madera             | 0"          | 13                                | 3.0                              | 2                                   | 4.90                   | 1,002.47                      | 5,433.98                  | 78.07%                        | 31.27%                         | Si         | 2                                   | 4.48                                      | 939.36                        | 5,091.93                  | 71.69%                        | 30.30%                         | Si         |  |
| 35               | L0M250 | Ladrillo                       | 0"    | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | 36  | L0M253 | Ladrillo                       | 0"    | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 3.02                   | 467.80                        | 2,535.74                  | 48.37%                        | 26.08%                         | Si         | 4                                   | 2.76                                      | 428.34                        | 2,321.89                  | 44.43%                        | 25.15%                         | Si         |  |
| 37               | L0M350 | Ladrillo                       | 0"    | Madera             | 3"          | 10                                | 2.5                              | 38  | L0M353 | Ladrillo                       | 0"    | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 2.94                   | 449.45                        | 2,436.31                  | 47.11%                        | 25.80%                         | Si         | 4                                   | 2.69                                      | 410.73                        | 2,226.44                  | 43.27%                        | 24.87%                         | Si         |  |
| 39               | L1M250 | Ladrillo                       | 1"    | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | 40  | L1M253 | Ladrillo                       | 1"    | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | 7                                   | 1.54                   | 155.50                        | 842.90                    | 24.75%                        | 19.21%                         | Si         | 8                                   | 1.41                                      | 123.38                        | 668.79                    | 22.50%                        | 18.33%                         | Si         |  |
| 41               | L1M350 | Ladrillo                       | 1"    | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 42  | L1M353 | Ladrillo                       | 1"    | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 8                                   | 1.48                   | 138.39                        | 750.17                    | 23.71%                        | 18.82%                         | Si         | 9                                   | 1.35                                      | 106.96                        | 579.76                    | 21.53%                        | 17.94%                         | Si         |  |
| 43               | L2M250 | Ladrillo                       | 2"    | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | 44  | L2M253 | Ladrillo                       | 2"    | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | 9                                   | 1.37                   | 107.69                        | 583.74                    | 21.83%                        | 18.09%                         | Si         | 10                                  | 1.26                                      | 77.48                         | 419.99                    | 19.77%                        | 17.21%                         | Si         |  |
| 45               | L2M350 | Ladrillo                       | 2"    | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 46  | L2M353 | Ladrillo                       | 2"    | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 9                                   | 1.31                   | 90.00                         | 487.88                    | 20.74%                        | 17.64%                         | Si         | 11                                  | 1.20                                      | 60.50                         | 327.97                    | 18.74%                        | 16.76%                         | Si         |  |
| 47               | L3M350 | Ladrillo                       | 3"    | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 48  | L3M353 | Ladrillo                       | 3"    | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 10                                  | 1.24                   | 68.17                         | 369.52                    | 19.37%                        | 17.05%                         | Si         | 12                                  | 1.13                                      | 39.54                         | 214.34                    | 17.46%                        | 16.18%                         | Si         |  |
| 49               | B0M050 | Bloque                         | 0"    | Madera             | 0"          | 10                                | 3.0                              | 50  | B0M053 | Bloque                         | 0"    | Madera             | 0"          | 13                                | 3.0                              | 3                                   | 3.11                   | 544.20                        | 2,949.91                  | 49.92%                        | 26.42%                         | Si         | 4                                   | 2.85                                      | 499.43                        | 2,707.22                  | 45.87%                        | 25.48%                         | Si         |  |
| 51               | B0M250 | Bloque                         | 0"    | Madera             | 2"          | 10                                | 2.5                              | 52  | B0M253 | Bloque                         | 0"    | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 4                                   | 2.80                   | 418.51                        | 2,268.56                  | 44.97%                        | 25.32%                         | Si         | 4                                   | 2.56                                      | 381.03                        | 2,065.40                  | 41.31%                        | 24.39%                         | Si         |  |
| 53               | B0M350 | Bloque                         | 0"    | Madera             | 3"          | 10                                | 2.5                              | 54  | B0M353 | Bloque                         | 0"    | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | 4                                   | 2.72                   | 399.79                        | 2,167.13                  | 43.68%                        | 25.01%                         | Si         | 4                                   | 2.49                                      | 363.06                        | 1,968.03                  | 40.11%                        | 24.09%                         | Si         |  |
| 55               | B1M250 | Bloque                         | 1"    | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | 56  | B1M253 | Bloque                         | 1"    | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | 7                                   | 1.52                   | 148.55                        | 805.22                    | 24.33%                        | 19.06%                         | Si         | 8                                   | 1.39                                      | 116.70                        | 632.61                    | 22.10%                        | 18.17%                         | Si         |  |
| 57               | B1M350 | Bloque                         | 1"    | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 58  | B1M353 | Bloque                         | 1"    | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 8                                   | 1.46                   | 131.36                        | 712.03                    | 23.28%                        | 18.66%                         | Si         | 9                                   | 1.33                                      | 100.20                        | 543.15                    | 21.13%                        | 17.78%                         | Si         |  |
| 59               | B2M250 | Bloque                         | 2"    | Madera             | 2"          | 10                                | 1.5                              | 60  | B2M253 | Bloque                         | 2"    | Madera             | 2"          | 13                                | 1.5                              | 9                                   | 1.36                   | 104.94                        | 568.82                    | 21.66%                        | 18.02%                         | Si         | 10                                  | 1.25                                      | 74.84                         | 405.67                    | 19.61%                        | 17.14%                         | Si         |  |
| 61               | B2M350 | Bloque                         | 2"    | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 62  | B2M353 | Bloque                         | 2"    | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 9                                   | 1.30                   | 87.22                         | 472.77                    | 20.56%                        | 17.56%                         | Si         | 11                                  | 1.19                                      | 57.83                         | 313.47                    | 18.58%                        | 16.69%                         | Si         |  |
| 63               | B3M350 | Bloque                         | 3"    | Madera             | 3"          | 10                                | 1.5                              | 64  | B3M353 | Bloque                         | 3"    | Madera             | 3"          | 13                                | 1.5                              | 10                                  | 1.23                   | 66.68                         | 361.46                    | 19.28%                        | 17.01%                         | Si         | 12                                  | 1.13                                      | 38.12                         | 206.61                    | 17.37%                        | 16.14%                         | Si         |  |
| 65               | I3I450 | Insulpanel                     | 3"    | Insulpanel         | 4"          | 10                                | 1.5                              | 66  | I3I453 | Insulpanel                     | 3"    | Insulpanel         | 4"          | 13                                | 1.5                              | 9                                   | 1.30                   | 86.04                         | 466.36                    | 20.49%                        | 17.53%                         | Si         | 11                                  | 1.19                                      | 56.69                         | 307.31                    | 18.51%                        | 16.66%                         | Si         |  |
| 67               | P3P350 | Performwall                    | 3"    | Performwall        | 3"          | 10                                | 1.5                              | 68  | P3P353 | Performwall                    | 3"    | Performwall        | 3"          | 13                                | 1.5                              | 7                                   | 1.53                   | 153.04                        | 829.57                    | 24.60%                        | 19.16%                         | Si         | 8                                   | 1.40                                      | 121.02                        | 655.99                    | 22.36%                        | 18.27%                         | Si         |  |
| 69               | A2A350 | Aislapanel                     | 2"    | Aislapanel         | 3"          | 10                                | 2.5                              | 70  | A2A353 | Aislapanel                     | 2"    | Aislapanel         | 3"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 3.06                   | 477.17                        | 2,586.54                  | 49.01%                        | 26.22%                         | Si         | 4                                   | 2.80                                      | 437.34                        | 2,370.66                  | 45.03%                        | 25.29%                         | Si         |  |
| 71               | A3A450 | Aislapanel                     | 3"    | Aislapanel         | 4"          | 10                                | 2.0                              | 72  | A3A453 | Aislapanel                     | 3"    | Aislapanel         | 4"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 2.91                   | 391.76                        | 2,123.56                  | 46.61%                        | 25.69%                         | Si         | 4                                   | 2.66                                      | 357.71                        | 1,939.02                  | 42.81%                        | 24.76%                         | Si         |  |

Tabla A6.23 Resultados de la evaluación económica de sustitución de equipos de aire acondicionado en viviendas de 80 m<sup>2</sup>

| Situación actual |        |                                |             |                    |             |                                  | Situación propuesta              |     |        |                                |             |                    |             | Indicadores con valores promedio: |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               | Indicadores con análisis de sensibilidad: |            |                                     |                        |                               |                           |                               |                                |            |
|------------------|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------|
| No.              | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Bu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendim. energético REEE en Bu/hw  | Capacidad requerida en Toneladas | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno) | TIRM (Tasa Interna de Retorno)            | Aceptación | TR (Tiempo de Recuperación en años) | BC (Beneficio / Costo) | VAE (Valor Anual Equivalente) | VPN (Valor Presente Neto) | TIR (Tasa Interna de Retorno) | TIRM (Tasa Interna de Retorno) | Aceptación |
|                  |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                  |                                  |     |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                           |            |                                     |                        |                               |                           |                               |                                |            |
|                  |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                  |                                  |     |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                   |                                  |                                     |                        |                               |                           |                               |                                           |            |                                     |                        |                               |                           |                               |                                |            |
| 73               | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 5.0                              | 74  | B0C083 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 5.0                              | 1                                   | 8.94                   | 3,014.19                      | 16,338.76                 | 142.10%                       | 38.03%                                    | Si         | 1                                   | 8.18                   | 2,859.58                      | 15,500.72                 | 130.26%                       | 37.01%                         | Si         |
| 75               | B0C280 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 3.0                              | 76  | B0C283 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 3.0                              | 3                                   | 3.19                   | 564.03                        | 3,057.37                  | 51.15%                        | 26.68%                                    | Si         | 3                                   | 2.92                   | 518.46                        | 2,810.38                  | 46.99%                        | 25.74%                         | Si         |
| 77               | B0C380 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.5                              | 78  | B0C383 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 3.30                   | 532.74                        | 2,887.81                  | 52.82%                        | 27.02%                                    | Si         | 3                                   | 3.01                   | 490.70                        | 2,659.88                  | 48.53%                        | 26.08%                         | Si         |
| 79               | B1C280 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 80  | B1C283 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 3.03                   | 470.53                        | 2,550.59                  | 48.56%                        | 26.12%                                    | Si         | 4                                   | 2.77                   | 430.97                        | 2,336.15                  | 44.61%                        | 25.19%                         | Si         |
| 81               | B1C380 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.5                              | 82  | B1C383 | Bloque                         | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 4                                   | 2.86                   | 430.91                        | 2,335.82                  | 45.83%                        | 25.52%                                    | Si         | 4                                   | 2.61                   | 392.94                        | 2,129.97                  | 42.09%                        | 24.58%                         | Si         |
| 83               | B2C280 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.0                              | 84  | B2C283 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 3.04                   | 418.39                        | 2,267.96                  | 48.68%                        | 26.15%                                    | Si         | 4                                   | 2.78                   | 383.29                        | 2,077.65                  | 44.72%                        | 25.21%                         | Si         |
| 85               | B2C380 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.0                              | 86  | B2C383 | Bloque                         | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 4                                   | 2.85                   | 380.14                        | 2,060.62                  | 45.70%                        | 25.49%                                    | Si         | 4                                   | 2.61                   | 346.57                        | 1,878.60                  | 41.98%                        | 24.56%                         | Si         |
| 87               | B3C380 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.0                              | 88  | B3C383 | Bloque                         | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 4                                   | 2.73                   | 354.68                        | 1,922.58                  | 43.72%                        | 25.02%                                    | Si         | 4                                   | 2.49                   | 322.12                        | 1,746.08                  | 40.15%                        | 24.09%                         | Si         |
| 89               | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                               | 6.0                              | 90  | L0C083 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 13                                | 6.0                              | 1                                   | 10.86                  | 3,270.43                      | 17,727.73                 | 171.78%                       | 40.29%                                    | Si         | 1                                   | 9.93                   | 3,109.96                      | 16,857.92                 | 157.40%                       | 39.25%                         | Si         |
| 91               | L0C280 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 4.0                              | 92  | L0C283 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 4.0                              | 1                                   | 8.39                   | 1,706.80                      | 9,251.90                  | 132.23%                       | 37.30%                                    | Si         | 1                                   | 7.67                   | 1,617.97                      | 8,770.42                  | 121.24%                       | 36.28%                         | Si         |
| 93               | L0C380 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 4.0                              | 94  | L0C383 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 4.0                              | 2                                   | 6.93                   | 1,370.29                      | 7,427.83                  | 109.37%                       | 35.13%                                    | Si         | 2                                   | 6.34                   | 1,294.93                      | 7,019.31                  | 100.33%                       | 34.13%                         | Si         |
| 95               | L1C280 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.5                              | 96  | L1C283 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 3.07                   | 479.66                        | 2,600.04                  | 49.18%                        | 26.26%                                    | Si         | 4                                   | 2.81                   | 439.73                        | 2,383.62                  | 45.18%                        | 25.32%                         | Si         |
| 97               | L1C380 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.5                              | 98  | L1C383 | Ladrillo                       | 1"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 2.90                   | 440.18                        | 2,386.06                  | 46.47%                        | 25.66%                                    | Si         | 4                                   | 2.65                   | 401.84                        | 2,178.21                  | 42.68%                        | 24.73%                         | Si         |
| 99               | L2C280 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 10                               | 2.0                              | 100 | L2C283 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 2"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 3.05                   | 421.79                        | 2,286.35                  | 48.94%                        | 26.21%                                    | Si         | 4                                   | 2.79                   | 386.54                        | 2,095.30                  | 44.96%                        | 25.27%                         | Si         |
| 101              | L2C380 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.0                              | 102 | L2C383 | Ladrillo                       | 2"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 2.87                   | 383.60                        | 2,079.36                  | 45.97%                        | 25.55%                                    | Si         | 4                                   | 2.62                   | 349.89                        | 1,896.60                  | 42.23%                        | 24.62%                         | Si         |
| 103              | L3C380 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 10                               | 2.0                              | 104 | L3C383 | Ladrillo                       | 3"          | Concreto           | 3"          | 13                                | 2.0                              | 4                                   | 2.73                   | 356.52                        | 1,932.56                  | 43.86%                        | 25.06%                                    | Si         | 4                                   | 2.50                   | 323.89                        | 1,755.67                  | 40.28%                        | 24.13%                         | Si         |
| 105              | L0M080 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 5.0                              | 106 | L0M083 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 5.0                              | 1                                   | 7.89                   | 2,616.77                      | 14,184.49                 | 125.66%                       | 36.61%                                    | Si         | 2                                   | 7.22                   | 2,478.06                      | 13,432.62                 | 115.23%                       | 35.59%                         | Si         |
| 107              | L0M280 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 4.0                              | 108 | L0M283 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 4.0                              | 1                                   | 9.31                   | 1,920.18                      | 10,408.58                 | 146.73%                       | 38.50%                                    | Si         | 1                                   | 8.51                   | 1,822.82                      | 9,880.84                  | 134.49%                       | 37.47%                         | Si         |
| 109              | L0M380 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 10                               | 4.0                              | 110 | L0M383 | Ladrillo                       | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 4.0                              | 1                                   | 9.64                   | 1,996.23                      | 10,820.83                 | 151.90%                       | 38.90%                                    | Si         | 1                                   | 8.81                   | 1,895.83                      | 10,276.59                 | 139.22%                       | 37.87%                         | Si         |
| 111              | L1M280 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | 112 | L1M283 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 3.05                   | 475.18                        | 2,575.78                  | 48.88%                        | 26.19%                                    | Si         | 4                                   | 2.79                   | 435.44                        | 2,360.33                  | 44.90%                        | 25.26%                         | Si         |
| 113              | L1M380 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.5                              | 114 | L1M383 | Ladrillo                       | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 2.93                   | 447.91                        | 2,427.97                  | 47.00%                        | 25.78%                                    | Si         | 4                                   | 2.68                   | 409.26                        | 2,218.44                  | 43.17%                        | 24.85%                         | Si         |
| 115              | L2M280 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.0                              | 116 | L2M283 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 3.01                   | 413.51                        | 2,241.46                  | 48.30%                        | 26.07%                                    | Si         | 4                                   | 2.75                   | 378.59                        | 2,052.21                  | 44.37%                        | 25.13%                         | Si         |
| 117              | L2M380 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.0                              | 118 | L2M383 | Ladrillo                       | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 2.88                   | 387.04                        | 2,097.99                  | 46.24%                        | 25.61%                                    | Si         | 4                                   | 2.64                   | 353.18                        | 1,914.48                  | 42.47%                        | 24.68%                         | Si         |
| 119              | L3M380 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.0                              | 120 | L3M383 | Ladrillo                       | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 4                                   | 2.74                   | 358.07                        | 1,940.94                  | 43.98%                        | 25.09%                                    | Si         | 4                                   | 2.51                   | 325.37                        | 1,763.71                  | 40.39%                        | 24.16%                         | Si         |
| 121              | B0M080 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 10                               | 4.0                              | 122 | B0M083 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 0"          | 13                                | 4.0                              | 1                                   | 11.28                  | 2,375.87                      | 12,878.68                 | 177.69%                       | 40.73%                                    | Si         | 1                                   | 10.32                  | 2,260.28                      | 12,252.13                 | 162.80%                       | 39.69%                         | Si         |
| 123              | B0M280 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 10                               | 3.0                              | 124 | B0M283 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 2"          | 13                                | 3.0                              | 2                                   | 6.63                   | 1,447.79                      | 7,847.92                  | 105.27%                       | 34.63%                                    | Si         | 2                                   | 6.06                   | 1,366.88                      | 7,409.31                  | 96.58%                        | 33.63%                         | Si         |
| 125              | B0M380 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 10                               | 3.0                              | 126 | B0M383 | Bloque                         | 0"          | Madera             | 3"          | 13                                | 3.0                              | 2                                   | 6.25                   | 1,350.00                      | 7,317.85                  | 99.30%                        | 33.97%                                    | Si         | 2                                   | 5.71                   | 1,273.00                      | 6,900.45                  | 91.12%                        | 32.97%                         | Si         |
| 127              | B1M280 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.5                              | 128 | B1M283 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 3.01                   | 465.42                        | 2,522.85                  | 48.20%                        | 26.05%                                    | Si         | 4                                   | 2.75                   | 426.06                        | 2,309.52                  | 44.28%                        | 25.11%                         | Si         |
| 129              | B1M380 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.0                              | 130 | B1M383 | Bloque                         | 1"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 3.15                   | 441.89                        | 2,395.34                  | 50.50%                        | 26.54%                                    | Si         | 3                                   | 2.88                   | 405.85                        | 2,199.93                  | 46.39%                        | 25.60%                         | Si         |
| 131              | B2M280 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 10                               | 2.0                              | 132 | B2M283 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 2"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 2.99                   | 409.86                        | 2,221.69                  | 48.01%                        | 26.01%                                    | Si         | 4                                   | 2.74                   | 375.09                        | 2,033.23                  | 44.11%                        | 25.07%                         | Si         |
| 133              | B2M380 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.0                              | 134 | B2M383 | Bloque                         | 2"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 2.87                   | 383.34                        | 2,077.95                  | 45.95%                        | 25.54%                                    | Si         | 4                                   | 2.62                   | 349.64                        | 1,895.24                  | 42.21%                        | 24.61%                         | Si         |
| 135              | B3M380 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 10                               | 2.0                              | 136 | B3M383 | Bloque                         | 3"          | Madera             | 3"          | 13                                | 2.0                              | 4                                   | 2.73                   | 356.09                        | 1,930.25                  | 43.83%                        | 25.05%                                    | Si         | 4                                   | 2.50                   | 323.48                        | 1,753.45                  | 40.25%                        | 24.12%                         | Si         |
| 137              | I3I480 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 10                               | 2.0                              | 138 | I3I483 | Insulpanel                     | 3"          | Insulpanel         | 4"          | 13                                | 2.0                              | 3                                   | 2.87                   | 384.88                        | 2,086.29                  | 46.07%                        | 25.57%                                    | Si         | 4                                   | 2.63                   | 351.11                        | 1,903.25                  | 42.32%                        | 24.64%                         | Si         |
| 139              | P3P380 | Performwall                    | 3"          | Performwall        | 3"          | 10                               | 2.5                              | 140 | P3P383 | Performwall                    | 3"          | Performwall        | 3"          | 13                                | 2.5                              | 3                                   | 3.24                   | 519.40                        | 2,815.48                  | 51.91%                        | 26.83%                                    | Si         | 3                                   | 2.96                   | 477.89                        | 2,590.44                  | 47.69%                        | 25.89%                         | Si         |
| 141              | A2A380 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 10                               | 4.0                              | 142 | A2A383 | Aislapanel                     | 2"          | Aislapanel         | 3"          | 13                                | 4.0                              | 1                                   | 8.92                   | 1,830.45                      | 9,922.19                  | 140.63%                       | 38.01%                                    | Si         | 1                                   | 8.16                   | 1,736.68                      | 9,413.90                  | 128.92%                       | 36.98%                         | Si         |
| 143              | A3A480 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 10                               | 3.0                              | 144 | A3A483 | Aislapanel                     | 3"          | Aislapanel         | 4"          | 13                                | 3.0                              | 2                                   | 6.23                   | 1,345.36                      | 7,292.69                  | 99.02%                        | 33.93%                                    | Si         | 2                                   | 5.69                   | 1,268.54                      | 6,876.29                  | 90.86%                        | 32.94%                         | Si         |



Tabla A6.24 Evaluación económica de la sustitución de un refrigerador de 510 decímetros cúbicos (18 pies cúbicos)

# EVALUACIÓN ECONÓMICA DE REFRIGERADORES

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%  
 Refrigerador eficiente 8200.00 bonificación 500.00  
 Refrigerador actual Construido en 1993  
 Ahorro de energía 52.7% 0.47327

Valor de rescate a 7 años 30%  
 a 14 años 8%

Parametros para el análisis de sensibilidad: Disminución de ahorro de energia: 10%

| Mes                                                | Enero  | Febrero | Marzo  | Abril  | Mayo   | Junio   | Julio   | Agosto  | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Totales  |
|----------------------------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|------------|---------|-----------|-----------|----------|
| Consumo mensual de refrigerador actual             | 43.00  | 52.00   | 68.50  | 89.00  | 112.00 | 132.00  | 157.50  | 154.50  | 135.50     | 108.00  | 68.50     | 45.00     | 1165.50  |
| Consumo mensual de refrigerador eficiente          | 20.34  | 24.60   | 32.40  | 42.10  | 52.98  | 62.44   | 74.50   | 73.08   | 64.09      | 51.08   | 32.40     | 21.29     | 551.28   |
| Consumo en vivienda con refrigerador actual        | 437.00 | 418.00  | 460.00 | 517.00 | 853.00 | 1509.00 | 1960.00 | 2042.00 | 1382.00    | 573.00  | 446.00    | 539.00    | 11136.00 |
| Facturación en vivienda con refrigerador actual    | 727.08 | 685.87  | 784.87 | 919.18 | 481.10 | 1303.82 | 1970.28 | 2096.80 | 1127.07    | 314.51  | 772.39    | 995.53    | 12178.49 |
| Consumo en vivienda con refrigerador eficiente     | 414.34 | 390.60  | 423.90 | 470.10 | 793.98 | 1439.44 | 1877.00 | 1960.58 | 1310.59    | 516.08  | 409.90    | 515.29    | 10521.78 |
| Facturación en vivienda con refrigerador eficiente | 675.24 | 622.96  | 701.71 | 810.78 | 445.01 | 1201.89 | 1848.30 | 1976.78 | 1021.50    | 279.07  | 687.02    | 939.26    | 11209.51 |
| Ahorro                                             | 51.85  | 62.91   | 83.15  | 108.40 | 36.10  | 101.93  | 121.98  | 120.02  | 105.57     | 35.44   | 85.38     | 56.27     | 968.98   |

| Sensibilidad y riesgo                              |        |        |        |        |        |         |         |         |         |        |        |        |          |
|----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|----------|
| Ahorro mensual de consumo                          | 22.66  | 27.40  | 36.10  | 46.90  | 59.02  | 69.56   | 83.00   | 81.42   | 71.41   | 56.92  | 36.10  | 23.72  | 614.22   |
| Ahorro mensual efectivo de consumo                 | 20.39  | 24.66  | 32.49  | 42.21  | 53.12  | 62.61   | 74.70   | 73.28   | 64.27   | 51.22  | 32.49  | 21.34  | 552.80   |
| Consumo en vivienda con refrigerador eficiente     | 416.61 | 393.34 | 427.51 | 474.79 | 799.88 | 1446.39 | 1885.30 | 1968.72 | 1317.73 | 521.78 | 413.51 | 517.66 | 10583.20 |
| Facturación en vivienda con refrigerador eficiente | 680.42 | 629.25 | 710.03 | 821.62 | 448.62 | 1212.08 | 1860.49 | 1988.78 | 1032.06 | 282.62 | 695.55 | 944.88 | 11306.41 |
| Ahorro                                             | 46.66  | 56.62  | 74.84  | 97.56  | 32.49  | 91.73   | 109.78  | 108.01  | 95.01   | 31.89  | 76.84  | 50.64  | 872.08   |

## CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

| Año                         | 0        | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14         | Indicadores: |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|--------------|
| Opción sin inversion        |          |          |          |          |          |          |          | 10790.64 |        |        |        |        |        |        | -4259.9241 | TR (años):   |
| Sustitución de refrigerador | -7700.00 |          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        | 1135.98    | B/C          |
| Ahorros en consumo          |          | 1007.74  | 1048.05  | 1089.97  | 1133.57  | 1178.91  | 1226.07  | 1275.11  |        |        |        |        |        |        | 1677.96    | VAE          |
| Diferencias                 | -7700.00 | 1007.74  | 1048.05  | 1089.97  | 1133.57  | 1178.91  | 1226.07  | 12065.75 | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | -1445.99   | VPN          |
| Beneficios presentes        | -7700.00 | 876.29   | 792.47   | 716.67   | 648.12   | 586.13   | 530.06   | 4535.96  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | -204.36    | TIR          |
| Bens. pres. acumulados      | -7700.00 | -6823.71 | -6031.23 | -5314.56 | -4666.44 | -4080.31 | -3550.25 | 985.72   | 985.72 | 985.72 | 985.72 | 985.72 | 985.72 | 985.72 | 781.36     | TIRM         |

¿Se acepta?

Si

## CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

| Año                         | 0        | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14         |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Opción sin inversion        |          |          |          |          |          |          |          | 10790.64 |        |        |        |        |        |        | -4259.9241 |
| Sustitución de refrigerador | -7700.00 |          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        | 1135.98    |
| Ahorros en consumo          |          | 906.96   | 943.24   | 980.97   | 1020.21  | 1061.02  | 1103.46  | 1147.60  |        |        |        |        |        |        | 1510.16    |
| Diferencias                 | -7700.00 | 906.96   | 943.24   | 980.97   | 1020.21  | 1061.02  | 1103.46  | 11938.24 | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | -1613.78   |
| Beneficios presentes        | -7700.00 | 788.66   | 713.23   | 645.01   | 583.31   | 527.51   | 477.06   | 4488.03  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | -228.07    |
| Bens. pres. acumulados      | -7700.00 | -6911.34 | -6198.11 | -5553.10 | -4969.79 | -4442.28 | -3965.22 | 522.80   | 522.80 | 522.80 | 522.80 | 522.80 | 522.80 | 522.80 | 294.73     |

TR (años):

7

Si

B/C

1.07

Si

VAE

54.37

Si

VPN

294.73

Si

TIR

15.86%

Si

TIRM

15.63%

Tabla A6.25 Evaluación económica del financiamiento de aislamiento, equipamiento e inicio de construcción de vivienda de bloque de 50 m²

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%

Parámetros para el análisis de sensibilidad

Incremento costo de vivienda Convencional: 5% No convencional: 10%

Incremento costo de equipo 5% Disminución facturación 4%

Disminución valor de rescate: Materiales en vivienda convencional: 5% Materiales en vivienda no convencional: 10%

Aislamiento: 5% Equipo REEE = 2.93 Wt/We ( 10 Btu/Wt 15% Equipo REEE = 3.81 Wt/We ( 13 Btu/Wh 8%

Flujos de gastos de opción de menor inversión:

| Año                      | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        |
|--------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Caso:                    | B0C050    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |           |
| Con valores promedio     | 118966.49 | 4134.56 | 4299.94 | 4471.94 | 4650.81 | 4836.85 | 5030.32 | 5231.53 | 5440.79 | 5658.42 | 5884.76 | 6120.15 | -54737.08 |
| Análisis de sensibilidad | 124914.81 | 3969.17 | 4127.94 | 4293.06 | 4464.78 | 4643.37 | 4829.11 | 5022.27 | 5223.16 | 5432.09 | 5649.37 | 5875.35 | -51843.14 |

Credito: Vivienda 5% de 302385.05 = 15119.25 Total credito 47337.83

Aislamiento = 19612.68 Tasa anual compuesta 12% mensual 0.95% anual simple 11.39%

Equipo = 12605.90

| No.                                    | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendimiento energético REEE en Btu/hw | Capacidad requerida en Toneladas | Consumo kWh de mayo a octubre | Inversión |          |           | Facturación my-oc | Rescate a 12 años |          |             |        |
|----------------------------------------|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------|----------|-----------|-------------------|-------------------|----------|-------------|--------|
|                                        |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                       |                                  |                               | Vivienda  | Equipo   | Total     |                   | Construcción      |          |             | Equipo |
|                                        |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                       |                                  |                               |           |          |           |                   | Muros             | Techo    | Aislamiento |        |
| 1                                      | B0C050 | Bloque                         | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                    | 4.0                              | 6248.58                       | 100279.49 | 18687.00 | 118966.49 | 3975.53           | 43798.33          | 16369.36 | 0.00        | 934.35 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |                                |             |                    |             |                                       |                                  |                               | 105293.46 | 19621.35 | 124914.81 | 3816.51           | 41608.41          | 15550.90 | 0.00        | 794.20 |

CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

| Año    | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        |
|--------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Gastos | 118966.49 | 4134.56 | 4299.94 | 4471.94 | 4650.81 | 4836.85 | 5030.32 | 5231.53 | 5440.79 | 5658.42 | 5884.76 | 6120.15 | -54737.08 |

CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

| Año    | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        |
|--------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Gastos | 124914.81 | 3969.17 | 4127.94 | 4293.06 | 4464.78 | 4643.37 | 4829.11 | 5022.27 | 5223.16 | 5432.09 | 5649.37 | 5875.35 | -51843.14 |

|                                        |        |        |    |          |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |         |         |
|----------------------------------------|--------|--------|----|----------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|---------|
| 12                                     | B2C253 | Bloque | 2" | Concreto | 2" | 13 | 1.5 | 2406.78 | 119892.17 | 12605.90 | 132498.07 | 1245.88 | 43798.33 | 16369.36 | 3922.54 | 1512.71 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |        |    |          |    |    |     |         | 125886.78 | 13236.20 | 139122.97 | 1196.05 | 41608.41 | 15550.90 | 3726.41 | 1391.69 |

¿Se acepta?

CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

| Año                    | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        | TR (años) | 0                | Si |    |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|------------------|----|----|
| Gastos                 | 132498.07 | 1295.72   | 1347.55   | 1401.45   | 1457.51   | 1515.81   | 1576.44 | 1639.50 | 1705.08 | 1773.28 | 1844.21 | 1917.98 | -63608.24 | B/C       | 1.36             | Si |    |
| Credito                | 47337.83  | -10072.31 | -11280.98 | -12634.70 | -14150.86 | -15848.97 |         |         |         |         |         |         |           | VAE       | 2,059.86         |    | Si |
| Diferencias            | 33806.25  | -7233.47  | -8328.59  | -9564.21  | -10957.56 | -12527.93 | 3453.88 | 3592.04 | 3735.72 | 3885.15 | 4040.55 | 4202.17 | 8871.15   | VPN       | 11,165.70        |    | Si |
| Beneficios presentes   | 33806.25  | -6289.97  | -6297.61  | -6288.63  | -6265.02  | -6228.60  | 1493.21 | 1350.38 | 1221.21 | 1104.40 | 998.76  | 903.23  | 1658.08   | TIR       | No hay inversión |    | Si |
| Bens. pres. acumulados | 33806.25  | 27516.28  | 21218.67  | 14930.04  | 8665.02   | 2436.43   | 3929.64 | 5280.01 | 6501.23 | 7605.63 | 8604.39 | 9507.62 | 11165.70  | TIRM      | 17.96%           |    | Si |

CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

| Año                    | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        | TR (años) | 0                | Si |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|------------------|----|
| Gastos                 | 139122.97 | 1243.89   | 1293.64   | 1345.39   | 1399.21   | 1455.17   | 1513.38 | 1573.92 | 1636.87 | 1702.35 | 1770.44 | 1841.26 | -60362.50 | B/C       | 1.31             | Si |
| Credito                | 47337.83  | -10072.31 | -11280.98 | -12634.70 | -14150.86 | -15848.97 |         |         |         |         |         |         |           | VAE       | 1,795.49         | Si |
| Diferencias            | 33129.67  | -7347.02  | -8446.69  | -9687.03  | -11085.29 | -12660.77 | 3315.72 | 3448.35 | 3586.29 | 3729.74 | 3878.93 | 4034.09 | 8519.35   | VPN       | 9,732.65         | Si |
| Beneficios presentes   | 33129.67  | -6388.71  | -6386.91  | -6369.38  | -6338.05  | -6294.64  | 1433.48 | 1296.36 | 1172.36 | 1060.22 | 958.81  | 867.10  | 1592.33   | TIR       | No hay inversión | Si |
| Bens. pres. acumulados | 33129.67  | 26740.96  | 20354.05  | 13984.67  | 7646.62   | 1351.98   | 2785.46 | 4081.82 | 5254.18 | 6314.41 | 7273.22 | 8140.32 | 9732.65   | TIRM      | 17.59%           | Si |

Tabla A6.26 Evaluación económica de financiamiento de aislamiento, equipamiento e inicio de construcción de vivienda de ladrillo de 50 m²

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%

Parámetros para el análisis de sensibilidad

Incremento costo de vivienda Convencional: 5% No convencional: 10%  
 Incremento costo de equipo 5% Disminución facturación 4%  
 Disminución valor de rescate: Materiales en vivienda convencional: 5% Materiales en vivienda no convencional: 10%  
 Aislamiento: 5% Equipo REEE = 2.93 Wt/We ( 10 Btu/Wt 15% Equipo REEE = 3.81 Wt/We ( 13 Btu/Wt 8%

Flujos de gastos de opción de menor inversión:

| Año                      | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        |
|--------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Caso: L0C050             |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |           |
| Con valores promedio     | 110761.53 | 4391.06 | 4566.70 | 4749.37 | 4939.34 | 5136.91 | 5342.39 | 5556.09 | 5778.33 | 6009.46 | 6249.84 | 6499.84 | -49419.24 |
| Análisis de sensibilidad | 116299.61 | 4215.41 | 4384.03 | 4559.39 | 4741.77 | 4931.44 | 5128.70 | 5333.84 | 5547.20 | 5769.08 | 5999.85 | 6239.84 | -46787.24 |

Credito: Vivienda 5% de 294180.09 = 14709.00 Total credito 46927.59  
 Aislamiento = 19612.68 Tasa anual compuesta 12% mensual 0.95% anual simple 11.39%  
 Equipo = 12605.90

| No.                                    | Clave  | Características de la vivienda |             |                    |             | Rendimiento energético REEE en Btu/hW | Capacidad requerida en Toneladas | Consumo kWh de mayo a octubre | Inversión |          |           | Facturación my-oc | Rescate a 12 años |          |             |        |
|----------------------------------------|--------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------|----------|-----------|-------------------|-------------------|----------|-------------|--------|
|                                        |        | Muro                           |             | Techo              |             |                                       |                                  |                               | Vivienda  | Equipo   | Total     |                   | Construcción      |          |             | Equipo |
|                                        |        | Material principal             | Aislamiento | Material principal | Aislamiento |                                       |                                  |                               |           |          |           |                   | Muros             | Techo    | Aislamiento |        |
| 17                                     | L0C050 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto           | 0"          | 10                                    | 4.0                              | 6305.54                       | 92074.53  | 18687.00 | 110761.53 | 4222.17           | 38875.35          | 16369.36 | 0.00        | 934.35 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |                                |             |                    |             |                                       |                                  |                               | 96678.26  | 19621.35 | 116299.61 | 4053.28           | 36931.58          | 15550.90 | 0.00        | 794.20 |

### CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

| Año    | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        |
|--------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Gastos | 110761.53 | 4391.06 | 4566.70 | 4749.37 | 4939.34 | 5136.91 | 5342.39 | 5556.09 | 5778.33 | 6009.46 | 6249.84 | 6499.84 | -49419.24 |

### CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

| Año    | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        |
|--------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Gastos | 116299.61 | 4215.41 | 4384.03 | 4559.39 | 4741.77 | 4931.44 | 5128.70 | 5333.84 | 5547.20 | 5769.08 | 5999.85 | 6239.84 | -46787.24 |

|                                        |        |          |    |          |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |         |         |
|----------------------------------------|--------|----------|----|----------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|---------|
| 28                                     | L2C253 | Ladrillo | 2" | Concreto | 2" | 13 | 1.5 | 2417.61 | 111687.21 | 12605.90 | 124293.11 | 1252.49 | 38875.35 | 16369.36 | 3922.54 | 1512.71 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |          |    |          |    |    |     |         | 117271.57 | 13236.20 | 130507.76 | 1202.39 | 36931.58 | 15550.90 | 3726.41 | 1391.69 |

¿Se acepta?

### CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

| Año                    | 0         | 1        | 2         | 3         | 4         | 5         | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11       | 12        | Indicadores: |           |    |
|------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------|--------------|-----------|----|
| Gastos                 | 124293.11 | 1302.59  | 1354.70   | 1408.88   | 1465.24   | 1523.85   | 1584.80 | 1648.20 | 1714.12 | 1782.69 | 1854.00 | 1928.16  | -58674.68 | TR (años)    | 0         | Si |
| Credito                | 46927.59  | -9985.02 | -11183.22 | -12525.20 | -14028.23 | -15711.61 |         |         |         |         |         |          |           | B/C          | 1.42      | Si |
| Diferencias            | 33396.00  | -6896.55 | -7971.22  | -9184.72  | -10554.13 | -12098.55 | 3757.59 | 3907.89 | 4064.21 | 4226.77 | 4395.85 | 4571.68  | 9255.44   | VAE          | 2,344.00  | Si |
| Beneficios presentes   | 33396.00  | -5997.00 | -6027.38  | -6039.10  | -6034.36  | -6015.12  | 1624.51 | 1469.12 | 1328.60 | 1201.51 | 1086.59 | 982.65   | 1729.91   | VPN          | 12,705.92 | Si |
| Bens. pres. acumulados | 33396.00  | 27399.00 | 21371.62  | 15332.51  | 9298.16   | 3283.04   | 4907.55 | 6376.67 | 7705.27 | 8906.78 | 9993.36 | 10976.02 | 12705.92  | TIR          | 18.42%    | Si |

### CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

| Año                    | 0         | 1        | 2         | 3         | 4         | 5         | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12        | TR (años) | 0                | Si |
|------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|------------------|----|
| Gastos                 | 130507.76 | 1250.49  | 1300.51   | 1352.53   | 1406.63   | 1462.90   | 1521.41 | 1582.27 | 1645.56 | 1711.38 | 1779.84 | 1851.03 | -55675.51 | B/C       | 1.37             | Si |
| Credito                | 46927.59  | -9985.02 | -11183.22 | -12525.20 | -14028.23 | -15711.61 |         |         |         |         |         |         |           | VAE       | 2,067.89         | Si |
| Diferencias            | 32719.43  | -7020.09 | -8099.70  | -9318.34  | -10693.09 | -12243.07 | 3607.28 | 3751.58 | 3901.64 | 4057.70 | 4220.01 | 4388.81 | 8888.27   | VPN       | 11,209.26        | Si |
| Beneficios presentes   | 32719.43  | -6104.43 | -6124.53  | -6126.96  | -6113.81  | -6086.97  | 1559.53 | 1410.36 | 1275.45 | 1153.45 | 1043.12 | 943.35  | 1661.28   | TIR       | No hay inversión | Si |
| Bens. pres. acumulados | 32719.43  | 26615.00 | 20490.46  | 14363.50  | 8249.69   | 2162.72   | 3722.25 | 5132.61 | 6408.06 | 7561.51 | 8604.64 | 9547.98 | 11209.26  | TIRM      | 18.03%           | Si |

Tabla A6.27 Evaluación económica de financiamiento de aislamiento, equipamiento e inicio de construcción de vivienda de bloque de 80 m²

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%

Parámetros para el análisis de sensibilidad

Incremento costo de vivienda Convencional: 5% No convencional: 10%

Incremento costo de equipo 5% Disminución facturación 4%

Disminución valor de rescate: Materiales en vivienda convencional: 5% Materiales en vivienda no convencional: 10%

Aislamiento: 5% Equipo REEE = 2.93 Wt/We ( 10 Btu/Wh) 15% Equipo REEE = 3.81 Wt/We ( 13 Btu/Wh) 8%

Flujos de gastos de opción de menor inversión:

| Año                      | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        |
|--------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Caso: B0C080             |           |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |           |
| Con valores promedio     | 166289.15 | 8141.75 | 8467.42 | 8806.12 | 9158.36 | 9524.70 | 9905.69 | 10301.91 | 10713.99 | 11142.55 | 11588.25 | 12051.78 | -76708.10 |
| Análisis de sensibilidad | 174603.60 | 7816.08 | 8128.73 | 8453.87 | 8792.03 | 9143.71 | 9509.46 | 9889.84  | 10285.43 | 10696.85 | 11124.72 | 11569.71 | -72651.61 |

Credito: Vivienda 5% de 461288.08 = 23064.40 Total credito 65068.00  
 Aislamiento = 28077.59 Tasa anual compuesta 12% mensual 0.95% anual simple 11.39%  
 Equipo = 13926.00

| No.                                    | Clave  | Características de la vivienda |             |                       |             | Rendimiento energético<br>REEE en Btu/hw<br>Capacidad requerida<br>en Toneladas | Consumo<br>kWh de mayo a<br>octubre | Inversión |           |          | Factura-<br>ción<br>my-oc | Rescate a 12 años |          |             |        |       |
|----------------------------------------|--------|--------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|----------|---------------------------|-------------------|----------|-------------|--------|-------|
|                                        |        | Muro                           |             | Techo                 |             |                                                                                 |                                     | Vivienda  | Equipo    | Total    |                           | Construcción      |          |             | Equipo |       |
|                                        |        | Material<br>principal          | Aislamiento | Material<br>principal | Aislamiento |                                                                                 |                                     |           |           |          |                           | Muros             | Techo    | Aislamiento |        |       |
| 73                                     | B0C080 | Bloque                         | 0"          | Concreto              | 0"          | 10                                                                              | 5.0                                 | 9015.79   | 147140.90 | 19148.25 | 166289.15                 | 7828.61           | 62964.50 | 25320.03    | 0.00   | 957.4 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |                                |             |                       |             |                                                                                 |                                     |           | 154497.94 | 20105.66 | 174603.60                 | 7515.46           | 59816.28 | 24054.03    | 0.00   | 813.8 |

### CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

| Año    | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        |
|--------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Gastos | 166289.15 | 8141.75 | 8467.42 | 8806.12 | 9158.36 | 9524.70 | 9905.69 | 10301.91 | 10713.99 | 11142.55 | 11588.25 | 12051.78 | -76708.10 |

### CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

| Año    | 0         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        |
|--------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Gastos | 174603.60 | 7816.08 | 8128.73 | 8453.87 | 8792.03 | 9143.71 | 9509.46 | 9889.84 | 10285.43 | 10696.85 | 11124.72 | 11569.71 | -72651.61 |

|                                        |        |        |    |          |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |         |         |
|----------------------------------------|--------|--------|----|----------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|---------|
| 84                                     | B2C283 | Bloque | 2" | Concreto | 2" | 13 | 2.0 | 3804.71 | 175218.49 | 13926.00 | 189144.49 | 2098.76 | 62964.50 | 25320.03 | 5615.52 | 1671.12 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |        |    |          |    |    |     |         | 183979.42 | 14622.30 | 198601.72 | 2014.81 | 59816.28 | 24054.03 | 5334.74 | 1537.43 |

¿Se  
acepta?

### CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

| Año                    | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6       | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        | Indicadores: |                  |    |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|------------------|----|
| Gastos                 | 189144.49 | 2182.71   | 2270.02   | 2360.82   | 2455.26   | 2553.47   | 2655.61 | 2761.83  | 2872.30  | 2987.20  | 3106.68  | 3230.95  | -92210.99 | TR (años):   | 0                | Si |
| Credito                | 65068.00  | -13844.84 | -15506.22 | -17366.97 | -19451.00 | -21785.13 |         |          |          |          |          |          |           | B/C          | 1.68             | Si |
| Diferencias            | 42212.65  | -7885.80  | -9308.82  | -10921.67 | -12747.90 | -14813.89 | 7250.08 | 7540.08  | 7841.69  | 8155.35  | 8481.57  | 8820.83  | 15502.89  | VAE          | 4,468.58         | Si |
| Beneficios presentes   | 42212.65  | -6857.22  | -7038.81  | -7181.18  | -7288.65  | -7365.12  | 3134.41 | 2834.60  | 2563.46  | 2318.26  | 2096.51  | 1895.98  | 2897.60   | VPN          | 24,222.49        | Si |
| Bens. pres. acumulados | 42212.65  | 35355.43  | 28316.63  | 21135.45  | 13846.80  | 6481.67   | 9616.08 | 12450.68 | 15014.14 | 17332.40 | 19428.92 | 21324.89 | 24222.49  | TIR          | No hay inversión | Si |
|                        |           |           |           |           |           |           |         |          |          |          |          |          |           | TIRM         | 20.07%           | Si |

### CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

| Año                    | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6       | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        | Indicadores: |                  |    |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|------------------|----|
| Gastos                 | 198601.72 | 2095.41   | 2179.22   | 2266.39   | 2357.05   | 2451.33   | 2549.38 | 2651.36  | 2757.41  | 2867.71  | 2982.42  | 3101.71  | -87516.70 | TR (años):   | 0                | Si |
| Credito                | 65068.00  | -13844.84 | -15506.22 | -17366.97 | -19451.00 | -21785.13 |         |          |          |          |          |          |           | B/C          | 1.59             | Si |
| Diferencias            | 41069.89  | -8124.16  | -9556.72  | -11179.49 | -13016.02 | -15092.74 | 6960.08 | 7238.48  | 7528.02  | 7829.14  | 8142.31  | 8468.00  | 14865.09  | VAE          | 3,968.30         | Si |
| Beneficios presentes   | 41069.89  | -7064.49  | -7226.25  | -7350.69  | -7441.95  | -7503.76  | 3009.03 | 2721.21  | 2460.92  | 2225.53  | 2012.65  | 1820.14  | 2778.39   | VPN          | 21,510.62        | Si |
| Bens. pres. acumulados | 41069.89  | 34005.40  | 26779.14  | 19428.45  | 11986.50  | 4482.74   | 7491.77 | 10212.98 | 12673.91 | 14899.44 | 16912.09 | 18732.23 | 21510.62  | TIR          | No hay inversión | Si |
|                        |           |           |           |           |           |           |         |          |          |          |          |          |           | TIRM         | 19.52%           | Si |

Tabla A6.28 Beneficios del financiamiento parcial de una vivienda de muros de bloque y techo de concreto de 80 m<sup>2</sup>

| Año | Beneficios anuales | Beneficios presentes | Beneficios presentes acumulados |
|-----|--------------------|----------------------|---------------------------------|
| 0   | 42,212.65          | 42,212.65            | 42,212.65                       |
| 1   | -8,115.00          | -7,056.52            | 35,156.13                       |
| 2   | -9,547.18          | -7,219.04            | 27,937.09                       |
| 3   | -11,169.57         | -7,344.17            | 20,592.92                       |
| 4   | -13,005.71         | -7,436.06            | 13,156.86                       |
| 5   | -15,082.02         | -7,498.43            | 5,658.43                        |
| 6   | 6,971.23           | 3,013.86             | 8,672.29                        |
| 7   | 7,250.08           | 2,725.57             | 11,397.86                       |
| 8   | 7,540.08           | 2,464.87             | 13,862.73                       |
| 9   | 7,841.69           | 2,229.10             | 16,091.83                       |
| 10  | 8,155.35           | 2,015.88             | 18,107.70                       |
| 11  | 8,481.57           | 1,823.06             | 19,930.76                       |
| 12  | 17,181.82          | 3,211.41             | 23,142.17                       |
| 13  | 9,173.66           | 1,490.98             | 24,633.14                       |
| 14  | 9,540.61           | 1,348.36             | 25,981.50                       |
| 15  | 9,922.24           | 1,219.39             | 27,200.89                       |
| 16  | 10,319.12          | 1,102.75             | 28,303.64                       |
| 17  | 10,731.89          | 997.27               | 29,300.91                       |
| 18  | 11,161.17          | 901.88               | 30,202.79                       |
| 19  | 11,607.61          | 815.61               | 31,018.41                       |
| 20  | 12,071.92          | 737.60               | 31,756.00                       |

|                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| Valor Anual equivalente: | <b>\$ 5,073.39</b> |
|--------------------------|--------------------|

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| Valor Presente Neto: | <b>\$31,756.00</b> |
|----------------------|--------------------|

Tabla A6.29 Evaluación económica de financiamiento de aislamiento, equipamiento e inicio de construcción de vivienda de ladrillo de 80 m²

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Tasas: Inflación: 4% TREMA 15%

Parámetros para el análisis de sensibilidad

Incremento costo de vivienda Convencional: 5% No convencional: 10%

Incremento costo de equipo 5% Disminución facturación 4%

Disminución valor de rescate: Materiales en vivienda convencional: 5% Materiales en vivienda no convencional: 10%

Aislamiento: 5% Equipo REEE = 2.93 Wt/We ( 10 Btu/Wh) 15% Equipo REEE = 3.81 Wt/We ( 13 Btu/Wh) 8%

Flujos de gastos de opción de menor inversión:

| Año                      | 0         | 1       | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        |
|--------------------------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Caso: L0C080             |           |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
| Con valores promedio     | 156019.23 | 9954.06 | 10352.22 | 10766.31 | 11196.96 | 11644.84 | 12110.64 | 12595.06 | 13098.86 | 13622.82 | 14167.73 | 14734.44 | -66917.14 |
| Análisis de sensibilidad | 163820.19 | 9555.90 | 9938.13  | 10335.66 | 10749.08 | 11179.05 | 11626.21 | 12091.26 | 12574.91 | 13077.91 | 13601.02 | 14145.06 | -63314.67 |

Credito: Vivienda 5% de 294180.09 = 14709.00 Total credito 56712.60  
 Aislamiento = 28077.59 Tasa anual compuesta 12% mensual 0.95% anual simple 11.39%  
 Equipo = 13926.00

| No. | Clave  | Características de la vivienda |             |                                        |             | Rendimiento energético<br>REEE en Btu/hW<br>Capacidad requerida<br>en Toneladas | Consumo<br>kWh de mayo a<br>octubre | Inversión |           |          | Factura-<br>ción<br>my-oc | Rescate a 12 años |          |             |        |         |
|-----|--------|--------------------------------|-------------|----------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|----------|---------------------------|-------------------|----------|-------------|--------|---------|
|     |        | Muro                           |             | Techo                                  |             |                                                                                 |                                     | Vivienda  | Equipo    | Total    |                           | Construcción      |          |             | Equipo |         |
|     |        | Material<br>principal          | Aislamiento | Material<br>principal                  | Aislamiento |                                                                                 |                                     |           |           |          |                           | Muros             | Techo    | Aislamiento |        |         |
| 89  | L0C080 | Ladrillo                       | 0"          | Concreto                               | 0"          | 10                                                                              | 6.0                                 | 10310.47  | 135345.45 | 20673.78 | 156019.23                 | 9571.21           | 55887.23 | 25320.03    | 0.00   | 1033.69 |
|     |        |                                |             | Valores para análisis de sensibilidad: |             |                                                                                 |                                     |           | 142112.72 | 21707.47 | 163820.19                 | 9188.36           | 53092.87 | 24054.03    | 0.00   | 878.64  |

### CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

| Año    | 0         | 1       | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        |
|--------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Gastos | 156019.23 | 9954.06 | 10352.22 | 10766.31 | 11196.96 | 11644.84 | 12110.64 | 12595.06 | 13098.86 | 13622.82 | 14167.73 | 14734.44 | -66917.14 |

### CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

| Año    | 0         | 1       | 2       | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        |
|--------|-----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Gastos | 163820.19 | 9555.90 | 9938.13 | 10335.66 | 10749.08 | 11179.05 | 11626.21 | 12091.26 | 12574.91 | 13077.91 | 13601.02 | 14145.06 | -63314.67 |

|                                        |        |          |    |          |    |    |     |         |           |          |           |         |          |          |         |         |
|----------------------------------------|--------|----------|----|----------|----|----|-----|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|---------|
| 100                                    | L2C283 | Ladrillo | 2" | Concreto | 2" | 13 | 2.0 | 3819.71 | 163423.04 | 13926.00 | 177349.04 | 2108.01 | 55887.23 | 25320.03 | 5615.52 | 1671.12 |
| Valores para análisis de sensibilidad: |        |          |    |          |    |    |     |         | 171594.19 | 14622.30 | 186216.49 | 2023.69 | 53092.87 | 24054.03 | 5334.74 | 1537.43 |

¿Se acepta?

### CÁLCULO CON VALORES PROMEDIO:

| Año                    | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        | Indicadores: |                  |    |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|------------------|----|
| Gastos                 | 177349.04 | 2192.34   | 2280.03   | 2371.23   | 2466.08   | 2564.72   | 2667.31  | 2774.00  | 2884.96  | 3000.36  | 3120.38  | 3245.19  | -85118.91 | TR (años):   | 0                | Si |
| Credito                | 56712.60  | -12067.02 | -13515.06 | -15136.87 | -16953.30 | -18987.69 |          |          |          |          |          |          |           | VAE          | 6,678.05         | Si |
| Diferencias            | 35382.78  | -4305.30  | -5442.87  | -6741.79  | -8222.41  | -9907.57  | 9443.32  | 9821.06  | 10213.90 | 10622.46 | 11047.35 | 11489.25 | 18201.77  | VPN          | 36,199.15        | Si |
| Beneficios presentes   | 35382.78  | -3743.74  | -4115.59  | -4432.84  | -4701.19  | -4925.81  | 4082.61  | 3692.10  | 3338.94  | 3019.56  | 2730.74  | 2469.54  | 3402.04   | TIR          | No hay inversión | Si |
| Bens. pres. acumulados | 35382.78  | 31639.05  | 27523.46  | 23090.62  | 18389.43  | 13463.62  | 17546.23 | 21238.32 | 24577.27 | 27596.83 | 30327.57 | 32797.10 | 36199.15  | TIRM         | 24.74%           | Si |

### CÁLCULO CON ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

| Año                    | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12        | Indicadores: |                  |    |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|------------------|----|
| Gastos                 | 186216.49 | 2104.64   | 2188.83   | 2276.38   | 2367.44   | 2462.13   | 2560.62  | 2663.04  | 2769.57  | 2880.35  | 2995.56  | 3115.38  | -80779.08 | TR (años):   | 0                | Si |
| Credito                | 56712.60  | -12067.02 | -13515.06 | -15136.87 | -16953.30 | -18987.69 |          |          |          |          |          |          |           | VAE          | 6,107.48         | Si |
| Diferencias            | 34316.29  | -4615.77  | -5765.76  | -7077.59  | -8571.65  | -10270.78 | 9065.59  | 9428.22  | 9805.34  | 10197.56 | 10605.46 | 11029.68 | 17464.40  | VPN          | 33,106.32        | Si |
| Beneficios presentes   | 34316.29  | -4013.71  | -4359.74  | -4653.63  | -4900.87  | -5106.39  | 3919.31  | 3544.42  | 3205.38  | 2898.78  | 2621.51  | 2370.75  | 3264.22   | TIR          | No hay inversión | Si |
| Bens. pres. acumulados | 34316.29  | 30302.58  | 25942.84  | 21289.21  | 16388.34  | 11281.95  | 15201.26 | 18745.67 | 21951.06 | 24849.84 | 27471.35 | 29842.10 | 33106.32  | TIRM         | 23.86%           | Si |