ProNAMA
Programa Mexicano - Alemán para NAMA

NAMA VIVIENDA EXISTENTE

Actualización del estudio de campo para analizar casos de referencia del parque de vivienda existente en México

SEDATU
SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:
Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear
de la República Federal de Alemania

ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE CAMPO PARA ANALIZAR CASOS DE REFERENCIA DEL PARQUE DE VIVIENDA EXISTENTE EN MÉXICO

Por encargo de:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

centro mario molina

México, D.F., julio de 2014

La Comisión Nacional de Vivienda agradece a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento. La colaboración de la GIZ para el desarrollo del programa “Mexicano Alemán para NAMA, Componente Vivienda” se realiza por encargo del Ministerio de Medio Ambiente y Seguridad Nuclear (BMU). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del/ de los autor/es y no necesariamente representan la opinión de la ##nombrar institución contraparte y/o de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

ESTUDIO DE CAMPO PARA ANALIZAR CASOS DE REFERENCIA DEL PARQUE DE VIVIENDA EXISTENTE EN MÉXICO, México, D.F., octubre de 2013
ISBN: #####

Edición y Supervisión: GIZ
Autor(es): Ricardo Ochoa Sosa, Ángel Pérez Padilla, Antonio Espinosa Cordero, Sergio Rivera Cabrera.
Diseño: GIZ México

Impreso en México
Imprenta: ###
Tiraje: ###

© Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A.C.
Paseo de los Laureles 458 int. 406, 05120 México D.F.
www.centromariomolina.org

© Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammerskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

Oficina de Representación de la GIZ en México
Torre Hemicor, Piso 11
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. Del Valle, Del. Benito Juárez
C.P. 03100, México, D.F.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de / www.gtz.de/mexico

Tabla de Contenido

Resumen ejecutivo **9**
1 Introducción **14**
2 Contenido **15**
2.1 Antecedentes 15
2.2 Objetivo 15
2.3 Alcances 16
2.4 Metodología 16
2.4.1 Determinación del tamaño de la muestra 17
2.4.2 Selección de conjuntos 21
2.4.2.1 Mérida 23
2.4.2.2 Monterrey 24
2.4.2.3 Valle de México 25
2.4.2.4 Guadalajara 26
2.4.3 Encuesta, levantamiento y base de datos 27
2.4.3.1 Georreferencia 27
2.5 Análisis de resultados 28
2.5.1 Análisis de varianza 48
2.5.2 Intervalo de confianza 48
3 Conclusiones y recomendaciones **50**
4 Anexos **51**
4.1 Anexo 1. Conjuntos 51
4.2 Anexo 2. Encuesta 53
4.3 Anexo 3. Ficha tipo de vivienda 60
4.4 Anexo 3. Memoria de cálculo 66
Bibliografía **72**

Lista de Tablas

Tabla 1: Tipo de cambio usado en el estudio (16 de octubre 2013) 8
Tabla 2 Total de conjuntos y viviendas levantadas por etapa y zona bioclimática 10
Tabla 3 Vivienda del INFONAVIT por etapas 17
Tabla 4 Distribución de viviendas por zona bioclimática 18
Tabla 5 Viviendas financiadas por INFONAVIT entre 1972 y 2009 19
Tabla 6 Número de viviendas mínimas por ciudad 20
Tabla 7 Número de conjunto mínimos por ciudad 20
Tabla 8 Número de viviendas, error esperado (propuesta final) 20
Tabla 9 Número de conjuntos, error esperado (propuesta final) 21
Tabla 10 Criterio de viviendas a encuestar por tamaño de conjunto 21
Tabla 11 Número mínimo de viviendas que se levantaron por región y edad 22
Tabla 12 Conjuntos y viviendas levantadas en Mérida 23
Tabla 13 Conjuntos y viviendas levantadas en Monterrey 24
Tabla 14 Conjuntos y viviendas levantadas en el Valle de México 25
Tabla 15 Conjuntos y viviendas levantadas en Guadalajara 26
Tabla 16 Tamaño de la muestra para los datos de facturación 31
Tabla 17 Consumos medios anuales y desviación estándar por ciudad y tipología (facturado) 31
Tabla 18 Precio actual de gas LP usados en el estudio (noviembre 2013) 70

Lista de Figuras

Ilustración 1 Consumos anuales medios de electricidad, agua y gas (por vivienda a nivel nacional) 11
Ilustración 2 Zonas metropolitanas representativas 17
Ilustración 3 Localización de conjuntos en Mérida (cálido húmedo) 23
Ilustración 4 Localización de conjuntos en Monterrey (cálido seco) 24
Ilustración 5 Localización de conjuntos en el Valle de México (semifrío) 25
Ilustración 6 Conjuntos seleccionados en Guadalajara (templado) 26
Ilustración 7 Concepto de comunicación 27
Ilustración 8 Consumos anuales de electricidad, agua y gas por ciudad (facturación) 32
Ilustración 9 Consumos de energía, agua y gas por tipología (facturación) 33

Ilustración 10 Consumos de energía, agua y gas por edad, intervención y modificación (facturación) 34
Ilustración 11 Consumos de energía, agua y gas por zona climática (facturación) 35
Ilustración 12 Distribución de viviendas por nivel socioeconómico por ciudad 36
Ilustración 13 Sensación térmica en las viviendas en época de calor 36
Ilustración 14 Sensación térmica en las viviendas en época de frío 36
Ilustración 15 Relación de viviendas modificadas y conjuntos con intervención de barrio 37
Ilustración 16 Comparativa de consumo mensual de electricidad (estimado contra facturado) 38
Ilustración 17 Comparativa de consumo mensual de agua (estimado contra facturado) 38
Ilustración 18 Comparativa de consumo mensual de gas normalizado en kilocalorías (estimado contra facturado) 39
Ilustración 19 Consumos de sistemas de acondicionamiento (kWh) 39
Ilustración 20 Habitantes por vivienda por tipología y edad 40
Ilustración 21 Áreas construidas por tipología y edad 40
Ilustración 22 Análisis de consumo anual facturado de electricidad por tipo, edad y zona de la vivienda 41
Ilustración 23 Análisis de consumo anual facturado de agua por tipo, edad y zona de la vivienda 42
Ilustración 24 Análisis de consumo anual facturado de gas LP por tipo, edad y zona de la vivienda 43
Ilustración 25 Análisis de consumo anual facturado de gas natural por tipo, edad y zona de la vivienda 44
Ilustración 26 Muros, principales materiales y acabados 45
Ilustración 27 Entrepisos y cubiertas, principales materiales y acabados 46
Ilustración 28 Pisos, principales acabados interiores 47
Ilustración 29 Análisis de varianza por flujo: agua, gas LP, gas natural y electricidad 49

Listado de abreviaturas

BMZ	Ministerio Alemán de Cooperación Económica y el Desarrollo (por sus siglas en alemán).
BMU	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección a la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (por sus siglas en alemán).
CMM	Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medioambiente A.C.
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DEEVI	Diseño Energéticamente de la Vivienda
DS	Desarrollo Sustentable.
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013.
ENIGH	Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares
GEI	Gases de efecto invernadero.
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo (por sus siglas en alemán).
ICI	Iniciativa Internacional de Cambio Climático
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (por sus siglas en inglés).
LGCC	Ley General de Cambio Climático.
MRV	Sistema de Medición, Reporte y Verificación.
NAMA	Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (por sus siglas en inglés)
PECC	Programa Especial de Cambio Climático.
PRONAMA	Proyecto mexicano-alemán para NAMA
SAAVI	Simulación del Ahorro de Agua en la Vivienda

SHF	Sociedad Hipotecaria Federal
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agraria, Territorial y Urbano
SENER	Secretaría de Energía.
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla 1: Tipo de cambio usado en el estudio (16 de octubre 2013)

1 MXN	=	0.056 Euro	=	0.077 US$
1 Euro	=	1.35 US$	=	17.57 $ MXN
1 US$	=	0.73 Euro	=	12.96 $ MXN

Fuente: Banxico

Resumen ejecutivo

Antecedentes

Entre 1972 y 2009 el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) financió más de cinco millones de viviendas en el país. Esta cifra representa una proporción importante si se considera para el año 2010 el parque habitacional estaba compuesto por veintiocho millones de viviendas (INEGI, 2010). El análisis del desempeño en las viviendas financiadas por el Instituto, representa una oportunidad para explorar posibilidades de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y para incrementar el bienestar social de la población.

El presente proyecto incluye el análisis del consumo de agua y energía en las viviendas existentes de interés social en México. El estudio se llevó a cabo en cuatro ciudades representativas respecto al volumen de viviendas existentes y a las regiones bioclimáticas (Guadalajara, Mérida, México y Monterrey). Se incluyen los conjuntos habitacionales que fueron financiados por el INFONAVIT y que fueron construidos entre 1972 y 2009. Estudia más de mil novecientas viviendas en treintaicinco conjuntos habitacionales, y la información recopilada servirá para establecer una línea base de consumos de energía y recursos, así como el potencial de mitigación del sector de vivienda existente.

Actualmente, la Política Nacional de Vivienda se proyecta con un nuevo modelo que promueva el desarrollo ordenado y sustentable del sector, mejore y regularice la vivienda urbana, y combata el rezago. Este estudio servirá como base para la definición y diseño de un proyecto de Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMA), que es un instrumento transitorio que busca establecer cambios estructurales, orientados hacia la sustentabilidad, en un sector de la economía de un país en desarrollo. Esta NAMA para el sector de la vivienda existente, apoyará la transición hacia una vivienda sustentable, la cual es impulsada por la SEDATU y la CONAVI.

Objetivo

El objetivo de este estudio es recopilar información sobre consumos energéticos y de recursos, características constructivas de la vivienda, así como información socioeconómica y de transporte relevante para el estudio. El universo del estudio son las viviendas existentes formales de interés social (económicas, populares y tradicionales), en sus diferentes tipologías, construidas entre los años 1972 y 2009, en una ciudad representativa de cada una de las cuatro principales zonas bioclimáticas del país.

Alcances

El presente estudio incluye:

- La captura de información en campo de viviendas de interés social desarrolladas o financiadas por el INFONAVIT entre 1972 y 2009,
- El diseño de la muestra válida de viviendas a levantar por ciudad y por conjunto, de acuerdo a la región bioclimática y al periodo de construcción, con un error esperado del 5 por ciento,
- la caracterización de los sistemas e instalaciones de la vivienda, los sistemas constructivos principales y su evolución,

- la recopilación o estimación de los montos de consumo de las facturas eléctrica, de agua y de gas de la vivienda, y estimación de sus consumos eléctricos, de agua y gas,
- el diseño de la encuesta para recopilar la información en la vivienda,
- el diseño de la base de datos para la concentración de la información de las viviendas,
- el análisis de los consumos de acuerdo a las estimaciones, las facturas históricas y las tarifas vigentes,
- el diseño y la compilación de una ficha técnica con toda la información recopilada por vivienda encuestada y
- el análisis comparativo de los resultados a través de una herramienta estadística que para facilitar la toma de decisiones.

Metodología

Se utilizaron tres criterios para la selección de conjuntos: 1) la zona bioclimática, en este caso representada por una ciudad; 2) la ejecución de intervenciones de barrio previas en conjuntos, realizada por entes públicos; 3) el periodo de construcción, que se dividió en tres grupos principales: de 1972 a 1979, de 1980 a 1996, y de 1997 a 2009.

Se utilizaron tres métodos para estimar el tamaño de la muestra de las viviendas considerando error esperado de 5% y tomando en cuenta las características anteriormente mencionadas.

I. Para estimar el tamaño de la muestra de los conjuntos por ciudad, con un error estimado del 5%, se utilizó el muestreo estratificado de Neyman.

II. Respecto a la intervención en conjuntos se seleccionó una muestra proporcional entre los conjuntos con y sin intervención.

III. Para representar a los grupos de edad de una manera homogénea, se utilizó la fórmula de proporción.

Tabla 2 Total de conjuntos y viviendas levantadas por etapa y zona bioclimática

	1972-1979		1980-1996		1997-2009		Totales	
Zonas	Conjuntos	Muestras	Conjuntos	Muestras	Conjuntos	Muestras	Conjuntos	Muestras
Cálido húmedo	1	30	4	116	4	147	9	293
Cálido seco	1	28	7	197	3	413	11	638
Semifrío	1	29	3	93	3	169	7	291
Templado	1	55	3	125	4	502	8	682
Totales	**4**	**142**	**17**	**531**	**14**	**1231**	**35**	**1904**

Fuente: Elaboración propia

La encuesta y la base de datos fueron diseñadas considerando que se debería: 1) facilitar la recolección o consulta de la información relevante, 2) facilitar el análisis de la información con herramientas estadísticas o con las herramientas de simulación energética como la DEEVi o la SAAVi, y 3) que permitiera recabar la información de manera ágil y objetiva durante el trabajo de campo.

Estructura del documento

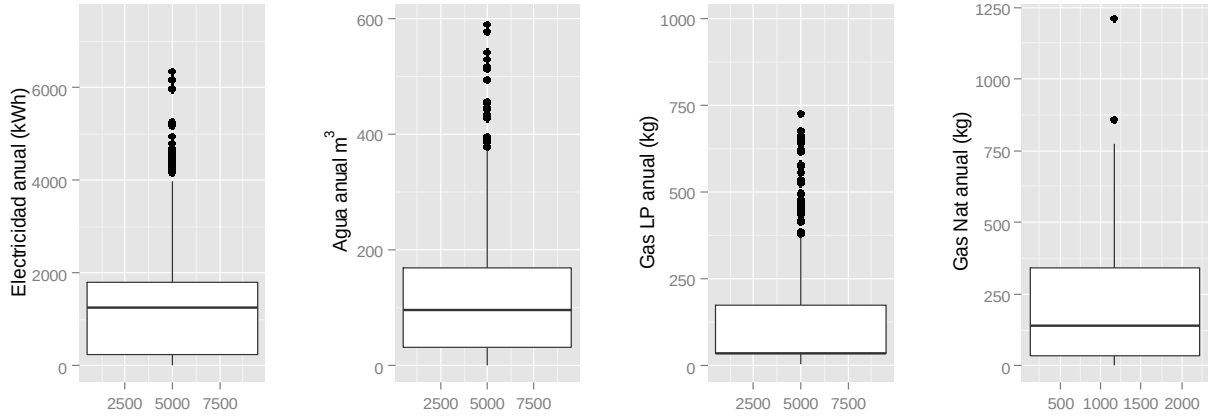
La primera parte del documento incluye la introducción, donde se define y justifica el proyecto. En los antecedentes se explica el contexto de la situación actual de la vivienda y así como aspectos demográficos. En el capítulo Objetivo y alcances, se expone cuál es la finalidad del proyecto, así como los límites de aplicación.

En la metodología se describen los procesos llevados a cabo para definir el tamaño y distribución de las muestras levantadas, y la secuencia de pasos que se siguieron para el diseño de la encuesta y la logística de campo. Finalmente el capítulo de Resultados incluye la información procesada y un análisis estadístico de los datos obtenidos.

Resultados clave

En la ilustración 1 se presentan los consumos medios de las cuatro zonas analizadas por vivienda tipo. Para el consumo de electricidad, la media es de 1248 kWh/año, para el agua de 122 m^3/año, y para el gas LP de 116 kg/año. El consumo promedio de gas natural es de 213 m^3/año.

Ilustración 1 Consumos anuales medios de electricidad, agua y gas (por vivienda a nivel nacional)



Fuente: Elaboración propia

Las regiones con mayores consumos de energía eléctrica son las zonas cálidas, con mayores rangos de variación respecto de la zona templada y semifría. El agua presenta un mayor consumo en la zona semifría (Ciudad de México), siendo más homogéneo en el resto de las regiones. El gas LP tiene el mayor consumo en la zona templada (Guadalajara), mientras que en las zonas cálidas el consumo tiende a ser menor y presenta menor variación. El gas natural solo se utiliza en el 14 por ciento de las viviendas analizadas.

En cuanto a la distribución del nivel socioeconómico, los niveles C- y D+ son los que predominan en todas las regiones analizadas. Finalmente, un resultado que destaca respecto a la sensación térmica es que en los días calurosos la respuesta predominante fue “calor o mucho calor”, mientras que en los días fríos predomina la sensación de confort.

Conclusiones y recomendaciones

Al analizar los consumos en función de la tipología y el grupo de edad, no se encontraron diferencias significativas; sin embargo, al hacerlo en función de la región, las diferencias son evidentes. Los consumos por nivel socioeconómico en algunos casos pueden tener también variaciones importantes, como en el caso de la electricidad, donde en zonas cálidas los

mayores niveles de ingreso tienen los mayores consumos. Al contrario de la electricidad, el gas LP tiene mayores consumos en las zonas templada y semifría, mientras en las zonas cálidas presenta menores variaciones.

1 Introducción

Como parte del Proyecto mexicano-alemán para NAMA (PRONAMA) que diseña esquemas de implementación de Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas, entre los que se encuentra la NAMA para el sector de la vivienda existente, que México presentara durante la COP18, se desarrolla el presente estudio.

La Política Nacional de Vivienda proyecta un nuevo modelo que promueva el desarrollo ordenado y sustentable del sector, mejore y regularice la vivienda urbana, y construya y regenere la vivienda rural. Reducir el rezago de la vivienda a través de la ampliación y mejora de hogares es la tercera y cuarta línea de acción de esta política, en cuyo alcance está llevar a cabo más de 320 mil acciones de mejoramiento de vivienda en todo el país.

Para la implementación de estas líneas de acción, la SEDATU como instancia coordinadora de la política de vivienda del país, a través de la Comisión Nacional de Vivienda, desarrolla el Programa NAMA para el mejoramiento de la vivienda existente, dentro de la Iniciativa Internacional de Cambio Climático (ICI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección a la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (BMU), con el apoyo de la GIZ (Cooperación Alemana al Desarrollo).

Las NAMA son instrumentos de capacitación que ayudan a transformar prácticas y políticas nacionales de un sector contra el cambio climático, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y favoreciendo la adaptación. Se implementan en países en desarrollo, y tienen el potencial de cambiar la configuración de dicho sector significativamente. Estos mecanismos aun cuando son transitorios, buscan implementar una estrategia sectorial de largo plazo a través de la transformación de políticas y de la búsqueda de financiamiento. El esquema tiene reconocimiento internacional y posibilita el acceso a apoyo y financiamiento.

Además, este programa es un medio para alcanzar los objetivos establecidos en el Programa Especial de Cambio Climático, pues contribuiría al logro de las metas de política ambiental de la vivienda emitidas por la SEDATU-CONAVI, apoyaría a la Estrategia Nacional de Cambio Climático, y cumpliría los compromisos internacionales referentes al cambio climático como dicta el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

Sin duda, la vivienda existente en México tiene un gran potencial para el ahorro de energía, y por lo tanto, para la mitigación de GEI. En el país se estima que hay 28 millones de viviendas, que generan el 32 por ciento de las emisiones por consumo de energía (INE, 2006). Lo anterior indica claramente que existe una gran área de oportunidad para implementar sistemas de eficiencia energética.

Si bien se ha identificado que las bases de datos del INEGI, la ENIGH y el Inventario Nacional de Viviendas cuentan con información muy valiosa para la caracterización de la vivienda en el país, aún es necesario realizar estudios para caracterizar los consumo por tipo de tecnología, combustibles o recursos, y poder tomar decisiones técnicas a gran escala sobre la implementación de programas o políticas públicas que permitan mitigar emisiones, elevar la eficiencia energética y de recursos, y principalmente, elevar la calidad de vida de los habitantes.

Este estudio pretende cubrir esta falta de información para las viviendas existentes de interés social. Para ello, se hizo un levantamiento de la infraestructura en viviendas en cuatro ciudades, representativas de las cuatro zonas bioclimáticas del país, construidas entre 1972 y 2009, y financiadas por el INFONAVIT. Con la información presentada, se podrá establecer la línea base de consumos de energía y recursos, así como el potencial de mitigación.

2 Contenido

En esta sección se discuten los objetivos y alcances del estudio de campo, con una breve descripción del estado actual de la vivienda en México que justifica el propósito del estudio. Se explica la metodología empleada para determinar el número de muestras tanto de viviendas como de conjuntos por región, así como los criterios para la elaboración de la encuesta y trabajo de campo.

2.1 Antecedentes

El sector de la vivienda es un sector prioritario y de gran impacto, pues se estima que se compone por un parque de vivienda habitadas de 28 millones a nivel nacional (INEGI, 2010). Sin embargo, considerando las viviendas deshabitadas y las de uso temporal, la cantidad llegaría a 35 millones (BBVA Research, 2012).

Para 2050 se proyecta que la población será de 150 millones de habitantes (CONAPO, 2010), es decir, que aumentará un 27 por ciento. En 2006, se proyectaba que la población en 2030 sería de 128 millones de habitantes, lo que implicaba una demanda de 23 millones de viviendas en ese lapso de 24 años, es decir, una demanda anual de 766 mil viviendas (CONOREVI, 2011). Sin embargo, actualmente la proyección de población se estima en 137 millones de habitantes para 2030, lo que debe incrementar notablemente las proyecciones anteriores.

Además de lo anterior, debe considerarse el rezago en materia de vivienda. En 2008 se estimaba un rezago de 8.9 millones de viviendas (SHF, 2008). Por otro lado, se calculaba que en 2010 había cinco millones de viviendas deshabitadas (BBVA Research, 2012), es decir, 14 por ciento del parque habitacional del país, proporción que sigue siendo válida (Softec, 2013).

Actualmente se estima que se construyen 800 mil viviendas al año, de las cuales aproximadamente la mitad (350 a 400 mil) son construidas por desarrolladores, 150 a 200 mil son autoconstrucción formal, y 250 mil son autoconstrucción informal (Softec, 2013). Las viviendas de interés entran en la categoría de las viviendas construidas por desarrolladores.

En relación a los perfiles de consumo energético y ambiental, el Centro Mario Molina ha desarrollados desde 2012 el Índice de Sustentabilidad de la Vivienda, que estima el consumo de electricidad, agua y gas, así como la generación de residuos sólidos y líquidos de las viviendas de interés social de las principales ciudades del país (32 zonas metropolitanas).

Además, ha estimado el impacto y consumo de energía durante la construcción de dicho tipo de vivienda (CMM, 2013). El resto de las viviendas, es decir, las de autoconstrucción informal y las residenciales, tienen un perfil desconocido, y representan más de la mitad del parque habitacional del país.

2.2 Objetivo

Recopilar información sobre consumos energéticos y de recursos, características constructivas de la vivienda, así como información socioeconómica y de transporte relevante para el estudio, en viviendas existentes formales de interés social (económica, popular y tradicional), en sus

diferentes tipologías, construidas entre los años 1972 y 2009[1], en una ciudad representativa de cada una de las cuatro principales zonas bioclimáticas del país.

2.3 **Alcances**

En función del objetivo del proyecto y de los intereses de las partes involucradas, para el estudio de campo se consideraron de común acuerdo los siguientes alcances:

- Levantamiento de viviendas de interés social desarrolladas o financiadas por el INFONAVIT entre 1972 y 2009.
- Diseño de la muestra de viviendas a levantar por ciudad y por conjunto, de acuerdo a la región bioclimática y al periodo de construcción, con un error esperado del 5 por ciento (para la población analizada en 4 ciudades).
- Caracterización de sistemas que consuman energía eléctrica en la vivienda.
- Caracterización de sistemas que consuman agua potable en la vivienda.
- Caracterización de sistemas que consuman gas LP o natural en la vivienda.
- Caracterización de sistemas y elementos constructivos de la vivienda.
- Evolución constructiva de la vivienda.
- Planos arquitectónicos básicos de la vivienda.
- Estimación de consumos eléctricos, de agua y de gas en la vivienda.
- Recopilación de los montos de consumo de las facturas eléctrica, de agua y de gas de la vivienda.
- Diseño de la encuesta para recopilar la información en la vivienda.
- Diseño de la base de datos para la concentración de la información de las viviendas.
- Diseño e implementación de la logística de campo y los protocolos de levantamiento para aplicar la encuesta en la vivienda.
- Análisis de los consumos de acuerdo a las estimaciones, las facturas históricas y las tarifas vigentes.
- Diseño y compilación de una ficha técnica con toda la información recabada; se hará una ficha por vivienda.
- Análisis comparativo de los diferentes consumos entre las diferentes tipologías, a través de una herramienta estadística que genere información gráfica que facilite la toma de decisiones.

2.4 **Metodología**

En esta sección se describen los procesos y metodologías seguidas para definir el número de viviendas mínimas levantadas, su distribución y características. De igual manera, se describirán los criterios generales que se tomaron en cuenta en el diseño y aplicación de las encuestas, el diseño de la base de datos y la logística de campo.

[1] Se toma como año de corte al 2009 debido a la entrada en vigor del programa Hipoteca Verde, que introduce tecnologías eficientes en las viviendas que comercializa el INFONAVIT, por lo que debe analizarse por separado.

2.4.1 Determinación del tamaño de la muestra

Tomando en cuenta que el 53 por ciento de las viviendas de financiamiento público fueron del INFONAVIT (CRUZ, 2012), se consideró como universo de viviendas el total de las desarrolladas por este instituto entre 1972 y 2009. Se asumió que las viviendas financiadas por el INFONAVIT son representativas de la vivienda formal social de esta época. De acuerdo a las bases de datos de la Comisión Nacional de Vivienda, de 1972 al 2009 se construyeron 5 121 192 viviendas nuevas financiadas por INFONAVIT (Cruz, 2012), y las proporciones por región climática y por etapas construidas se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 3 Vivienda del INFONAVIT por etapas

Etapa	Periodo	Total	Porcentaje
Primera etapa	1972-1979	193,282	3.77%
Segunda etapa	1980-1996	1,204,217	23.50%
Tercera etapa	1997-2009	3,723,693	72.10%

Fuente: GIZ

Para el presente estudio, se analizaron las cuatro regiones climáticas en el país (ENTE, 2011): Cálido Húmedo, Cálido Seco, Semifrío y Templado. Para realizar el análisis de cada una de estas regiones se utilizaron las zonas metropolitanas (ZM) más representativas de cada región, siendo estas: Valle de México (semifrío), Guadalajara (templado), Monterrey (cálido seco) y Mérida (cálido húmedo).

Ilustración 2 Zonas metropolitanas representativas

Fuente: CMM

Se realizó una correlación entre las zonas bioclimáticas (ENTE, 2011) por municipio y el número de viviendas nuevas del INFONAVIT construidas entre 1972 y 2009, para obtener los porcentajes de distribución de las viviendas existentes en las cuatro zonas bioclimáticas. Se encontró que la mayoría se encuentra en la zona cálida seca, seguida de cerca por la templada, y en menor proporción, la semifría y la cálida húmeda.

Tabla 4 Distribución de viviendas por zona bioclimática

Zonas Bioclimáticas	Total de viviendas	Porcentaje
Cálido Seco	1,941,956	37.92%
Cálido Húmedo	625,810	12.22%
Templado	1,674,630	31.92%
Semifrío	878,797	17.16%
Total	**5,121,192**	**100%**

Fuente: ENTE e INFONAVIT

Existen 3 criterios para la selección de conjuntos: 1) la zona bioclimática, en este caso representada por una ciudad; 2) la ejecución de intervenciones de barrio previas en conjuntos,

realizada por entes públicos[2]; 3) el periodo de construcción, que se dividió de 1972 a 1979, de 198 a 1996, y de 1997 a 2009.

Se encontró que existen 809,141 viviendas financiadas por el INFONAVIT en la zona metropolitana del Valle de México; 296,589 viviendas en la zona metropolitana de Guadalajara; 96,249 viviendas en la zona metropolitana de Mérida y; 419,504 viviendas en la zona metropolitana de Monterrey. Se dividió por grupos de edad, y se observa que en la primera etapa se construyeron entre el 3 y el 9 por ciento de las viviendas, en la segunda etapa, entre el 19 y 28 por ciento, y en la tercera etapa, más del 60 por ciento.

Tabla 5 Viviendas financiadas por INFONAVIT entre 1972 y 2009

Zona	Total	1972-1979	1980-1996	1997-2009
Distrito Federal	484,618	44,744	137,476	302,398
		9.23%	28.37%	62.40%
Municipios conurbanos de la ZMVM	324,523	16,994	83,598	223,931
		5.24%	25.76%	69.00%
ZM Guadalajara	296,589	9,972	52,333	234,284
		3.36%	17.65%	78.99%
ZM Mérida	96,249	2,077	20,839	73,334
		2.16%	21.65%	76.19%
ZM Monterrey	419,504	13,423	81,707	324,374
		3.20%	19.48%	77.32%

Fuente: INFONAVIT

Se utilizaron tres métodos para estimar el tamaño de la muestra de las viviendas a estudiar con un error estimado del 5 por ciento, tomando en cuenta las características anteriormente mencionadas. Los métodos utilizados se describen a continuación:

I. Para estimar el tamaño de la muestra de los conjuntos por ciudad, con un error estimado de 5%, se utilizó el muestreo estratificado de Neyman:

$$n_h = n * \frac{N_h * S_h}{\sum N_i * S_i}$$

Donde n_h es el tamaño de la muestra para el estrato h, n es el tamaño de la muestra para todos los estratos, N_h es el tamaño de la población para el estrato h, S_h es la desviación estándar para el estrato h, Ni es el tamaño de la muestra para el estrato i, Si es la desviación estándar para el estrato i.

II. Los programas y políticas públicas de intervención de barrios que las partes interesadas proyectan implementar, definió que se buscara que al menos el 50 por ciento de los

[2] Programa de Infonavit, Rescate y Rehabilitación de Barrios: mis Vecinos y mi Comunidad. Con este programa, se fomenta la cohesión social dentro de los desarrollos que han sido financiados por el Infonavit, y que presentan problemas críticos, a través de acciones de intervención física y social. (http://portal.infonavit.org.mx)

conjuntos a estudiar tuvieran intervención de barrio. Sin embargo, solo se tuvo acceso a 9 conjuntos con intervención, es decir, el 25 por ciento de los estudiados.

III. Para tener una distribución homogénea de los grupos de edad, se utilizó la fórmula de proporción:

$$\bar{p} \pm Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Donde n es el tamaño de la muestra, α es el nivel de significancia y $Z_{\alpha/2}$ es el valor crítico de una distribución normal estándar, dónde a partir de ese valor el área bajo la curva es igual $\alpha/2$ en la cola superior. El valor Z representa una distribución normal estandarizada cuyo valor está en función del área bajo la curva. Utilizando estos análisis, se llegó a los resultados presentados en las Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8.

Tabla 6 Número de viviendas mínimas por ciudad

Región	Viviendas Mínimas	Error esperado
Cálido Húmedo	290	6%
Cálido Seco	620	3%
Semifrío	300	4%
Templado	666	5%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INFONAVIT

Tabla 7 Número de conjunto mínimos por ciudad

Región	Conjuntos Mínimos	Error esperado
Cálido Húmedo	9	11%
Cálido Seco	15	11%
Semifrío	18	11%
Templado	8	11%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INFONAVIT

Tabla 8 Número de viviendas, error esperado (propuesta final)

Región	Desv. Std.	Media	Mínimos	Error min	Error

					objetivo
Cálido húmedo	1397	2293	290	7.0 %	4.0 %
Cálido seco	932	1833	620	4.0 %	3.4 %
Semifrío	552	1564	300	4.0 %	3.5 %
Templado	552	1048	666	4.0 %	3.8 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INFONAVIT

Tabla 9 Número de conjuntos, error esperado (propuesta final)

Región	Desv. Std.	Media	Disponibles	Mínimos	Error
Cálido húmedo	405.7108	2320.0628	9	9	11 %
Cálido seco	395.2339	1760.8338	18	11	13 %
Semifrío	242.9911	986.3346	38	7	18 %
Templado	242.9911	1478.1549	19	8	11 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INFONAVIT

2.4.2 Selección de conjuntos

Con los criterios definidos en la sección anterior, se escogieron los conjuntos más apropiados. Para la región cálido húmeda, se seleccionó la ciudad de Mérida, en donde se levantaron 293 viviendas en nueve conjuntos; para la región cálido seca se eligió Monterrey, donde se levantaron 643 viviendas en once conjuntos; la región semifría se realizó en el Valle de México, donde se levantaron 291 viviendas en siete conjuntos; y finalmente, la región templada se llevó a cabo en Guadalajara, donde se levantaron 688 viviendas en ocho conjuntos.

Tabla 10 Criterio de viviendas a encuestar por tamaño de conjunto

Tamaño del Conjunto (viviendas)	Número mínimo de viviendas a encuestar por conjunto
40-50	18
50-60	20
60-70	21
70-80	22
80-90	23
90-200	24
200-300	28
300-500	29
500-800	30
800-20000	32

Fuente: Elaboración propia

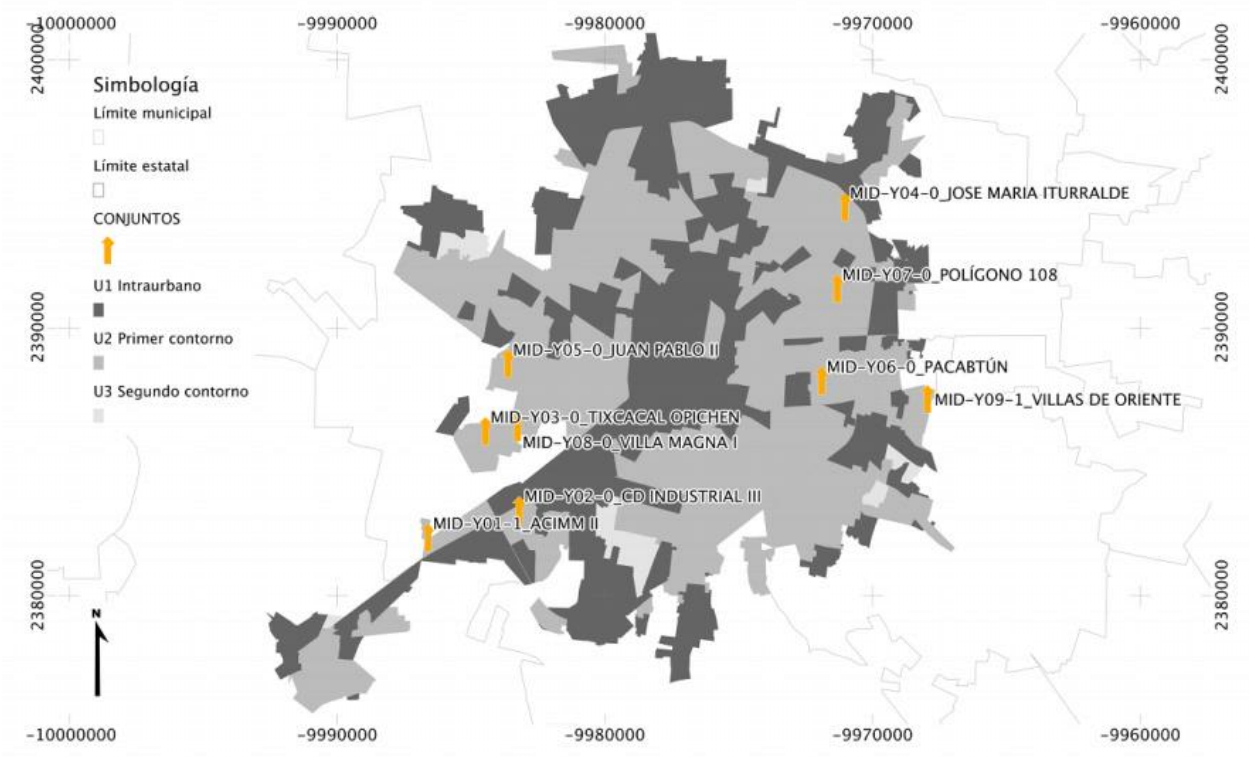
Tabla 11 Número mínimo de viviendas que se levantaron por región y edad

Zona metropolitana	Subtotal	Edad	Muestra	Conjuntos
Guadalajara	682	1972-1979	55	1
		1980-1996	125	3
		1997-2009	502	4
Mérida	293	1972-1979	30	1
		1980-1996	116	4
		1997-2009	147	4
Monterrey	638	1972-1979	28	1
		1980-1996	197	7
		1997-2009	413	3
Valle de México	291	1972-1979	29	1
		1980-1996	93	3
		1997-2009	169	3
		Total	**1904**	**35**

Fuente: Elaboración propia

2.4.2.1 Mérida

Ilustración 3 Localización de conjuntos en Mérida (cálido húmedo)



Fuente: Elaboración propia

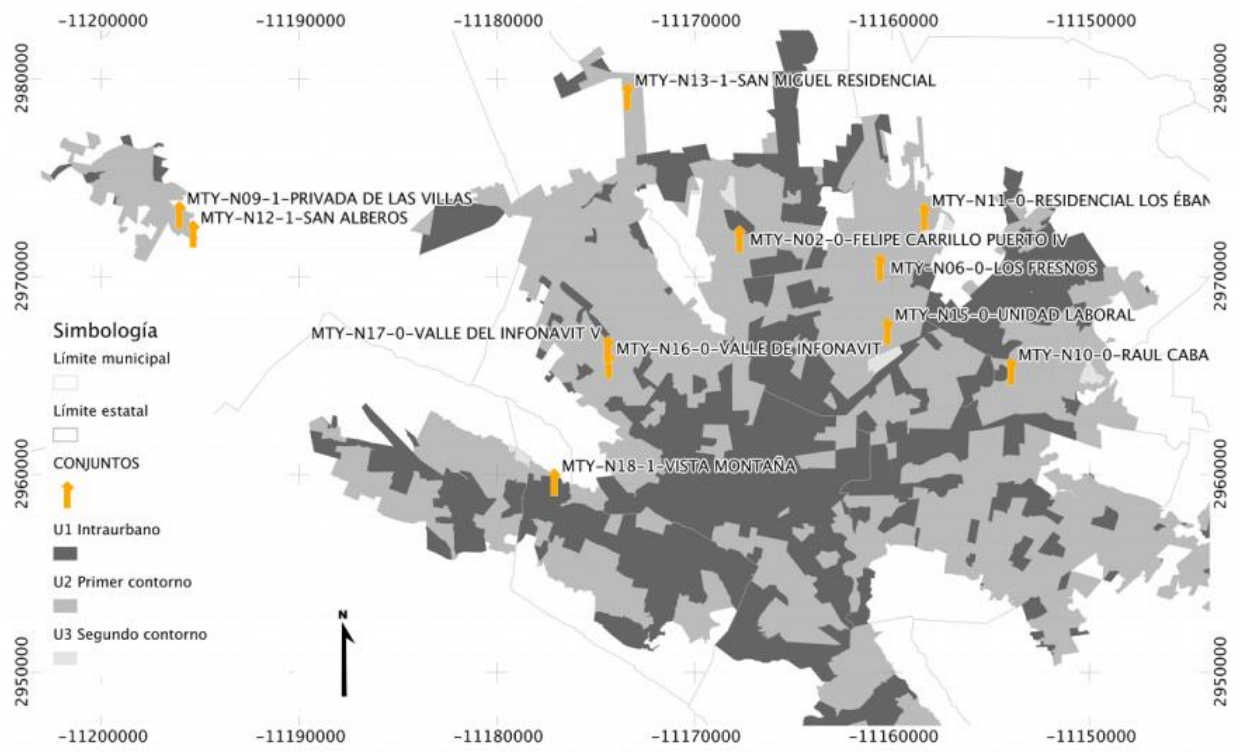
Tabla 12 Conjuntos y viviendas levantadas en Mérida

Clave	Conjunto	Número	Muestra	Edad	Tipologías	Niveles
Y01	ACIMM II	534	28	1997-2009	U	1
Y02	Ciudad Industrial III	735	28	1980-1996	U	1
Y03	Tixcacal-Opichén	2216	59	1997-2009	U	1
Y04	José María Iturralde	912	28	1980-1996	U	1, 2
Y05	Juan Pablo II	10405	30	1980-1996	U	1
Y06	Pacabtún	3915	30	1972-1979	U	1, 2
Y07	Polígono 108	1457	30	1980-1996	U	1
Y08	Villa Magna I	680	28	1997-2009	U	1
Y09	Villas de Oriente	3200	32	1997-2009	U	1

U: Unifamiliar, M: Multifamiliar

2.4.2.2 Monterrey

Ilustración 4 Localización de conjuntos en Monterrey (cálido seco)



Fuente: Elaboración propia

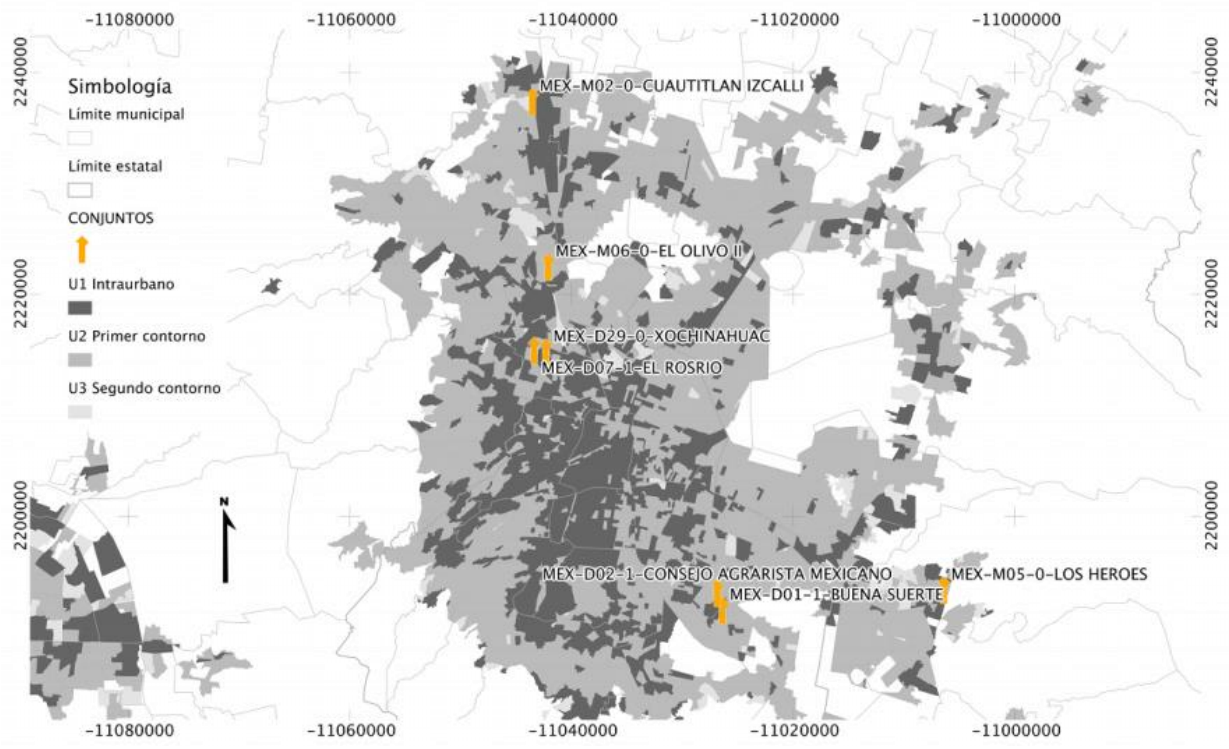
Tabla 13 Conjuntos y viviendas levantadas en Monterrey

Clave	Conjunto	Número	Muestra	Edad	Tipologías	Niveles
N02	Felipe Carrillo Puerto IV	617	29	1980-1996	U	2
N06	Los fresnos	337	26	1980-1996	U	2
N09	Privada de las Villas	4000	127	1997-2009	U	?
N10	Raúl Caballero	990	33	1980-1996	U	1
N11	Residencial Los Ébanos	387	23	1980-1996	U	2
N12	San Alberos	1632	100	1997-2009	M	2
N13	San Miguel Residencial	5000	186	1997-2009	U	1
N15	Unidad Laboral	692	30	1980-1996	U	1, 2
N16	Valle de Infonavit	5831	28	1972-1979	U, M	1, 4
N17	Valle de Infonavit V	809	28	1980-1996	U	1
N18	Vista Montaña	511	28	1980-1996	U	1

U: Unifamiliar, M: Multifamiliar

2.4.2.3 Valle de México

Ilustración 5 Localización de conjuntos en el Valle de México (semifrío)



Fuente: Elaboración propia

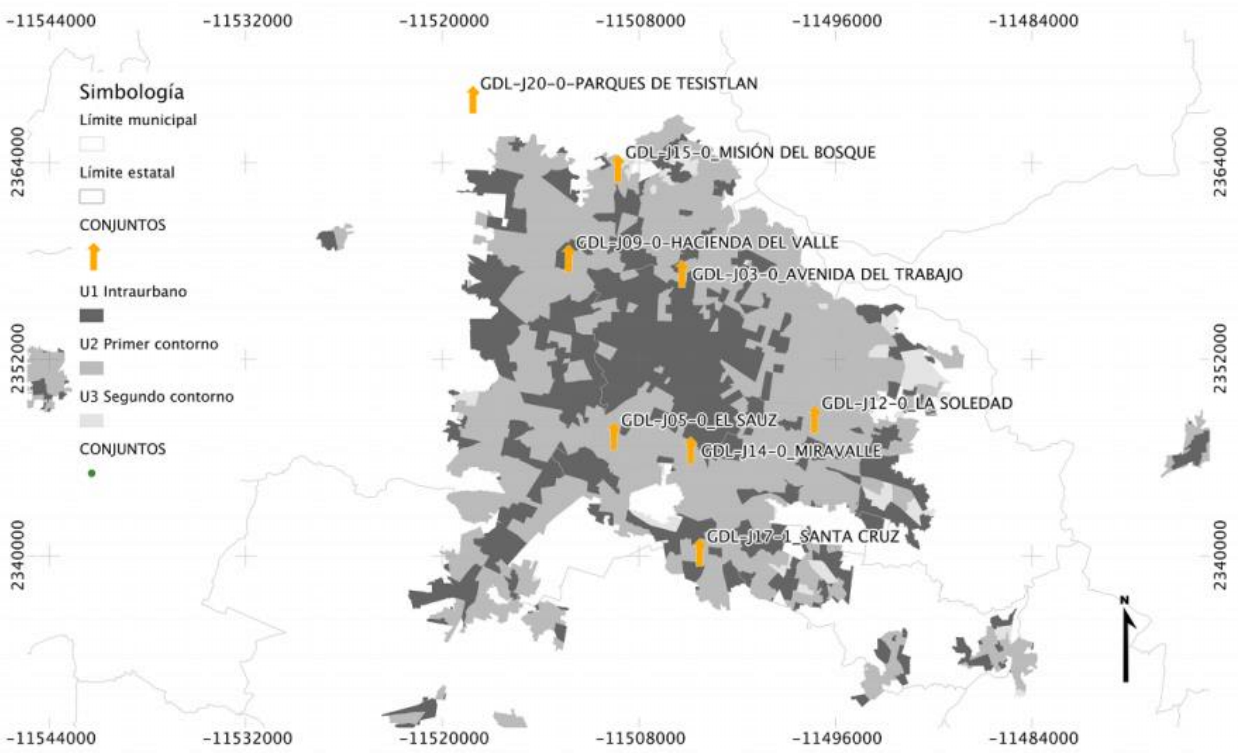
Tabla 14 Conjuntos y viviendas levantadas en el Valle de México

Clave	Conjunto	Número	Muestra	Edad	Tipologías	Niveles
D01	Buena Suerte	500	32	1997-2009	M	5
D02	Cedros	400	34	1997-2009	M	5
D07	El Rosario	15515	29	1972-1979	U, M	1,2,3
M05	Los Héroes	16703	103	1997-2009	U	1
M06	Los Reyes Iztacala	1560	28	1980-1996	U	2
D29	Xochináhuac	2196	33	1980-1996	M	5
M02	Cuautitlán Izcalli	2778	32	1980-1996	U	2

U: Unifamiliar, M: Multifamiliar

2.4.2.4 Guadalajara

Ilustración 6 Conjuntos seleccionados en Guadalajara (templado)



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 Conjuntos y viviendas levantadas en Guadalajara

Clave	Conjunto	Número	Muestra	Edad	Tipologías	Niveles
J03	Avenida del Trabajo	478	55	1972-1979	U, M	2
J05	El Sauz	7048	32	1980-1996	M	4
J12	La Soledad	2768	25	1980-1996	M	4
J14	Miravalle	9047	68	1980-1996	U, M	1 y 4
J15	Misión del Bosque	3290	137	1997-2009	M	2
J17	Santa Cruz	3674	206	1997-2009	M	2
J09	Haciendas del Valle	1312	88	1997-2009	M	2
J20	Parques de Tesistán I y II	1765	71	1997-2009	M	4

U: Unifamiliar, M: Multifamiliar

2.4.3 Encuesta, levantamiento y base de datos

Para el diseño de la encuesta y de la base de datos, se consideró 1) que facilitara la recolección o consulta de la información relevante, 2) que facilitara el análisis de la información con herramientas estadísticas o con las herramientas de simulación energética como DEEVi, y 3) que permitiera recabar la información de manera ágil y objetiva durante el trabajo de campo.

Con tales criterios se acordó, con todas las partes interesadas, una lista de campos en un formato de encuesta (ver sección 4.2). La base de datos se diseñó en función de dichos campos y con la idea de facilitar la generación de las fichas técnicas por vivienda, así como la eventual aplicación de alguna herramienta (se entregará en formato Access SQL).

El esquema de la campaña de levantamiento requirió de un proceso de conceptualización que derivó en el diseño de un concepto de comunicación: *¿Tu casa ahorra? ¡La mía sí! ¡Podemos decirte cómo!* (ver Ilustración 7), el cual incluyó:

1) Una campaña de comunicación para la que se utilizó un stand, cartas de aviso días antes de la visita, etc.; 2) un diseño de imagen para la campaña, plasmada en todas las herramientas usadas durante el levantamiento; y 3) una serie de regalos de agradecimientos por la participación, consistentes en una bolsa ecológica, un reloj de arena de cinco minutos para el baño, un díptico de recomendaciones de ahorro de energía, y dos lámparas fluorescentes compactas.

Ilustración 7 Concepto de comunicación

2.4.3.1 Georreferencia

Para la localización georreferenciada de cada una de las viviendas levantadas, se emplearon dos métodos: 1) por medio de un instrumento GPS profesional de uso civil para levantamientos topográficos; y 2) una aplicación para teléfono celular. Desafortunadamente, pudo observarse que la tecnología para celular tiene grandes inconsistencias, y la información recabada por este medio no fue de la calidad esperada. El GPS profesional se utilizó en Mérida, mientras que la tecnología de teléfonos celulares, en las otras localidades.

2.5 **Análisis de resultados**

Con las 1904 viviendas analizadas en las cuatro ciudades (Guadalajara, Mérida, Monterrey y México), es posible establecer tendencias sobre consumos de energía y recursos. La información podrá correlacionarse por región, nivel socioeconómico, tipo y edad de la vivienda y del conjunto, así como con la modificación en viviendas e intervenciones de barrio.

En la Ilustración 8, las gráficas de la izquierda muestran la distribución del consumo de electricidad, agua, gas natural y gas LP por vivienda tipo, para cada una de las ciudades analizadas. En las de la derecha se muestra la distribución de frecuencias del conjunto de valores que puede presentar una variable, es decir, el número de veces que se repite un consumo dado en una vivienda.

Cuando se hace el análisis por tipología de vivienda (Ilustración 9), tampoco se observan grandes saltos de consumos entre una y otra. Solo cabría destacar que la aislada tiende a consumir mayor cantidad de electricidad pero menor cantidad de agua, y para el consumo de gas LP, las adosadas y dúplex sencillamente no tiene una muestra suficientemente representativa.

En la gráfica siguiente (Ilustración 10), se muestra la distribución de consumos por grupos de edad de la vivienda, es decir, si el conjunto al que pertenece tuvo algún tipo de intervención de barrio y por modificaciones hechas a la vivienda misma. En los casos estudiados se trata principalmente de ampliaciones, o sea, de la construcción de habitaciones añadidas a la estructura original, o incluso una planta adicional en las viviendas aisladas.

A continuación se muestran los consumos por región climática (Ilustración 11), y es aquí donde se observan las mayores diferencias. Las regiones cálidas tienen consumos de electricidad mayores, mientras que la zona semifría tiene los consumos de agua un poco más elevados. En relación al gas, las zonas semifría y cálida seca reportan los mayores consumos, mientras que la cálida húmeda y la templada reportan mucho menos, pero con mucha más dispersión.

La gráfica de distribución de nivel socioeconómico (Ilustración 12), muestra una predominancia de los niveles C- y D+ en todas las regiones analizadas. Se presentan las gráficas sobre sensación térmica en épocas de calor y frío (Ilustración 13 e Ilustración 14). Es interesante notar que en los días calurosos, la sensación es de calor o mucho calor, mientras en los días fríos predomina la sensación de confort, pero seguido muy de cerca por la de frío o mucho frío.

No se observa una correlación entre los conjuntos con intervención y las viviendas modificadas (Ilustración 15). Considerando que el 43 por ciento del total de viviendas levantadas se encuentra en conjuntos con intervención de barrio, y que solo el 8 por ciento tienen modificaciones, se encontró que solo 44 viviendas modificadas se encuentran en conjuntos intervenidos, y 109 en conjuntos sin intervención.

Enseguida se analiza la distribución de los consumos por electricidad, agua y gas con los datos mensuales **estimados** de consumos a partir de las auditorías energéticas realizadas en cada vivienda, es decir, a partir de un cálculo hecho con el número de horas de uso reportadas en la encuesta y las características de los equipos levantados en cada casa (Ilustración 16, Ilustración 17 e Ilustración 18), y se **comparan** con los consumos medios mensuales según las facturas obtenidas. En el caso del gas, tanto el natural como el LP fueron convertidos a

kilocalorías equivalentes (según poder calorífico) para poder ser analizados en la misma gráfica[3]. Los puntos negros representan el consumo medio mensual por **facturación**.

Lo que pretenden estas gráficas es validar que la información levantada por facturación sea coherente con lo observado y reportado en las encuestas en cuanto a instalaciones y hábitos. En ese sentido, la Ilustración 16Ilustración 18 muestra que los de consumo de electricidad son coherentes en términos generales; la Ilustración 17, por otro lado, muestra que los consumos de agua estimados están por debajo de los consumos reportados en los recibos recabados en prácticamente todos los casos. Lo anterior indica que la herramienta utilizada para la estimación de agua (SAAVi) debe estar subestimando los consumos, y debe preferirse el uso de la información de los recibos.

En la Ilustración 18, para el gas LP no hubo factura como tal, sino que la gente informó cuánto y cada cuándo gastaba en gas. De esta manera, el análisis muestra resultados variados: en Guadalajara y Valle de México los consumos facturados son de manera generalizada muy inferiores a los estimados, y este fenómeno requiere más análisis en esas zonas climáticas; en Mérida es coherente el reporte sobre que la mayoría de casas no cuentan con calentadores de agua y el gas se usa solo en la cocina; y en Monterrey los consumo facturados están por arriba de lo estimado, lo cual podría deberse a que, dado que muchas viviendas declararon no tener calentador, el agua para el baño es calentada en la estufa, y la estimación que se hace del uso de estufas del presente estudio no prevé dicho uso, sino solo el de cocción de alimentos.

La Ilustración 18 se normalizó en kilocalorías con el único fin de validar lo facturado contra lo estimado, y no debe usarse para establecer la línea base, ya que se encontró que los consumos de gas natural y de gas LP no son del todo equivalentes en términos de poder calorífico, asumiendo que una vivienda que consume gas LP tiene las mismas necesidades caloríficas que una que consume gas natural. La Tabla 17**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra la distribución de tipos de calentadores por ciudad.

La media nacional de consumo de gas LP es de 116 kg anuales por vivienda, mientras que para gas natural es de 213 m^3 anuales. Sin embargo, al convertirlos a kilocalorías, las diferencias son importantes: para gas LP son 1 371 567 kcal anuales y para gas natural son 1 910 100 kcal anuales por vivienda tipo. La Tabla 16 muestra lo anterior a nivel local, en donde solamente para el Valle de México el consumo se aproxima en términos de kilocalorías, pero cabe recordar que para esta ciudad y para Guadalajara, los consumos facturados no eran del todo coherentes con lo estimado.

Tabla 16 Comparativa de consumo anual de gas LP y natural por vivienda tipo (facturado)

Ciudad	Gas LP (kg)	Gas LP (kcal)	Gas natural (m3)	Gas natural (kcal)
Guadalajara	52.10	467,287.48	224.98	2,660,154.19
Mérida	67.13	602,028.44	82.16	971,461.47
Monterrey	184.25	1,652,294.69	227.30	2,687,590.66
Valle de México	305.04	2,735,519.14	204.52	2,418,293.51

Fuente: elaboración propia

[3] Un metro cúbico de gas natural equivale a 8,967.6 kilocalorías, un kilogramo de gas LP equivale a 11,823.86 kcal. Fuente: Comisión Reguladora de Energía, Sener 2012.

Cuando se relaciona el consumo de los sistemas de acondicionamiento por ciudad en la vivienda (Ilustración 19), no sorprende que las regiones cálidas cuenten con la mayoría de equipos, pero destaca que predominen los ventiladores sobre equipos de refrigeración (en este estudio se consideran los ventiladores como equipos de acondicionamiento).

Tabla 17 Distribución de tipos de calentador en las viviendas analizadas

Ciudad	Sin calentador	Calentador instantáneo	Recuperación rápida	Calentador de tanque
Guadalajara	30.06%	0.78%	2.96%	66.20%
Mérida	96.55%	0%	0.77%	2.68%
Valle de México	21.51%	7.17%	15.41%	55.91%
Monterrey	80.81%	1.35%	1.52%	16.33%

Fuente: elaboración propia

La distribución de habitantes en las viviendas por tipología y por grupo de edad se muestra en la Ilustración 20. La mayoría tiene entre 2 y 6 habitantes, aunque se reportaron casos donde habitaban hasta 15 personas. Sin embargo, se reconocen dos tendencias por grupos de edad; en la primera, las más nuevas tienen menos habitantes que las más viejas, pero en la segunda, muchas viviendas anteriores a 1996 presentan con mucha más frecuencia más de 6 habitantes.

Después, se analiza la frecuencia y distribución del tamaño de las viviendas (metros cuadrados) por tipología y grupo de edad (Ilustración 21). En general, se observa que las viviendas más nuevas tienden a ser más pequeñas, y que el rango más frecuente está entre los 50 y 75 metros cuadrados. Puede observarse una tendencia general de menor área en las verticales.

En las siguientes gráficas se analiza la distribución de los consumos anuales por la facturación recabada en el levantamiento, desagregados por ciudad, edad y tipología, y analizadas por nivel socioeconómico. En la Ilustración 22 se analiza la electricidad, en la Ilustración 23, el agua, en la Ilustración 24, el gas LP, y en la Ilustración 25, el gas natural. Aunque en muchos casos no hubo facturación como tal, se estimó a partir de los importes pagados por los habitantes.

Enseguida, se muestra la distribución y frecuencia de los materiales constructivos encontrados en las viviendas. La Ilustración 26 muestra los materiales base y de acabados para muros; en la Ilustración 27 los materiales base y de acabados para entrepisos o cubiertas; y en la Ilustración 28, los principales acabados en pisos interiores.

Las viviendas adosadas muestran un predominio de muros de concreto y de block hueco; predominan las losas macizas de concreto y las losas nervadas. Las aisladas tienen muros predominantemente de block; predominan las losas son macizas de concreto y de vigueta y bovedilla. Las casas dúplex tienen una configuración muy semejante a las adosadas, mientras en las verticales destacan los muros de concreto y block hueco, y en menor medida, tabique rojo recocido. Las losas son mayoritariamente macizas de concreto. En general dominan los acabados en muros con aplanado de mortero en exteriores, y pintura al interior; en plafones, los aplanados de mortero y de yeso; en pisos, la cerámica, los pulidos aparentes y las losetas vinílicos; en cubiertas destacan los impermeabilizantes sobre rellenos.

En las siguientes tablas (Tabla 18 y Tabla 19), se especifica el número de viviendas que aportó facturas para los consumos eléctrico, hidráulico y de gas. Después, se resume la distribución de las diferentes tipologías encontradas por ciudad, así como el promedio de su superficie (m^2), el promedio de sus habitantes (Hab.), y los consumos anuales por facturación (tanto promedio como desviación estándar). Los consumos de gas LP fueron levantados a partir de la frecuencia de los cilindros o tanques recargados declarada por los encuestados. En todos los casos

estudiados, se encontró que el 17 por ciento de las viviendas usa gas natural, y el 84 por ciento, gas LP.

Es notable el predominio de las viviendas aisladas en Monterrey, y en Mérida es absoluto. Guadalajara presenta, por otro lado, una distribución entre adosada, dúplex y vertical. En el Valle de México, las viviendas verticales analizadas en el estudio representan la mayoría.

Tabla 18 Tamaño de la muestra para los datos de facturación

Flujo	Electricidad	Agua	Gas Natural
Muestra	1853	1462	285
Porcentaje	97%	77%	15%

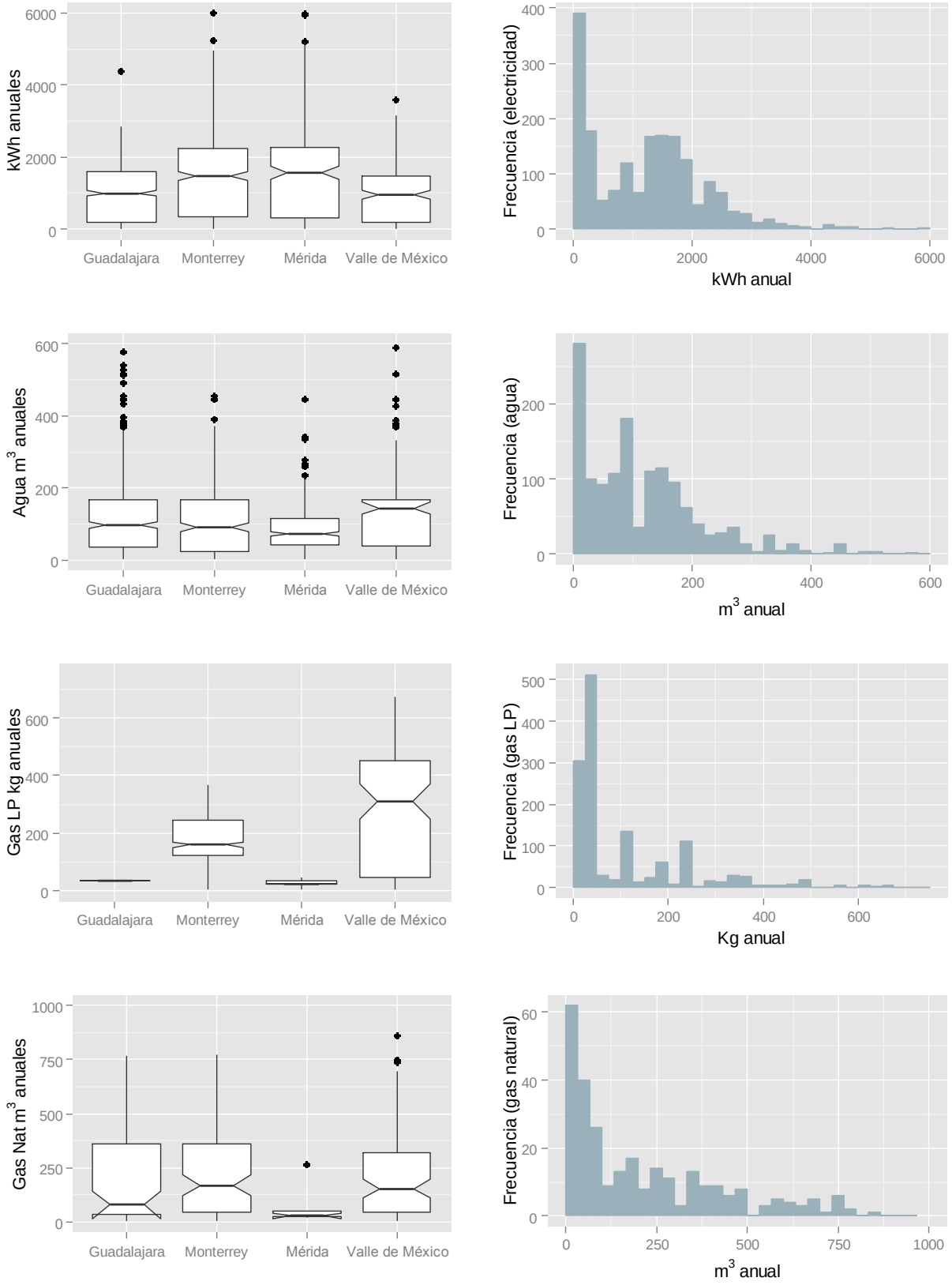
Nota: el porcentaje está dado en relación al total de las viviendas levantadas (1904 casas); para el caso del gas LP, no hubo recibos prácticamente en ningún caso.

Tabla 19 Consumos medios anuales y desviación estándar por ciudad y tipología (facturado)

Características				Consumos medios anuales por facturación							
Tipología	%	Área m^2	Hab.	Electricidad (kWh)	σ	Agua (m^3)	σ	Gas LP (kg)	σ	Gas natural (m^3)	σ
Guadalajara (templado)											
Adosada	28.3%	98.17	4.21	1229.43	825.36	119.63	118.59	38.97	23.70	359.53	281.88
Aislada	2.7%	104.02	4.31	942.29	743.05	140.78	117.34	60.31	92.71	200.06	253.85
Dúplex	41.2%	76.58	4.04	987.58	741.70	147.51	174.75	51.99	74.65	236.95	304.03
Vertical	27.8%	65.36	4.01	984.10	679.31	119.14	113.13	54.66	88.06	187.60	223.01
Mérida (cálido húmedo)											
Aislada	100%	57.70	4.20	1578.13	1241.23	88.82	84.60	67.13	100.54	82.16	102.83
Monterrey (cálido seco)											
Aislada	75.1%	46.14	3.72	1493.95	1109.84	113.31	97.87	183.22	119.73	227.60	203.08
Dúplex	19.8%	54.48	4.07	1404.81	1074.49	99.24	93.93	189.41	109.40	208.69	237.64
Vertical	5.1%	64.92	3.49	1303.86	929.08	131.31	101.95	180.91	152.14	254.02	180.49
Valle de México (semifrío)											
Adosada	10.7%	60.47	3.71	754.83	749.31	125.17	73.79	331.34	NA	225.87	238.10
Aislada	6.9%	83.41	3.26	1688.60	3345.31	126.89	119.91	222.42	159.58	410.83	199.16
Vertical	82.4%	57.46	3.81	962.28	747.25	151.88	121.60	311.21	261.07	185.03	187.54

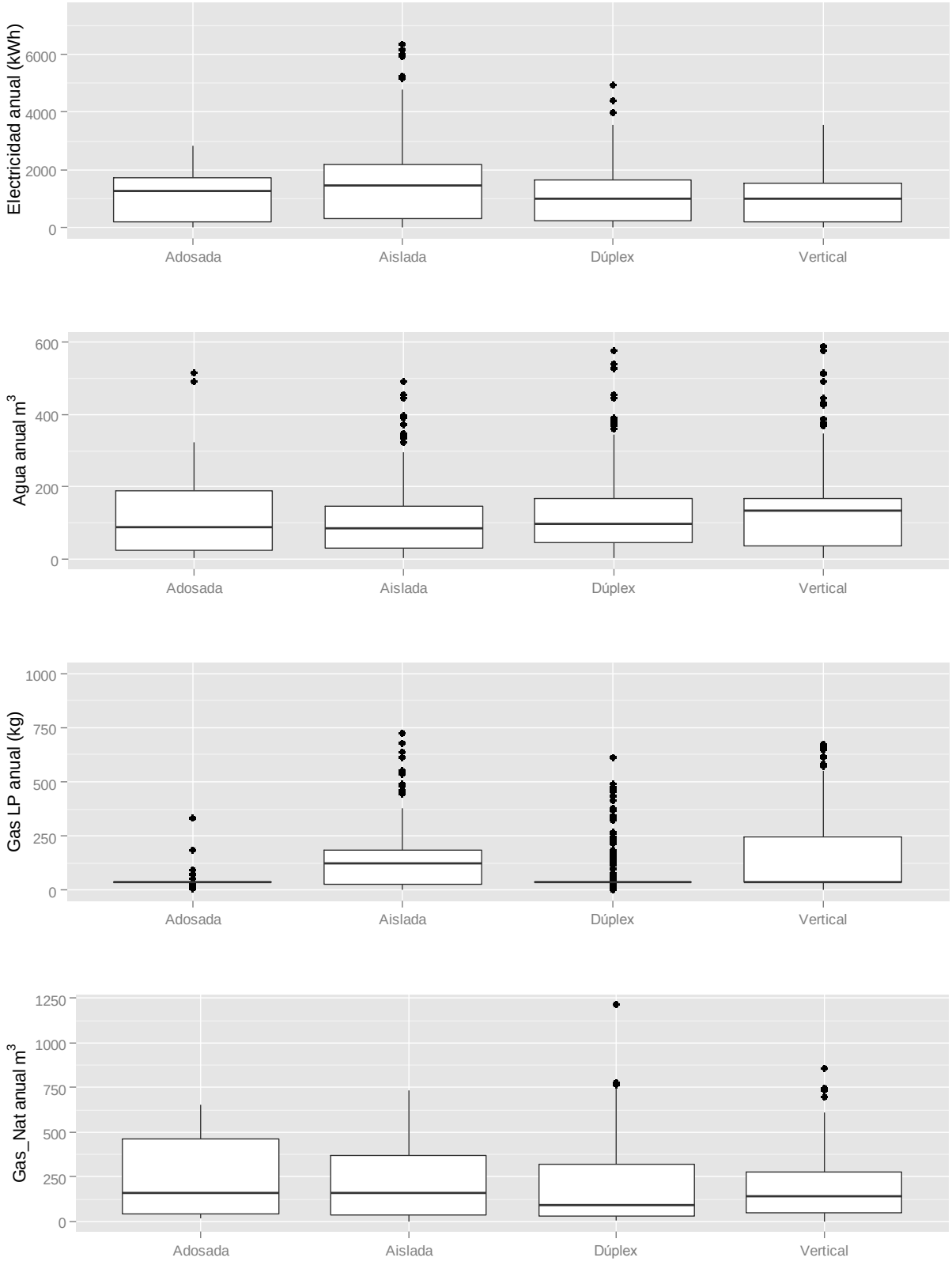
Los espacios en blanco (NA) significan que no hubo información suficiente

Ilustración 8 Consumos anuales de electricidad, agua y gas por ciudad (facturación)



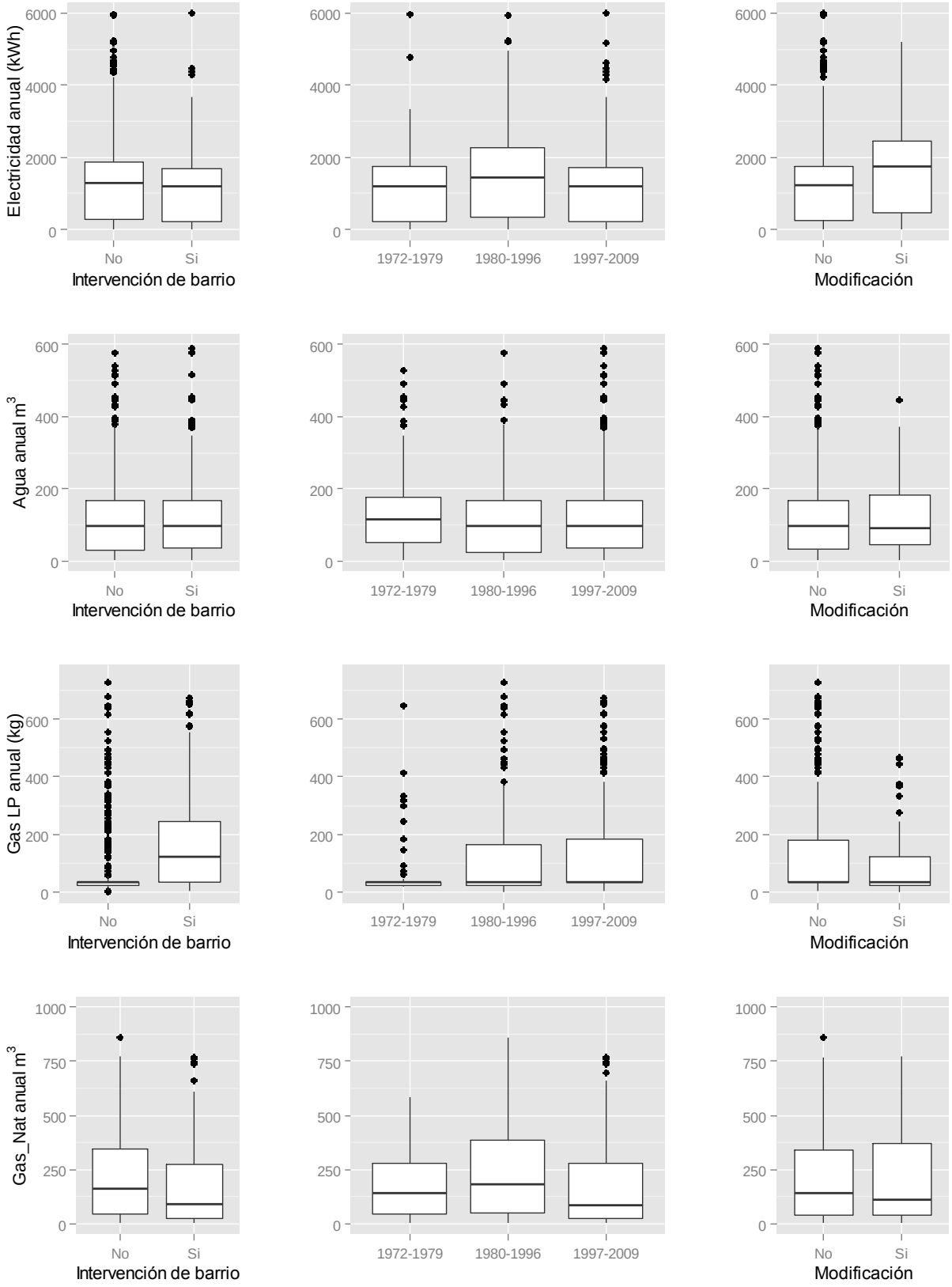
Fuente: elaboración propia

Ilustración 9 Consumos de energía, agua y gas por tipología (facturación)



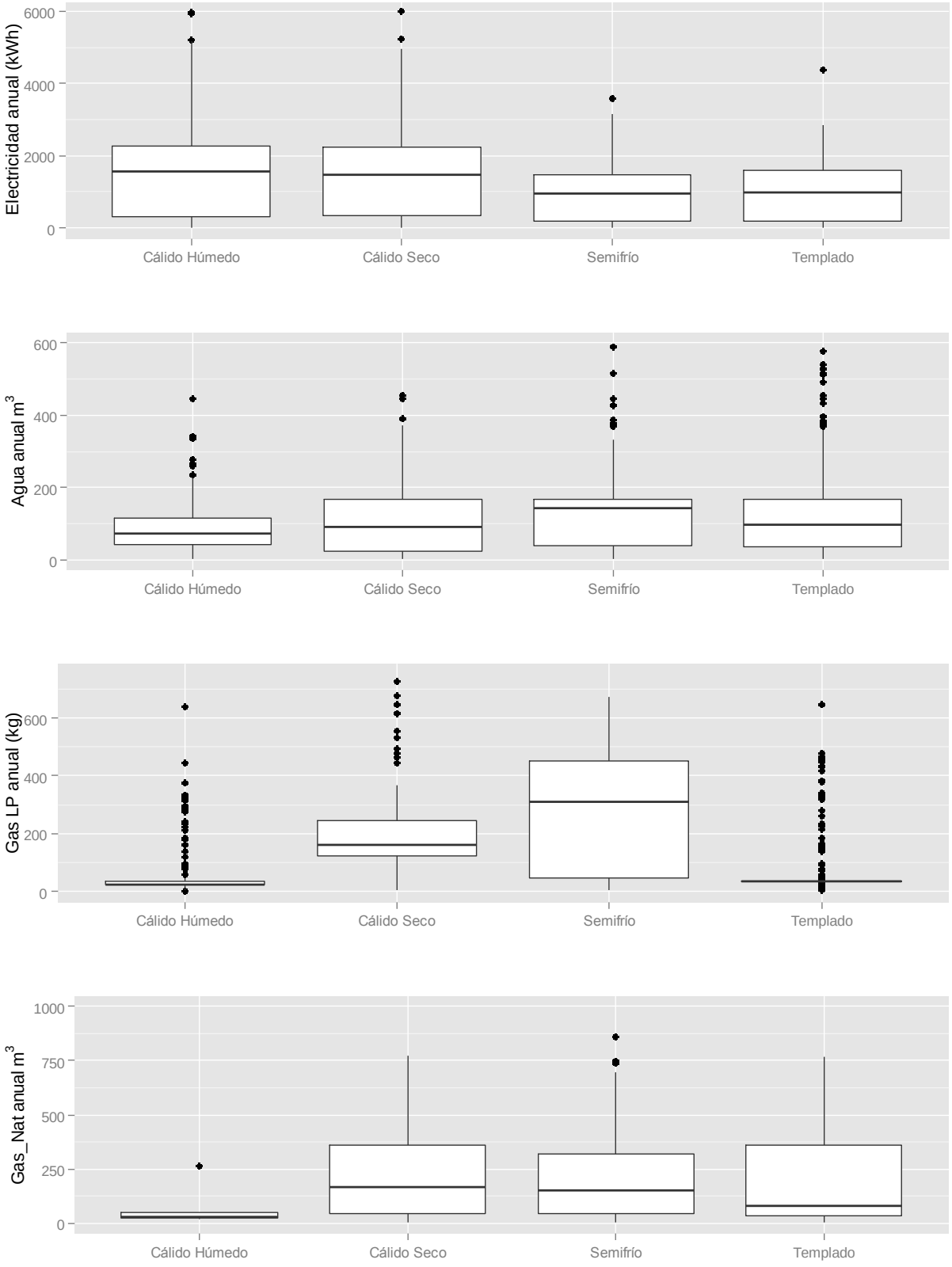
Fuente: elaboración propia

Ilustración 10 Consumos de energía, agua y gas por edad, intervención y modificación (facturación)



Fuente: elaboración propia

Ilustración 11 Consumos de energía, agua y gas por zona climática (facturación)



Fuente: elaboración propia

Ilustración 12 Distribución de viviendas por nivel socioeconómico por ciudad

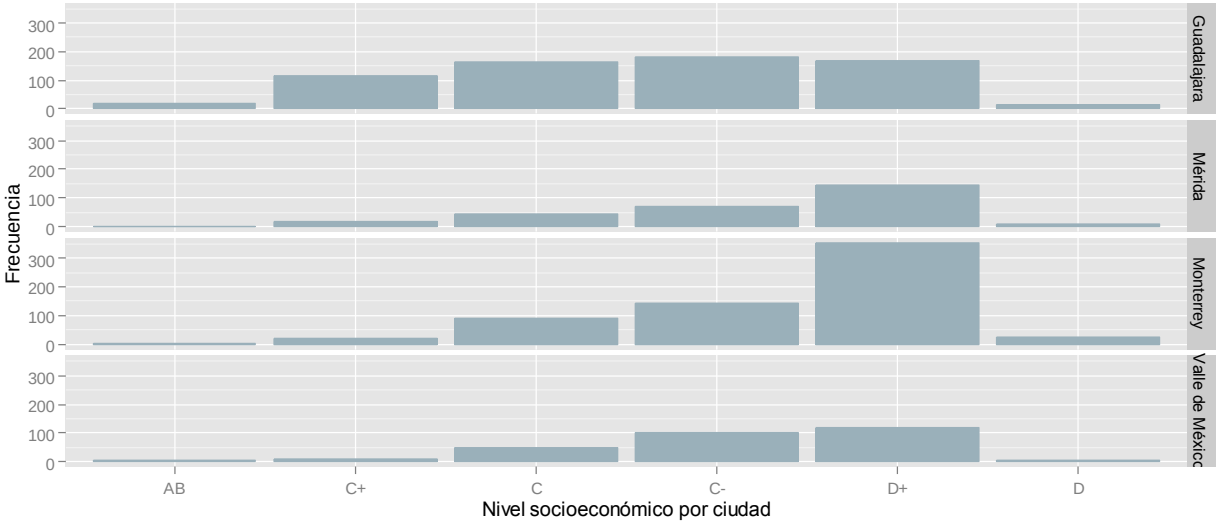


Ilustración 13 Sensación térmica en las viviendas en época de calor

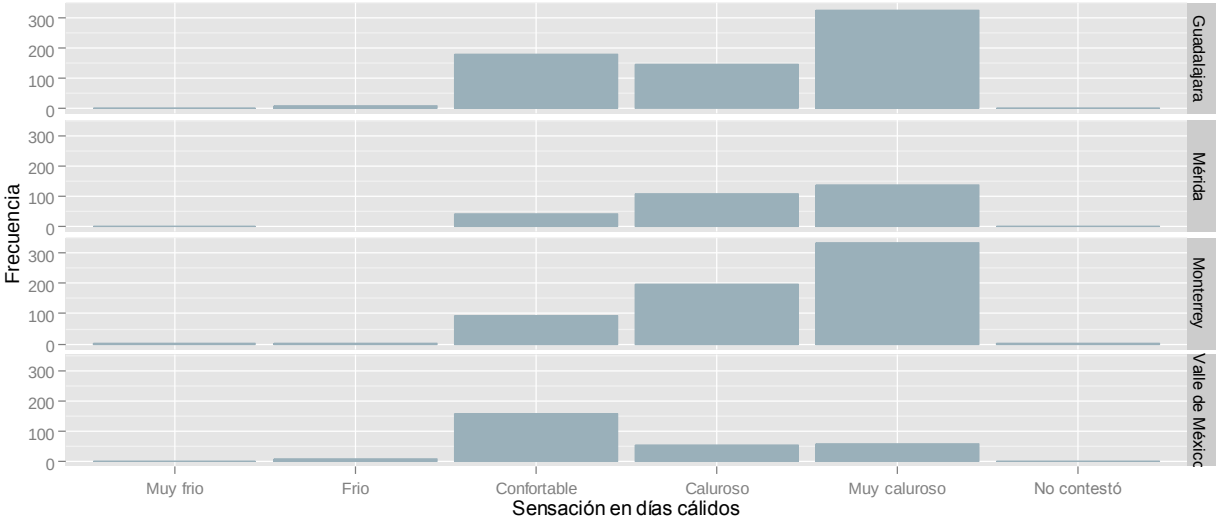


Ilustración 14 Sensación térmica en las viviendas en época de frío

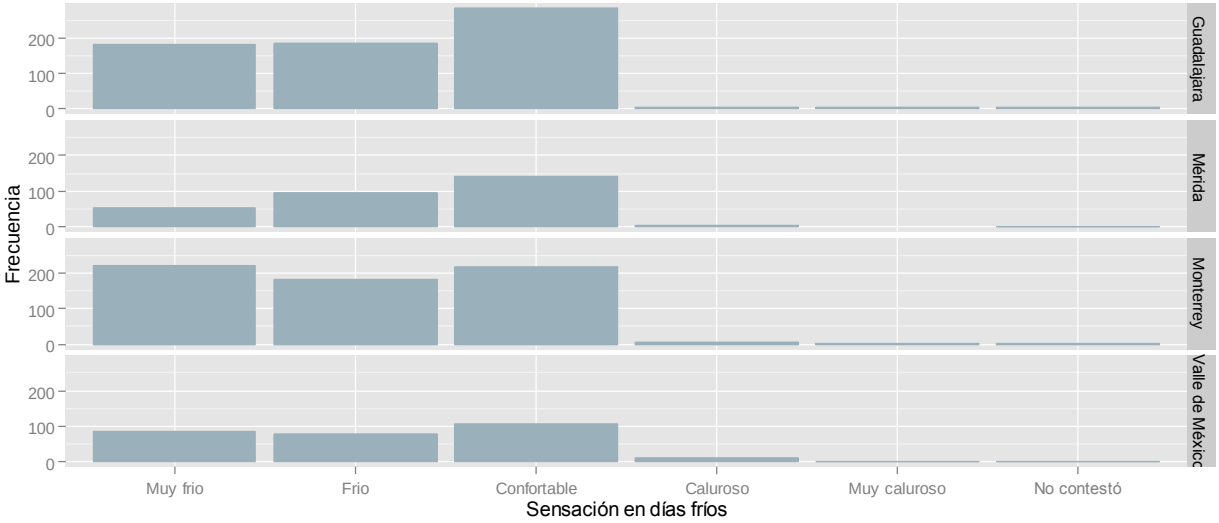
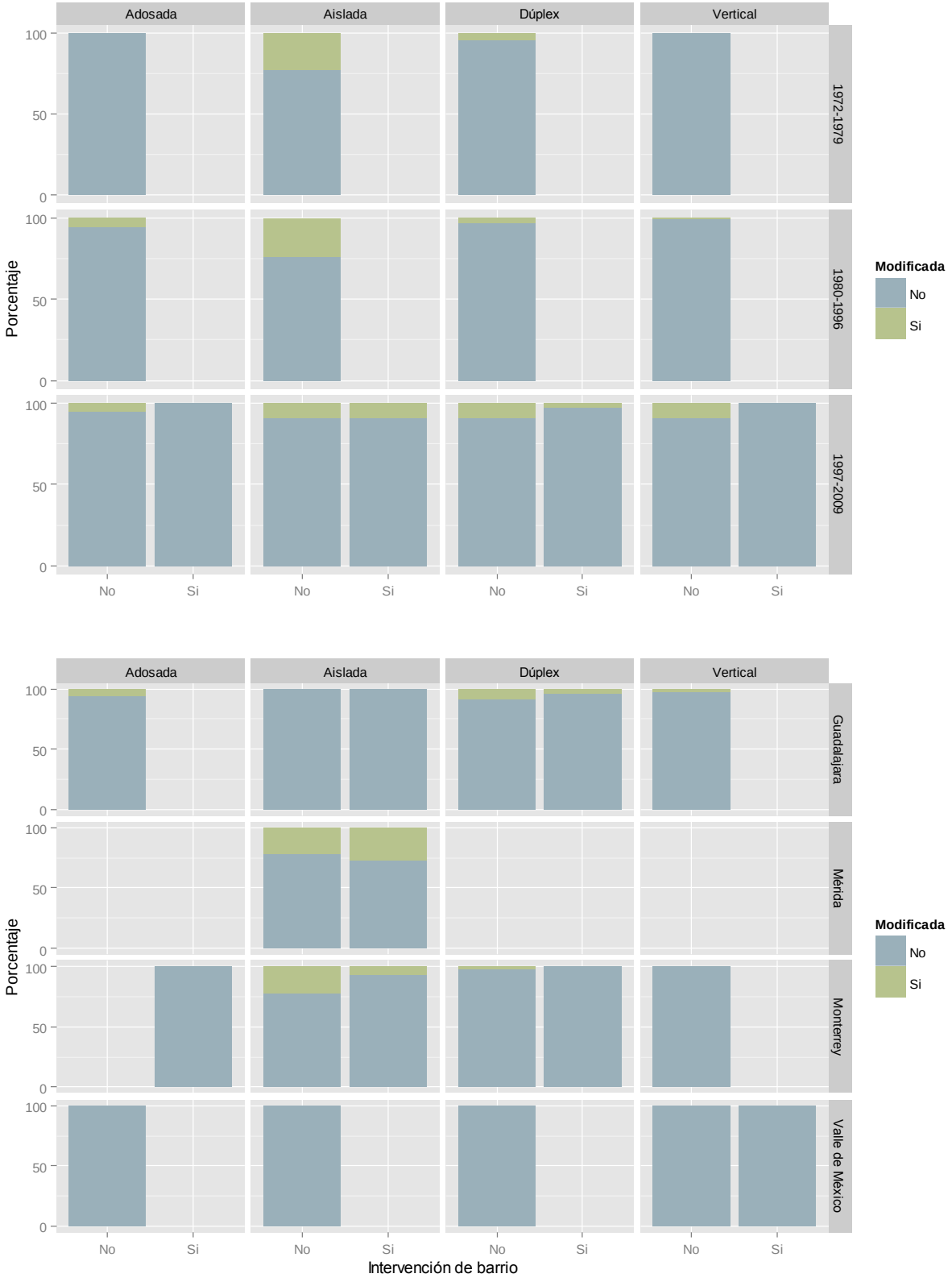
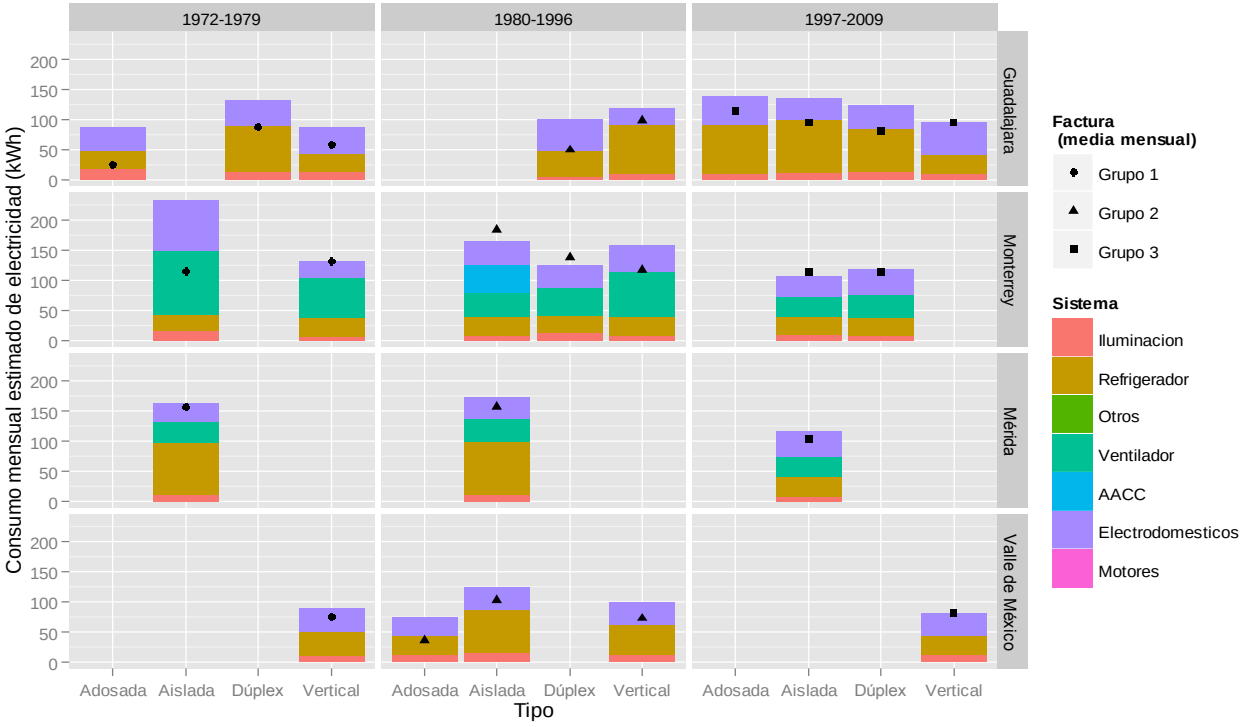


Ilustración 15 Relación de viviendas modificadas y conjuntos con intervención de barrio



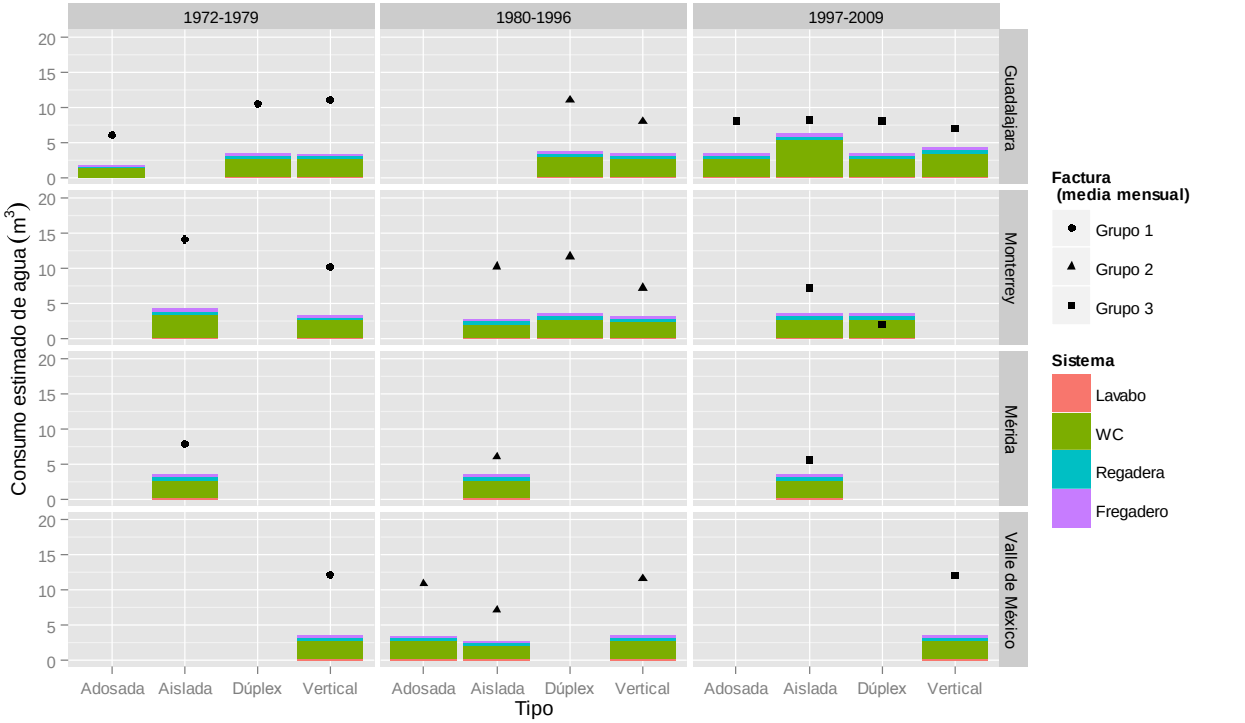
Fuente: elaboración propia

Ilustración 16 Comparativa de consumo mensual de electricidad (estimado contra facturado)



Fuente: elaboración propia

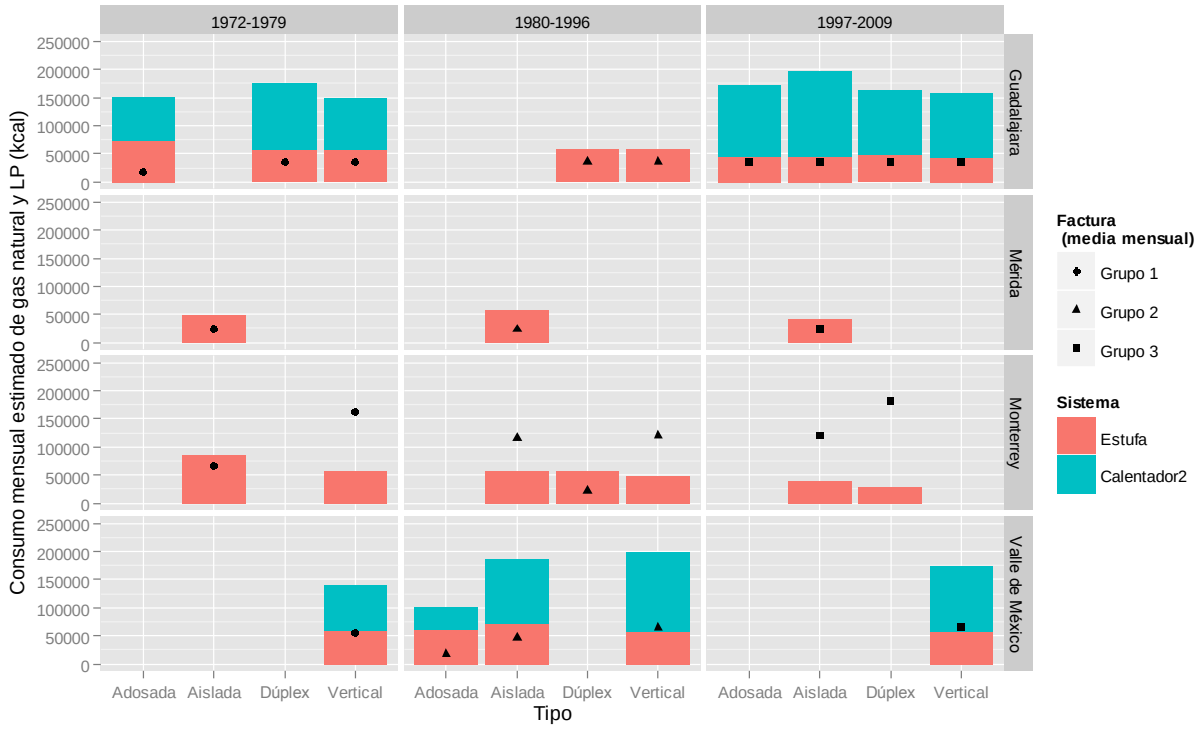
Ilustración 17 Comparativa de consumo mensual de agua (estimado contra facturado)



El agua que corresponde al lavado de ropa, sea a mano o en lavadora, está etiquetado como *fregadero*.

Fuente: elaboración propia

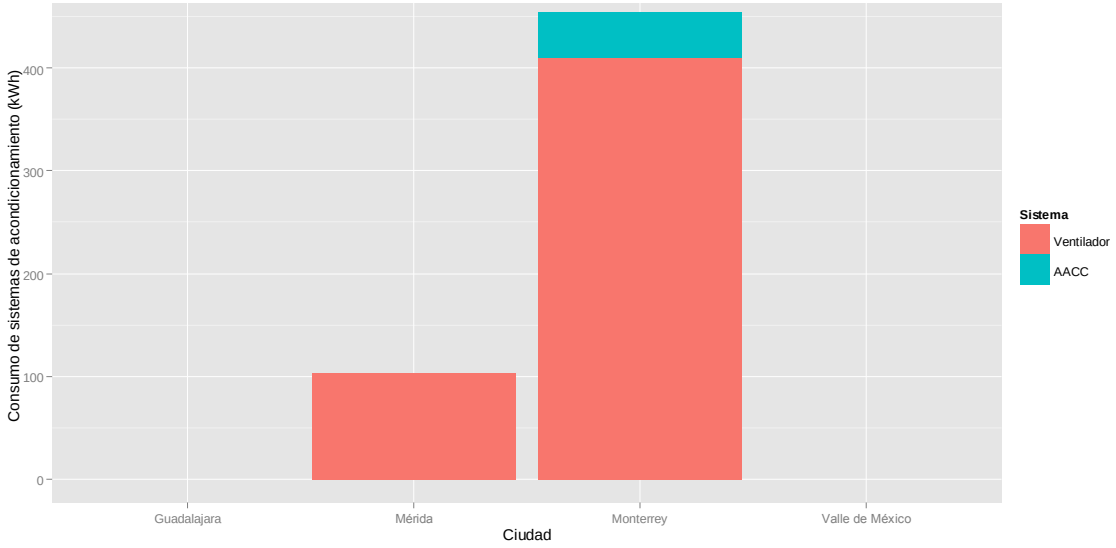
Ilustración 18 Comparativa de consumo mensual de gas normalizado en kilocalorías (estimado contra facturado)



Esta gráfica se normalizó en kilocalorías con el único fin de validar lo facturado contra lo estimado, y no se recomienda usar como parámetro para una línea base, pues no hubo coherencia entre los consumos de gas natural y de gas LP en términos de poder calorífico (ver página 28). El monto facturado de gas LP fue levantado a partir de la frecuencia de los cilindros o tanques estacionarios recargados declarada por los encuestados. Nótese que en Monterrey muchas viviendas declararon no tener calentador, pero la factura indica consumos como si hubiese, lo que podría explicarse si se usa la estufa para calentar el agua para el baño (lo cual no estaba previsto en las encuestas).

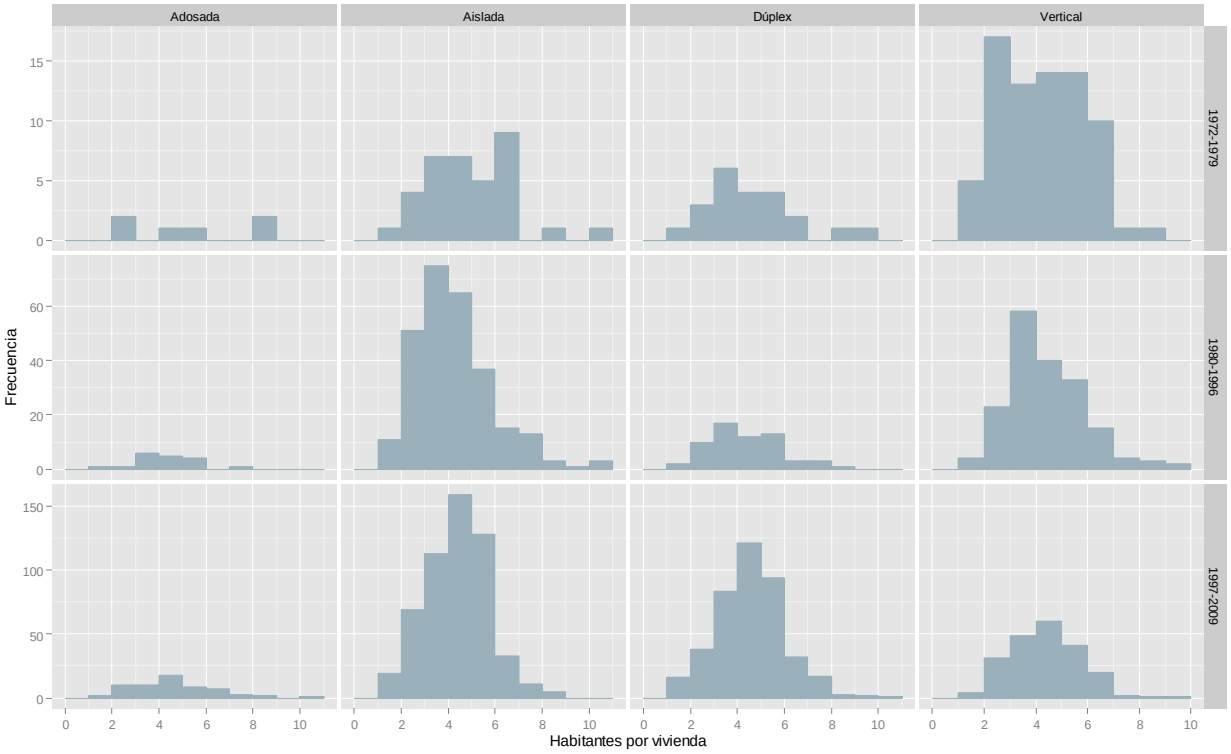
Fuente: elaboración propia

Ilustración 19 Consumos de sistemas de acondicionamiento (kWh)



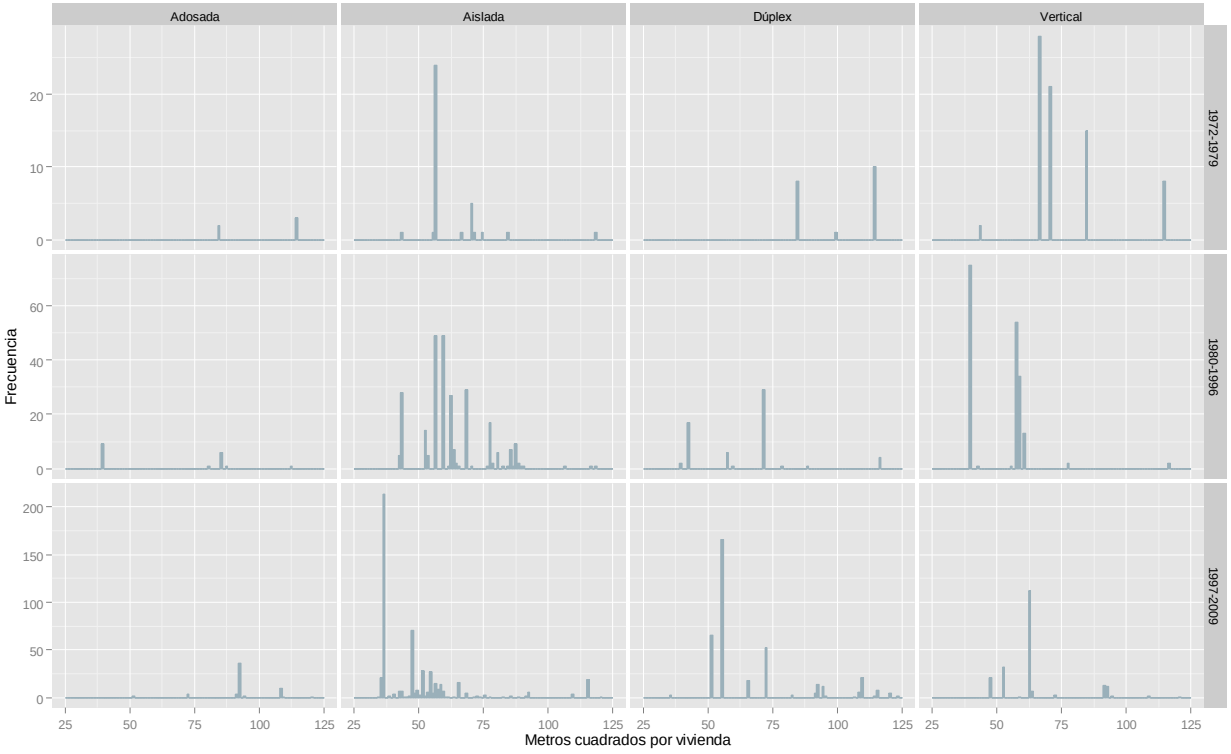
Fuente: elaboración propia

Ilustración 20 Habitantes por vivienda por tipología y edad



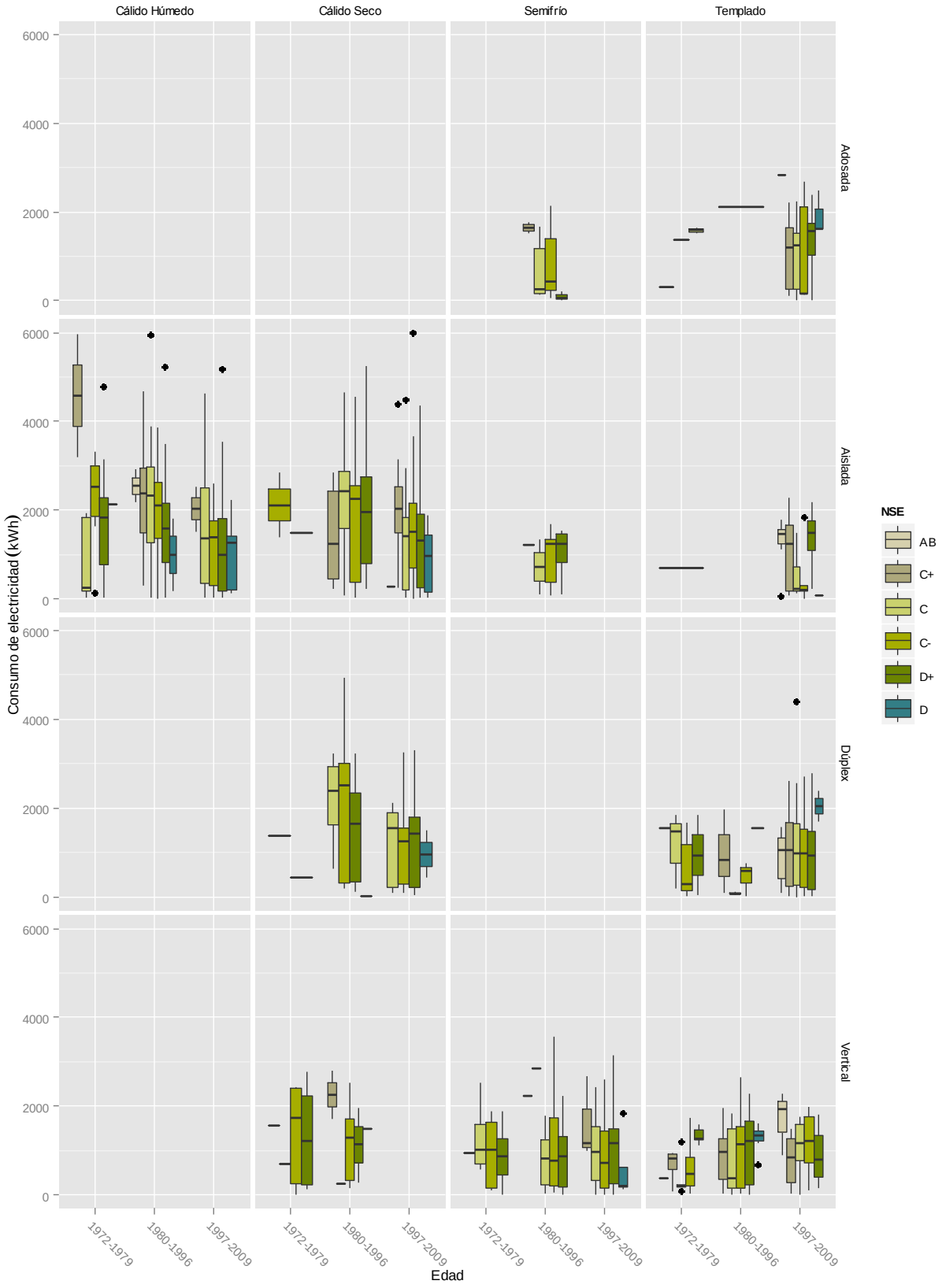
Fuente: elaboración propia

Ilustración 21 Áreas construidas por tipología y edad



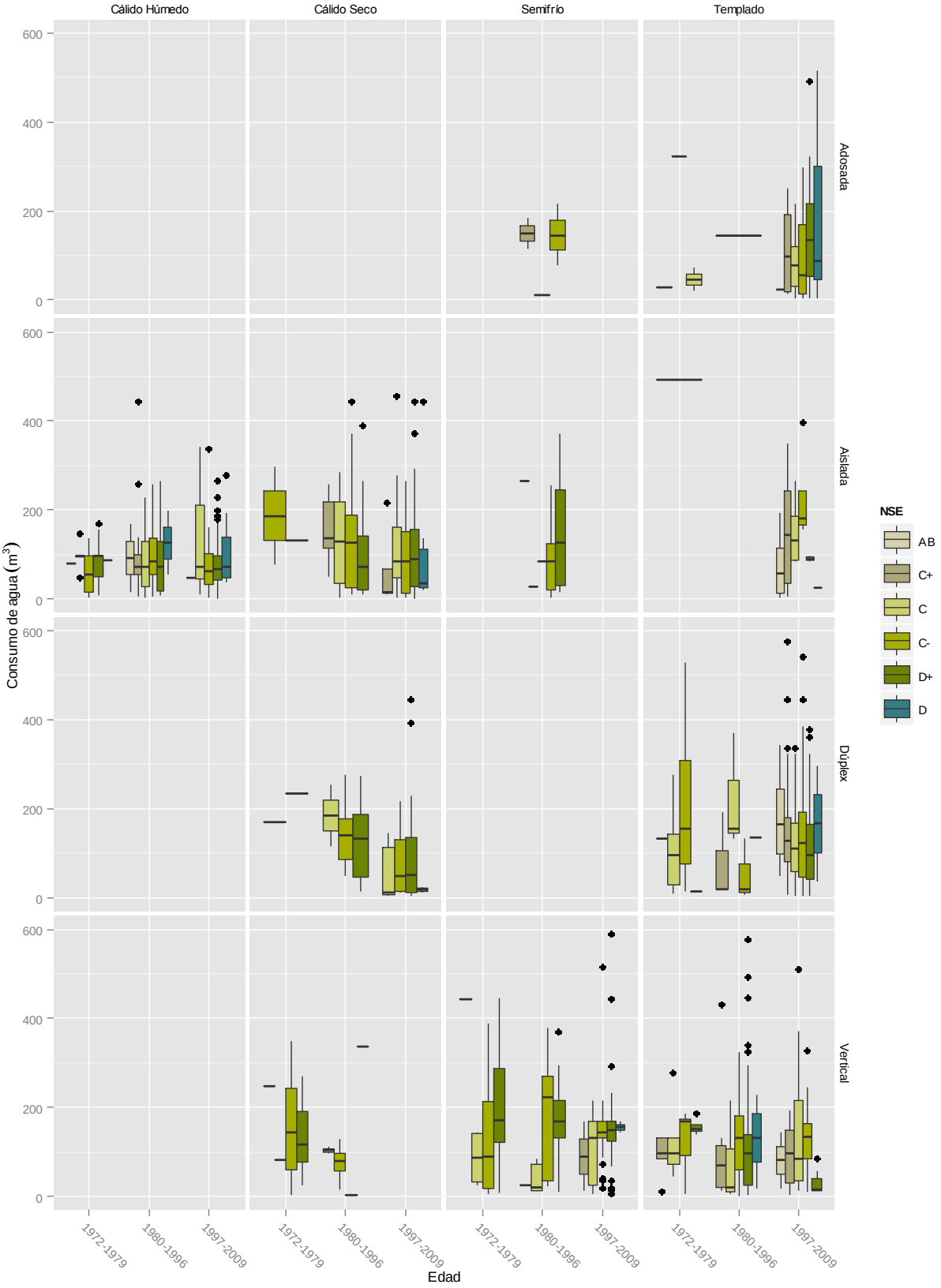
Fuente: elaboración propia

Ilustración 22 Análisis de consumo anual facturado de electricidad por tipo, edad y zona de la vivienda



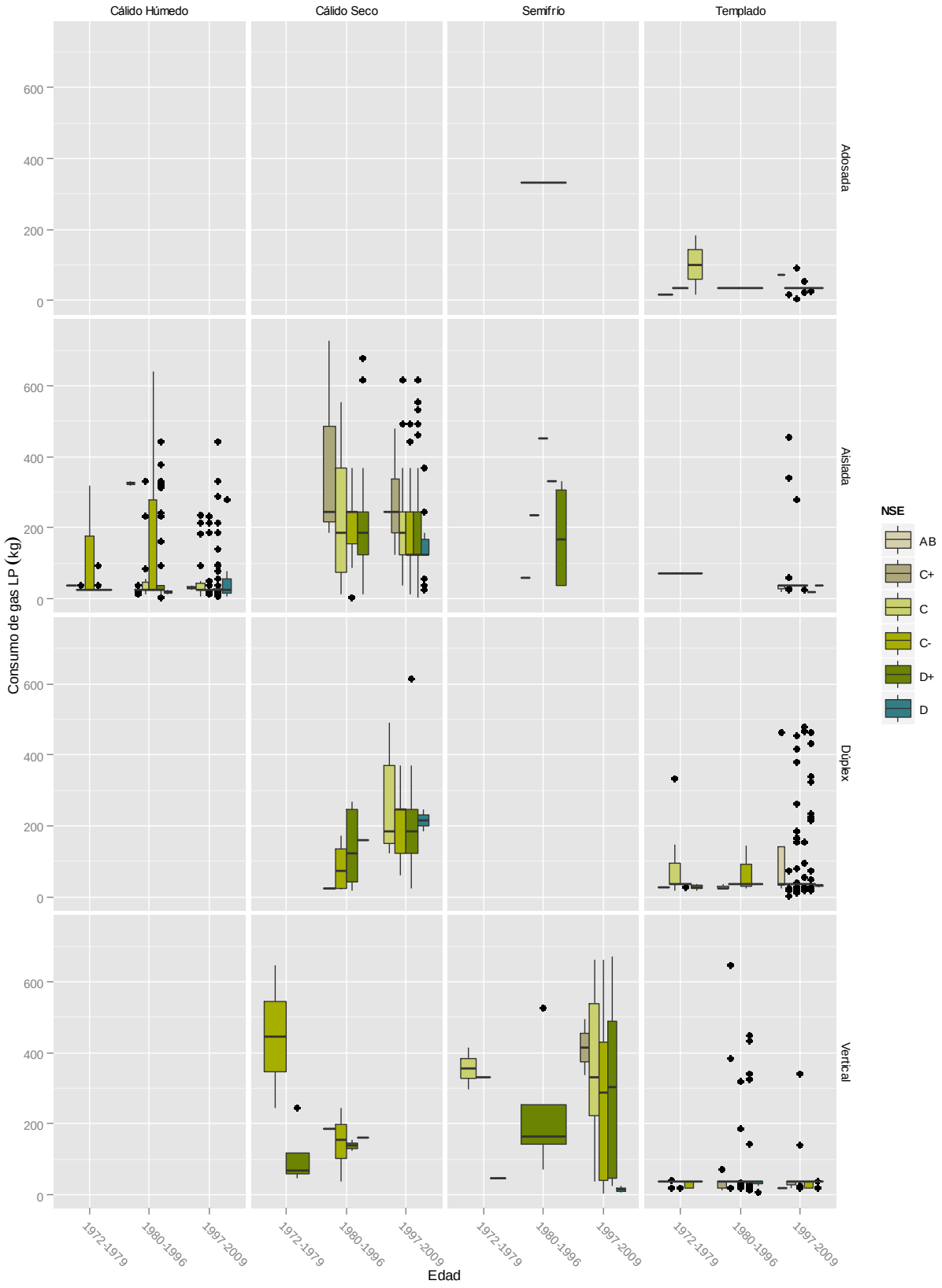
Fuente: elaboración propia

Ilustración 23 Análisis de consumo anual facturado de agua por tipo, edad y zona de la vivienda



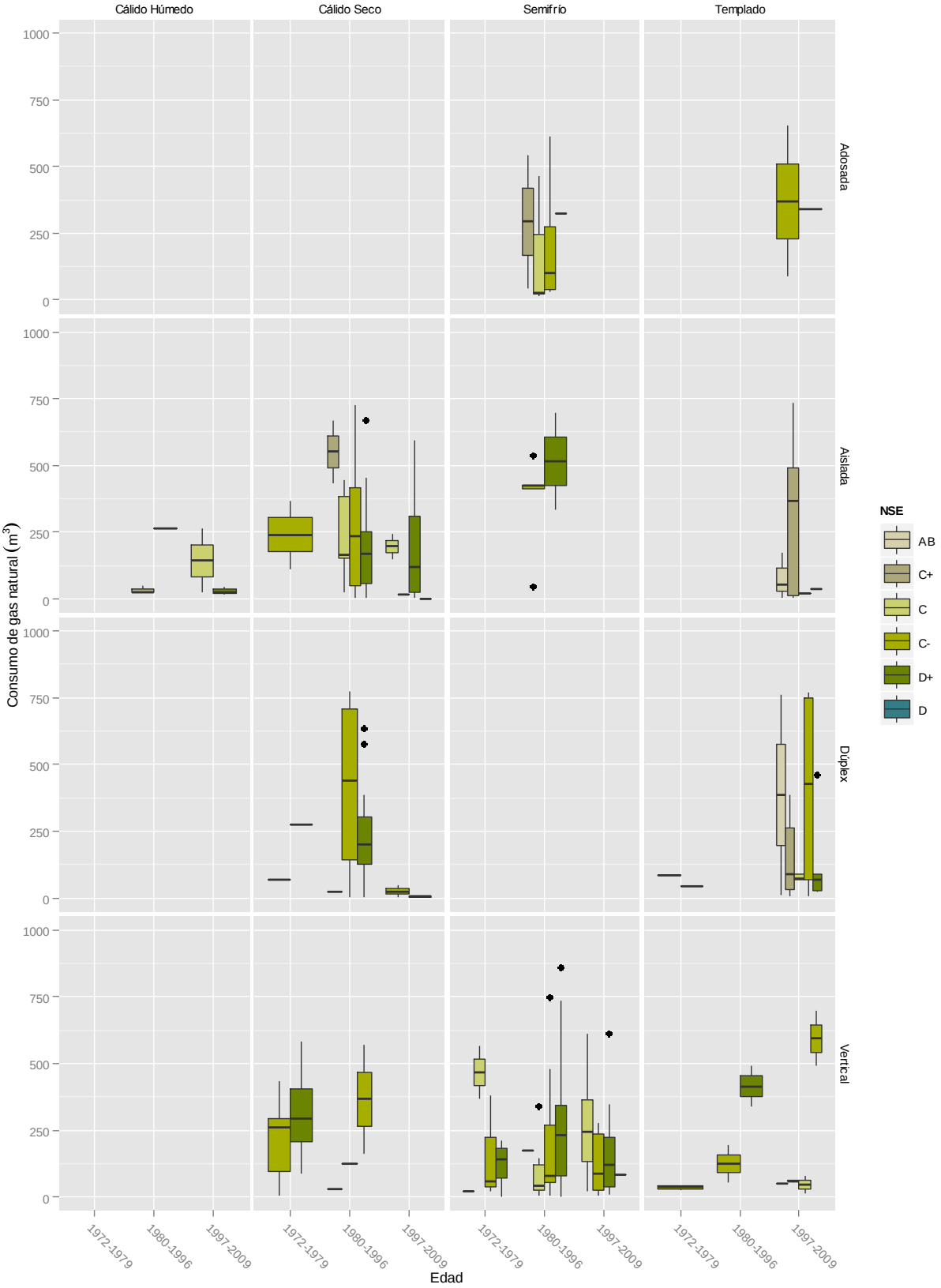
Fuente: elaboración propia

Ilustración 24 Análisis de consumo anual facturado de gas LP por tipo, edad y zona de la vivienda



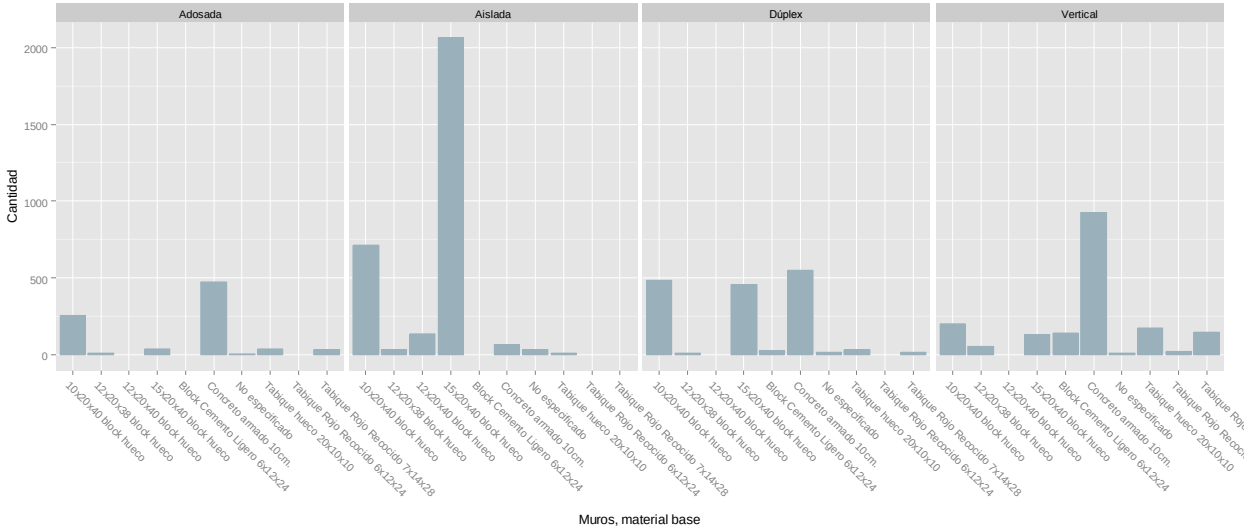
Fuente: elaboración propia

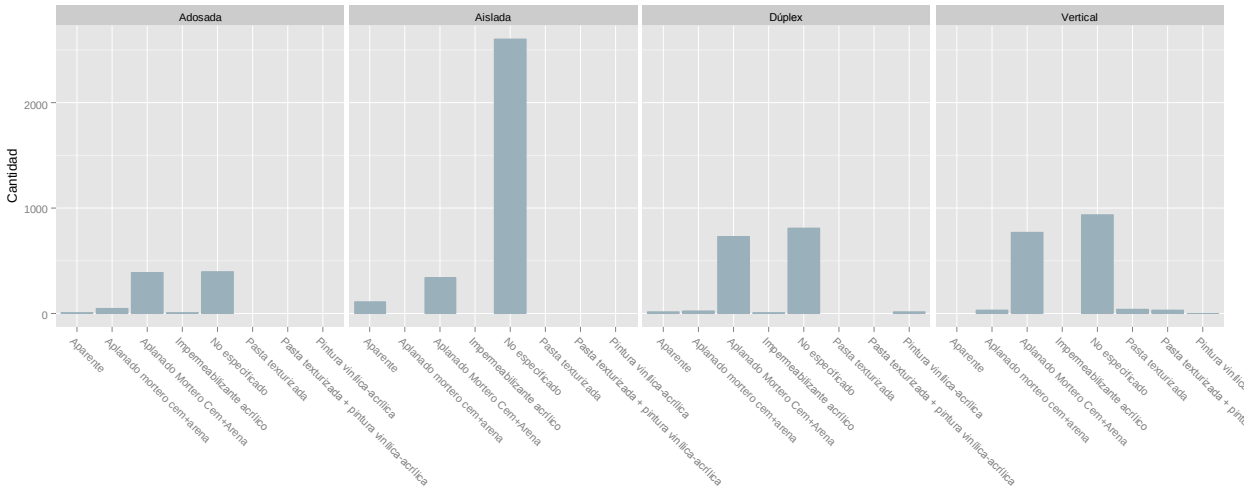
Ilustración 25 Análisis de consumo anual facturado de gas natural por tipo, edad y zona de la vivienda



Fuente: elaboración propia

Ilustración 26 Muros, principales materiales y acabados





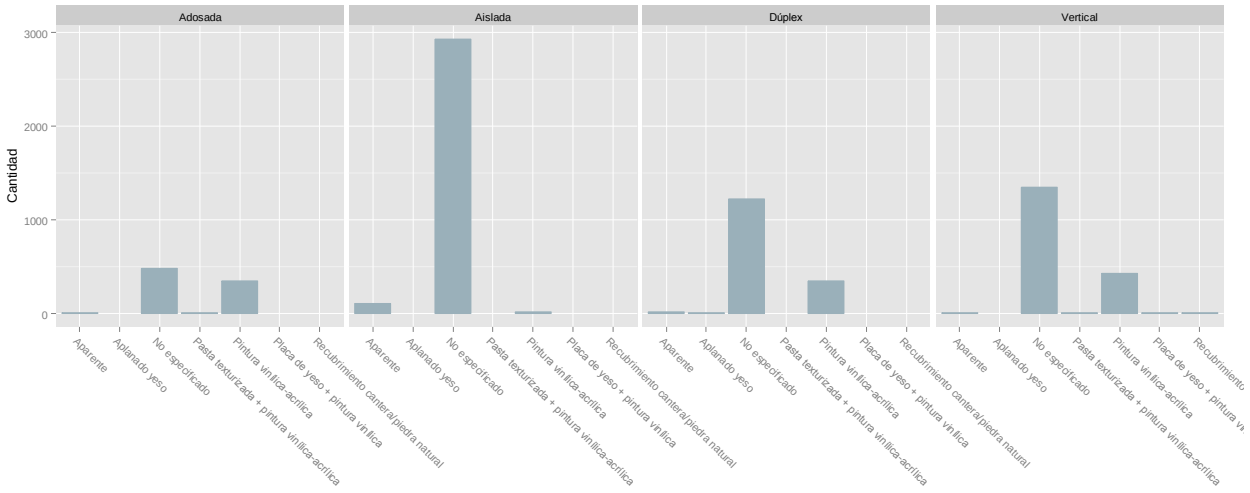
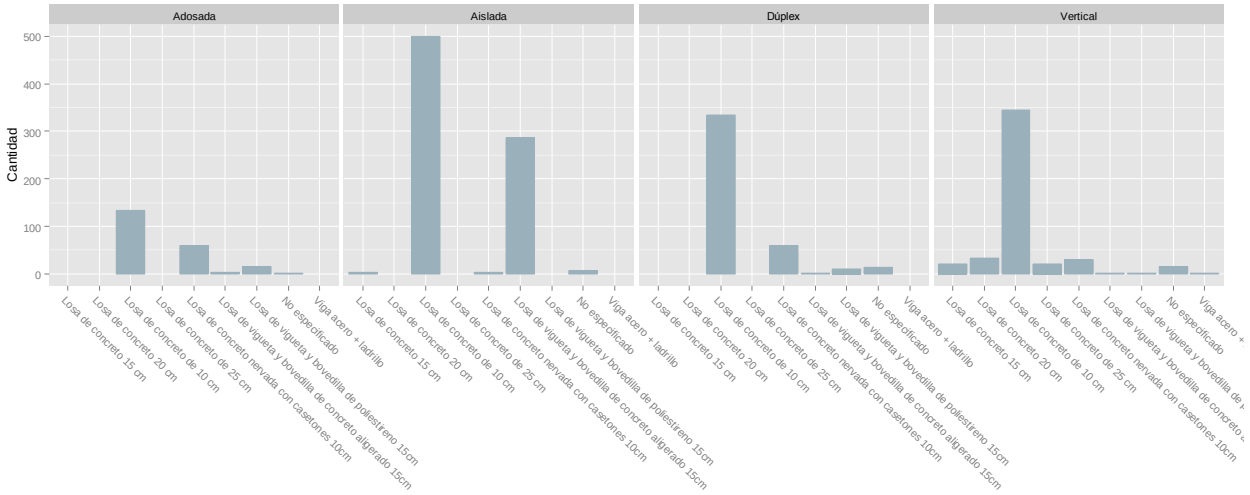
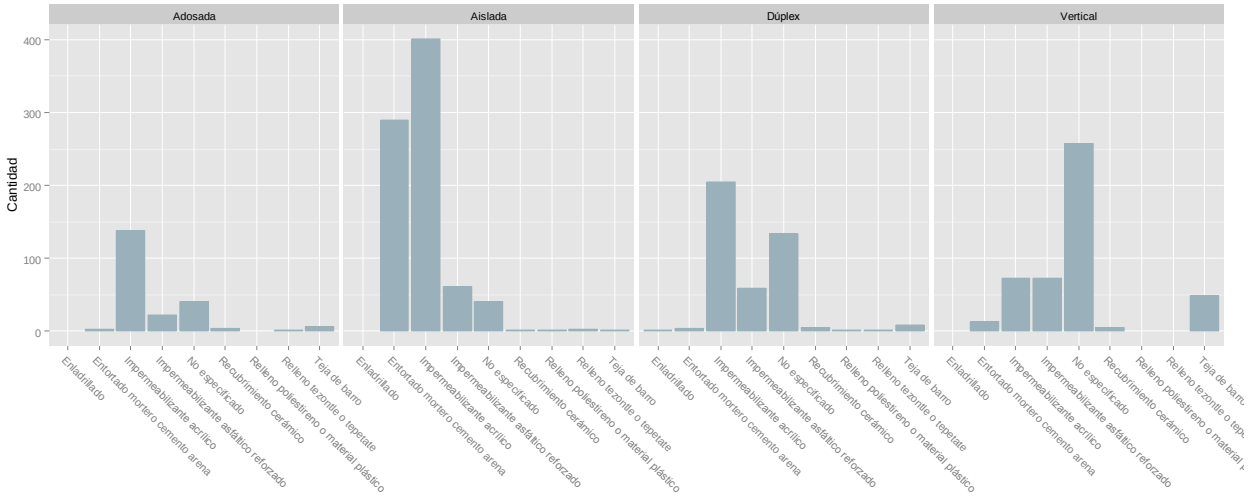


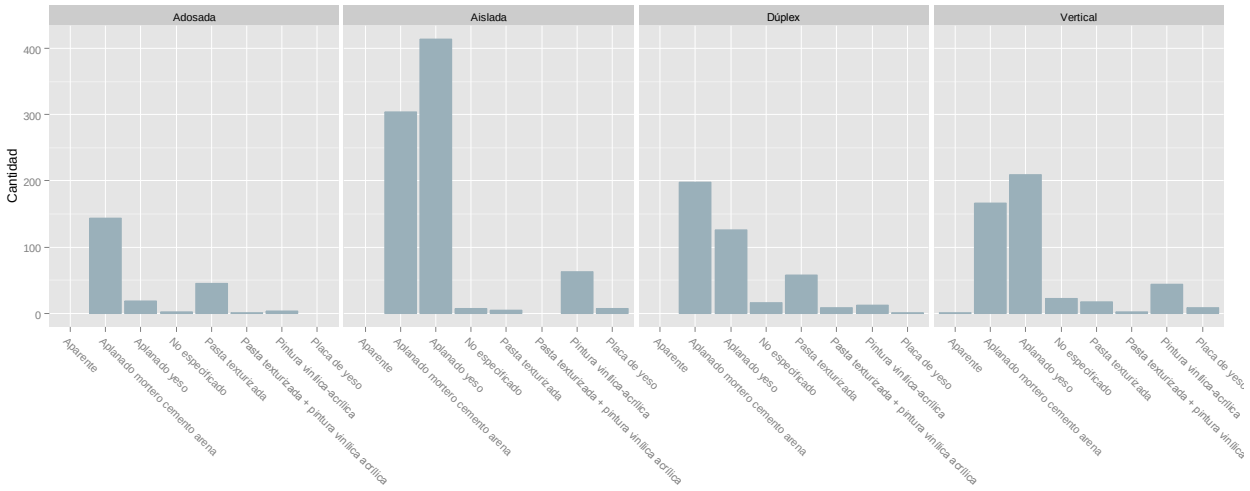
Ilustración 27 Entrepisos y cubiertas, principales materiales y acabados



Entrepisos y cubiertas, material base

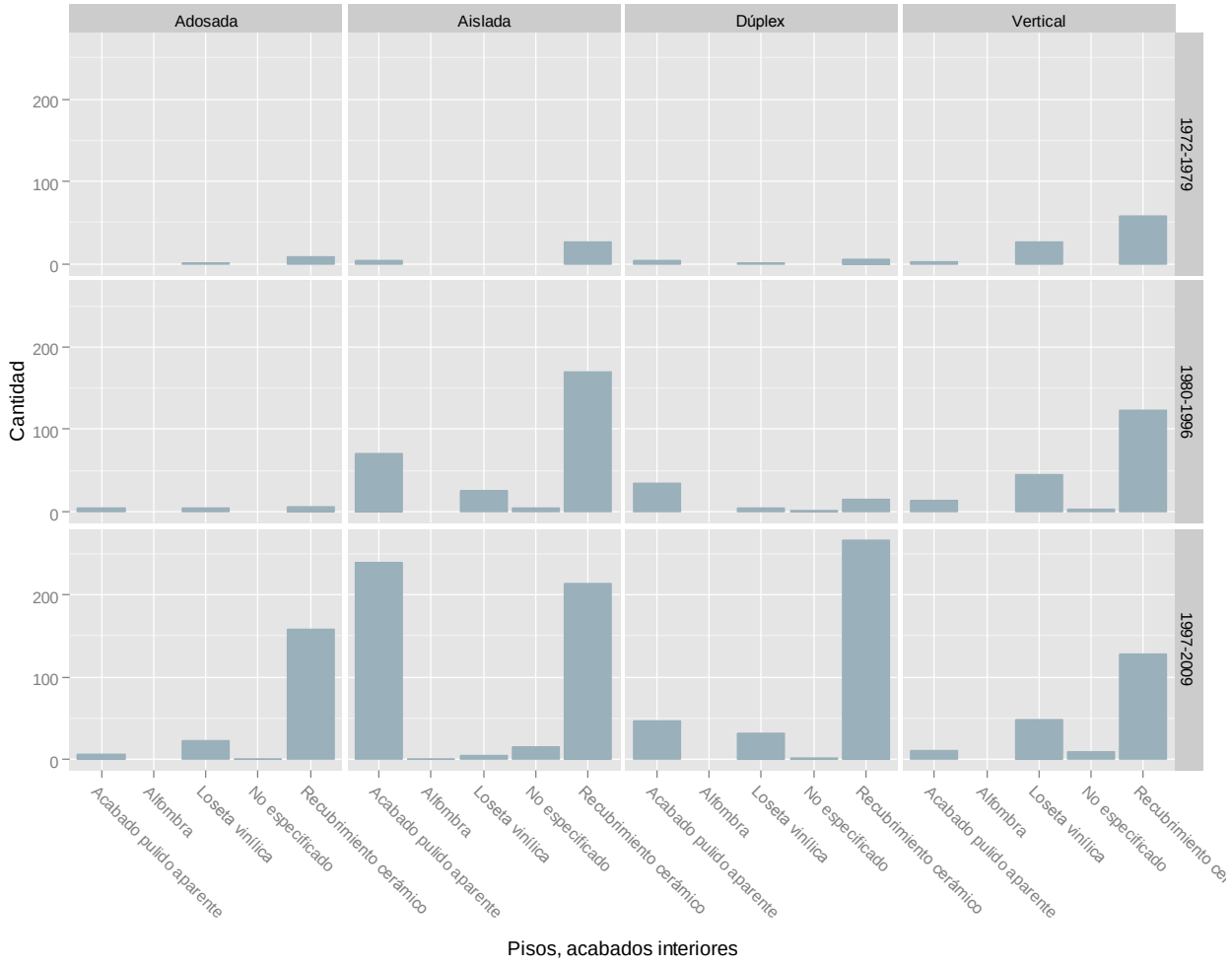


Cubierta, acabados exteriores



Techo, acabados interiores

Ilustración 28 Pisos, principales acabados interiores



Fuente: elaboración propia

2.5.1 Análisis de varianza

Se realizaron análisis de varianzas (ANOVA) para probar si estadísticamente varían los consumos de agua, electricidad y gas (LP y natural) con base en el nivel socioeconómico, la zona metropolitana, el tipo de conjunto y la edad del conjunto (Ilustración 29). Todos los análisis se realizaron con un 95 por ciento de confianza:

1) En el agua se encontró que estadísticamente los consumos anuales no son diferentes, cuando se compara por: nivel socioeconómico o zona metropolitana, tipo de conjunto, pero sí al compararlos por edad del conjunto.
2) En el gas LP se encontró que los consumos anuales no son estadísticamente iguales al comparar por nivel socioeconómico, zona metropolitana y tipo de conjunto, pero sí lo son al compararlos por edad del conjunto.
3) En el gas natural, al comparar por zona metropolitana, tipo de conjunto o edad del conjunto, los consumos anuales son estadísticamente diferentes, pero al comparar por nivel socioeconómico, los consumos anuales no son estadísticamente distintos.
4) En la electricidad, se encontró que estadísticamente los consumos anuales no son diferentes cuando se los compara por nivel socioeconómico, zona metropolitana o tipo de conjunto, pero al compararlos por edad del conjunto, se encontró que sí son estadísticamente diferentes.

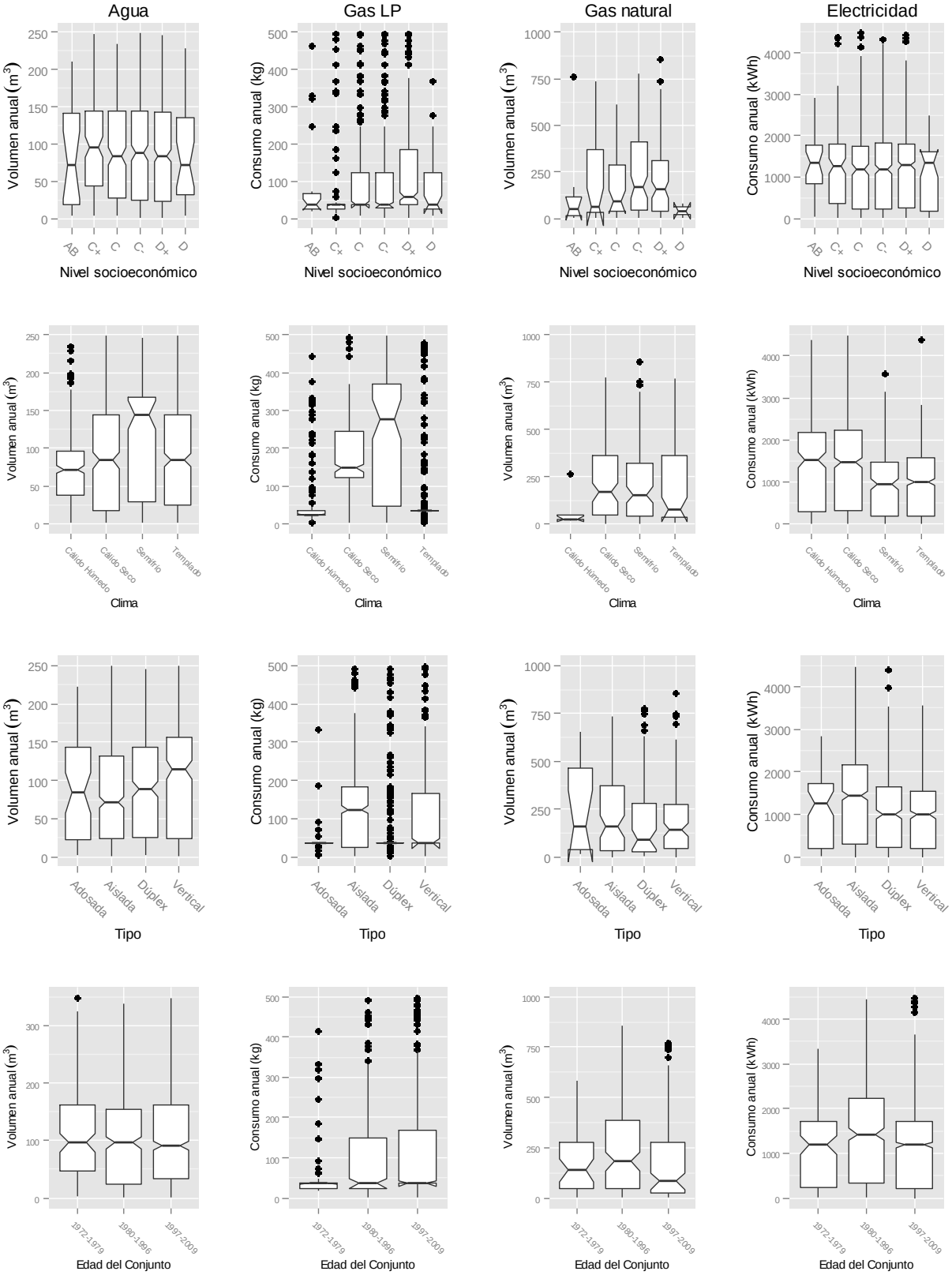
2.5.2 Intervalo de confianza

Se le llama intervalo de confianza a un par pares de números entre los cuales se estima que estará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Estos números determinan un intervalo que se calcula a partir de datos de una muestra, y el valor desconocido es un parámetro poblacional. La probabilidad de éxito en la estimación se representa con 1 - α y se denomina nivel de confianza, donde α (alfa) es el error aleatorio o nivel de significación; esto es, una medida de las posibilidades de fallar en la estimación mediante tal intervalo.

Para comprobar los resultados del presente estudio, se realizaron Intervalos de confianza del 95 por ciento (α=0.05) para estimar los consumos anuales de agua, gas (LP y natural) y electricidad por zona metropolitana, y se encontraron los siguientes intervalos:

1) Para Electricidad, el intervalo de confianza de los consumos anuales (kWh) de Guadalajara se encuentra entre 911 y 1083; el de Mérida, entre 1385 y 1751; el de Monterrey, entre 1350 y 1591; y el del Valle de México, entre 832 y 1081.
2) En cuanto al Gas LP, el intervalo de confianza de los consumos anuales (kg) de Guadalajara está entre 36 y 37; el de Mérida, entre 22 y 25; el de Monterrey, entre 150 y 169; y el del Valle de México, entre 263 y 391.
3) Para el Gas Natural, el intervalo de confianza de los consumos anuales en metros cúbicos de Guadalajara se encuentra entre 87 y 104 metros cúbicos anuales; el de Mérida, entre 13 y 39; el de Monterrey, entre 117 y 216; y el del Valle de México, entre 109 y 196.
4) En cuanto al Agua, el intervalo de confianza de los consumos anuales en metros cúbicos de Guadalajara está entre 87 y 104; el de Mérida, entre 64 y 79; el de Monterrey, entre 79 y 102; y el del Valle de México, entre 127 y 160.

Ilustración 29 Análisis de varianza por flujo: agua, gas LP, gas natural y electricidad



Fuente: CMM

3 Conclusiones y recomendaciones

En el presente estudio se pudo observar que los consumos de electricidad, gas y agua están dentro de rangos muy similares cuando se les compara por tipología o por grupo de edad. Las mayores diferencias se encuentran cuando se comparan los consumos por zona climática.

Las regiones que presentan mayores consumos de electricidad son la cálida seca y la cálida húmeda. De acuerdo con los balances de energía, esto se debe principalmente al uso de ventiladores y, en menor grado, de equipos de acondicionamiento. En las regiones cálidas, por otro lado, es donde mayor diferencia de consumos se observa por nivel socioeconómico (NSE), mientras que en las zonas templada y semifría la diferencia entre niveles disminuye.

El consumo de agua presenta un patrón distinto. El Valle de México (semifrío) es en donde se presentan los mayores consumos, mientras que en Mérida (cálido húmedo), los menores. Se observan diferencias por grupo de edad y NSE, pero no es posible establecer un patrón claro, pues existen casos donde los NSE altos consumen menos agua que los bajos, o los grupos de edad intermedios consumen más que el resto. Sin embargo, el análisis global no muestra diferencias (ver Ilustración 10 Consumos de energía, agua y gas por edad). Por otro lado, cuando se comparan por tipología, se encuentra que las casas aisladas consumen ligeramente menos agua que el resto.

El gas licuado de petróleo (LP) presenta mayores consumos en la zona semifría, sin embargo, no es posible establecer una tendencia, pues para las zonas templada y cálida húmeda se requiere profundizar en los estudios. Ya sea por tipología, NSE o grupo de edad, no se observan patrones específicos de consumo (Ilustración 9 Consumos de energía, agua y gas por tipología).

El gas natural no tiene una presencia generalizada, y en Mérida es prácticamente inexistente. La zona templada vuelve a mostrar un consumo bajo, y nuevamente la información vuelve a ser insuficiente para poder establecer tendencias, ya que el número de viviendas con gas natural levantadas fue muy escaso.

Por todo lo anterior, puede concluirse que una política de mejora energética y reducción del impacto ambiental en las viviendas debería tener un enfoque que considere principalmente las zonas bioclimáticas y la cantidad y calidad de los electrodomésticos y equipos instalados en ellas (variable que normalmente está en función del nivel socioeconómico). Al mismo tiempo, es necesario resolver los problemas de confort y costo de la energía y los recursos para los habitantes de dichas viviendas.

4 Anexos

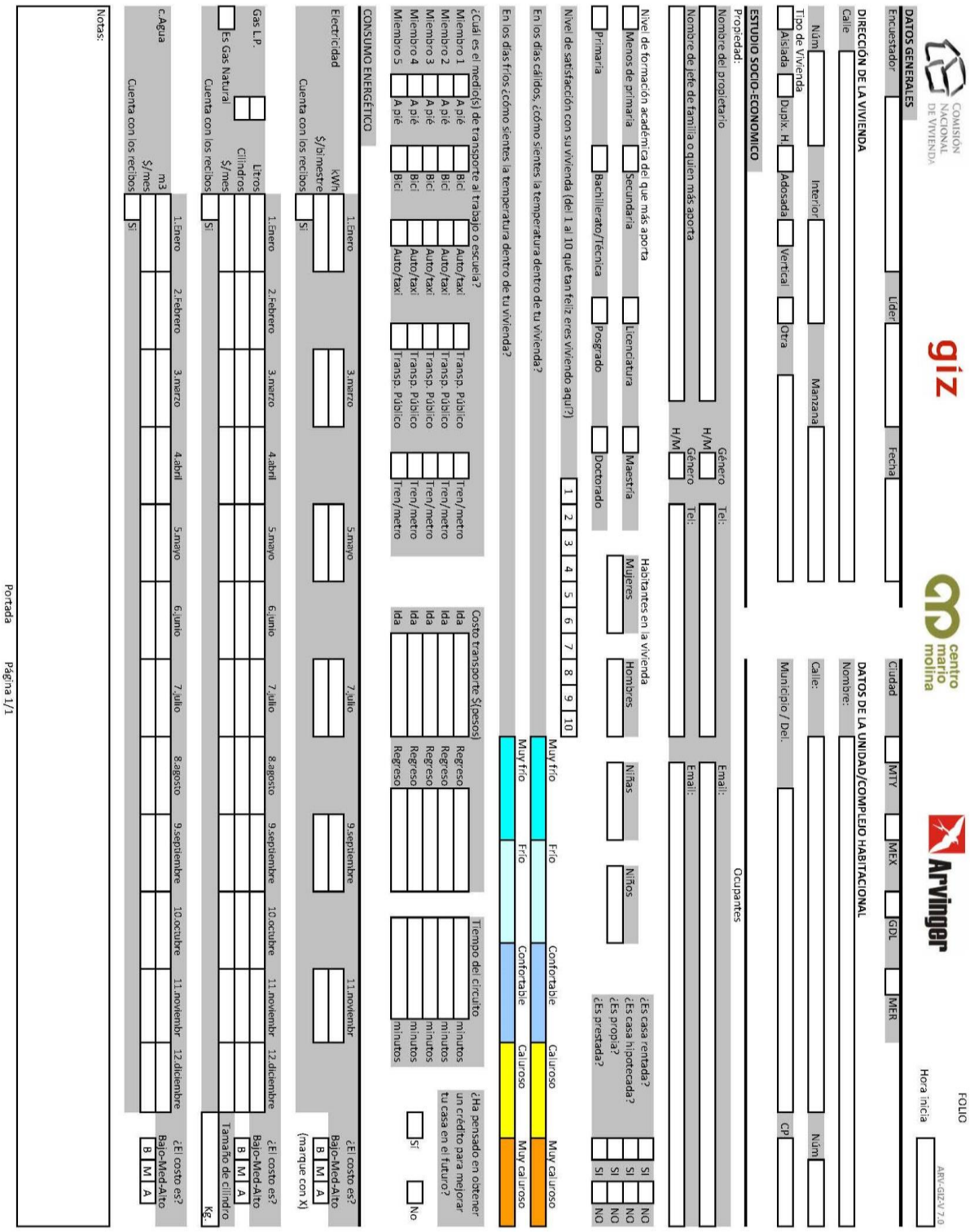
4.1 Anexo 1. Conjuntos

	Entidad	Región	ZM	Municipio	Conjunto	Clave	No.	Inicio	Fin	Fecha	Grupo	Intervención de barrio
1	Jalisco	Templado	Guadalajara	Guadalajara	Avenida del Trabajo	J03	478	1975	1975	1975	1972-1979	No
2	Jalisco	Templado	Guadalajara	Guadalajara	El Sauz	J05	7048	1986	1991	1988	1980-1996	No
3	Jalisco	Templado	Guadalajara	Zapopan	Haciendas del Valle	J09	1312	1999	1999	1999	1997-2009	No
4	Jalisco	Templado	Guadalajara	Tonalá	La Soledad	J12	2768	1990	1990	1990	1980-1996	No
5	Jalisco	Templado	Guadalajara	Guadalajara	Miravalle	J14	9047	1975	1985	1980	1980-1996	No
6	Jalisco	Templado	Guadalajara	Zapopan	Misión del Bosque	J15	3290	2000	2000	2000	1997-2009	No
7	Jalisco	Templado	Guadalajara	Tlaquepaque	Santa Cruz	J17	3674	2007	2007	2007	1997-2009	Sí
8	Jalisco	Templado	Guadalajara	Zapopan	Parq. de Tesistán I y II	J20	1,765	2001	2003	2003	1997-2009	No
9	Yucatán	Cálido Húmedo	Mérida	Umán	ACIMM II	Y01	534.00	2004	2004	2004	1997-2009	Sí
10	Yucatán	Cálido Húmedo	Mérida	Mérida	Ciudad Industrial III	Y02	735	1985	1987	1986	1980-1996	No
11	Yucatán	Cálido Húmedo	Mérida	Mérida	Fracc. Tixcacal-Opichén	Y03	2216	2003	2005	2004	1997-2009	No
12	Yucatán	Cálido Húmedo	Mérida	Mérida	José María Iturralde	Y04	912	1989	1991	1990	1980-1996	No
13	Yucatán	Cálido Húmedo	Mérida	Mérida	Juan Pablo II	Y05	10405	1993	1994	1993	1980-1996	No
14	Yucatán	Cálido Húmedo	Mérida	Mérida	Pacabtún	Y06	3915	1973	1984	1978	1972-1979	No
15	Yucatán	Cálido Húmedo	Mérida	Mérida	Polígono 108	Y07	1457	1989	1989	1989	1980-1996	No
16	Yucatán	Cálido Húmedo	Mérida	Mérida	Villa Magna I	Y08	680	2003	2004	2003.5	1997-2009	No
17	Yucatán	Cálido Húmedo	Mérida	Kanasín	Villas de Oriente	Y09	3200	2005	2005	2005	1997-2009	Sí
18	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	General Escobedo	Felipe Carrillo Puerto IV	N02	617	1984	1985	1984.5	1980-1996	No
19	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	Apodaca	Los fresnos	N06	337	1992	1999	1995	1980-1996	No

	Entidad	Región	ZM	Municipio	Conjunto	Clave	No.	Inicio	Fin	Fecha	Grupo	Intervención de barrio
20	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	Garza García	Privada de las Villas	N09	4000	2006	2006	2006	1997-2009	Sí
21	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	Guadalupe	Raúl Caballero	N10	990	1992	1999	1995	1980-1996	No
22	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	Apodaca	Resid. los Ébanos	N11	387	1992	1999	1995	1980-1996	No
23	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	Cadereyta	San Alberos	N12	1,632	2007	2007	2007	1997-2009	Sí
24	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	General Escobedo	San Miguel Residencial	N13	5000	2007	2007	2007	1997-2009	Sí
25	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	San Nicolás de los Garza	Unidad Laboral	N15	692	1984	1985	1984	1980-1996	No
26	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	Monterrey	Valle de Infonavit	N16	5831	1973	1985	1979	1972-1979	No
27	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	Monterrey	Valle de Infonavit V	N17	809	1984	1985	1984	1980-1996	No
28	Nuevo León	Cálido Seco	Monterrey	San Pedro Garza García	Vista montaña	N18	511	1992	1999	1995	1980-1996	No
29	Distrito Federal	Semifrío	Valle de México	Tláhuac	Buena Suerte	D01	500	2003	2003	2003	1997-2009	Sí
30	Distrito Federal	Semifrío	Valle de México	Iztapalapa	Cedros	D02	400	2000	2000	2000	1997-2009	Sí
31	México	Semifrío	Valle de México	Cuautitlán Izcalli	Cuautitlán Izcalli	M02	2778	1982	1986	1984	1980-1996	No
32	Distrito Federal	Semifrío	Valle de México	Azcapotzalco	El Rosario	D07	15515	1974	1983	1978	1972-1979	No
33	México	Semifrío	Valle de México	Tlalnepantla	Los Reyes Iztacala	M06	1560	1980	1986	1983	1980-1996	No
34	Distrito Federal	Semifrío	Valle de México	Azcapotzalco	Xochináhuac	D29	2196	1991	1991	1991	1980-1996	No
35	México	Semifrío	Valle de México	Ixtapaluca	Los Héroes	M05	16703	2000	2000	2000	1997-2009	Sí

Nota: la columna fecha es el promedio del inicio y final de construcción, fecha utilizada para su clasificación en los grupos de edad.

4.2 **Anexo 2. Encuesta**



DATOS GENERALES
Encuestador | Líder | Fecha
giz
COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA
centro mario molina
Arvinger
Ciudad | MTY | MEX | GDL | MER
FOLIO
Hora inicia
ARV-GIZ-V 7.0

DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA
Calle | Núm. | Interior | Manzana
Tipo de Vivienda: Aislada | Dúplx. H. | Adosada | Vertical | Otra

DATOS DE LA UNIDAD/COMPLEJO HABITACIONAL
Nombre: | Calle: | Núm. | Municipio / Del. | CP

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO
Propiedad:
Nombre del propietario | Género H/M | Tel:
Nombre de jefe de familia o quien más aporta | Género H/M | Tel:
Email:
Ocupantes
Nivel de formación académica de que más aporta: Menos de primaria | Secundaria | Licenciatura | Maestría | Primaria | Bachillerato/técnica | Posgrado | Doctorado
Habitantes en la vivienda: Mujeres | Hombres | Niñas | Niños
¿Es casa rentada? SI NO
¿Es casa hipotecada? SI NO
¿Es propia? SI NO
¿Es prestada? SI NO
Nivel de satisfacción con su vivienda (del 1 al 10 qué tan feliz eres viviendo aquí?): 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
En los días cálidos, ¿cómo sientes la temperatura dentro de tu vivienda?: Muy frío | Frío | Confortable | Caluroso | Muy caluroso
En los días fríos ¿cómo sientes la temperatura dentro de tu vivienda?: Muy frío | Frío | Confortable | Caluroso | Muy caluroso
¿Cuál es el medio(s) de transporte al trabajo o escuela?
Miembro 1: A pié | Bici | Auto/taxi | Transp. Público | Tren/metro
Miembro 2: A pié | Bici | Auto/taxi | Transp. Público | Tren/metro
Miembro 3: A pié | Bici | Auto/taxi | Transp. Público | Tren/metro
Miembro 4: A pié | Bici | Auto/taxi | Transp. Público | Tren/metro
Miembro 5: A pié | Bici | Auto/taxi | Transp. Público | Tren/metro
Costo transporte $(pesos): Ida | Regreso
Tiempo del circuito: minutos
¿Ha pensado en obtener un crédito para mejorar tu casa en el futuro? Sí No

CONSUMO ENERGÉTICO
Electricidad: kWh $/bimestre | Cuenta con los recibos: Sí | 1.Enero | 3.marzo | 5.mayo | 7.julio | 9.septiembre | 11.novembr | ¿El costo es? Bajo-Med-Alto (marque con X) B M A
Gas L.P.: Es Gas Natural | Litros Cilindros $/mes | Cuenta con los recibos: Sí | 1.Enero | 3.marzo | 4.abril | 5.mayo | 6.junio | 7.julio | 8.agosto | 9.septiembre | 10.octubre | 11.novembr | 12.diciembre | ¿El costo es? Bajo-Med-Alto B M A | Tamaño de cilindro Kg.
c.Agua: m3 $/mes | Cuenta con los recibos: Sí | 1.Enero | 2.Febrero | 3.marzo | 4.abril | 5.mayo | 6.junio | 7.julio | 8.agosto | 9.septiembre | 10.octubre | 11.novembr | 12.diciembre | ¿El costo es? Bajo-Med-Alto B M A
Notas:
Portada Página 1/1

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA — giz — centro mario molina — Arvinger

FOLIO

ARV-GIZ-V 7.0

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Longitud Oeste (Grad, Min, Seg) | Latitud Norte(Grad, Min, Seg) | Orientación con respecto al Norte (Fachada principal)

Fig. A

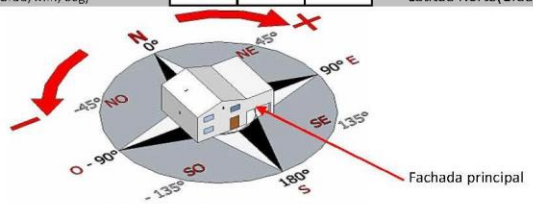
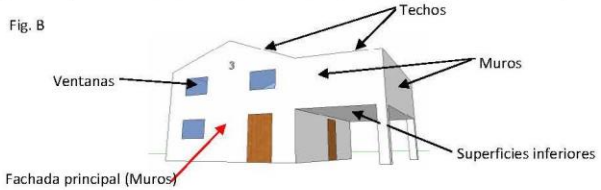


Fig. B



MATERIALES CONSTRUCTIVOS (todas las fachadas)

Muros de la envolvente

a. Exteriores: 1 Aplanado Mortero Cem+Cal+Arena; 2 Aplanado Mortero Cem+Arena; 3 Aparente; 4 Aislante Térmico EPS 1.5"; 5 Aislante Térmico XPS 1"; 6 Aislante Térmico Fibra de Vidrio 2.5"; 7 Pasta Texturizada; 8 Placa de Cemento + Basecoat; 9 Pintura Vinílica-Acrílica; 10 Impermeabilizante Acrílico; 11 Impermeabilizante Asfáltico; 12 Recubrimiento Cerámico; 13 Recubrimiento Cantera/Piedra Natural

b. Interiores: 1 Aplanado Mortero Cem+Cal+Arena; 2 Aplanado Mortero Cem+Arena; 3 Aparente; 4 Aislante Térmico EPS 1.5"; 5 Aislante Térmico XPS 1"; 6 Aislante Térmico Fibra de Vidrio 2.5"; 7 Pasta Texturizada; 8 Placa de Cemento + Basecoat; 9 Pintura Vinílica-Acrílica; 10 Recubrimiento Cantera/Piedra Natural; 11 Aplanado Yeso; 12 Tabla de Yeso; 13 Otros (Especificar)

Orientación de cada muro: N, NE, E, SE, S, SO, O, NO

1 Concreto armado 10cm.
2 Block Hueco 10x20x40
3 Block Hueco 12x20x38
4 Block Hueco Cerámica Sta. Julia 6x12x24
5 Block Hueco ___ x ___ x ___
6 Block Cemento Ligero 6x12x24
7 Block Térmico 15x30x60
8 Sistema TABIMAX 11.5 / DIT/157/10
9 Sistema NOVABLOCK 10 / DIT/157/10
10 Sistema MULTEX 12 / DIT/157/10
11 Tabique Rojo Recocido 7x14x28
12 Tabique Rojo Recocido 6x12x24
13 Tabique Rojo Recoc. ___ x ___ x ___
14

VENTANAS

	Tipo de vidrio	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	Cristal Claro 3mm (Medio Doble)								
2	Cristal Claro 4mm								
3	Cristal Claro 5mm								
4	Cristal Claro 6mm								
5	Cristal Bronce 3mm								
6	Cristal Bronce 6mm								
7	Cristal Filtrasol 3mm Gris								
8	Cristal Filtrasol 6mm Gris								
9	Cristal Tintex 3mm Verde								
10	Cristal Tintex 6mm Verde								
11	Cristal Dble Duovent 6mm+12 Spacer+6mm Claro+Claro								
12									

Fachadas donde se presentan

GEOMETRÍA CORTE DE LA SECCIÓN DE LAS VENTANAS

	Marcos de ventana	Abatible	Corrediza	Proyección	Oscilo-bat.	D	H1	DV	Factores de sombra
1	Marcos de Herreria sin División Térmica								
2	Marcos de Herreria con División Térmica								
3	Marcos Aluminio 1 1/2" (38 mm)								
4	Marcos Aluminio 2" (50 mm)								
5	Marcos de Madera 2" (50mm)								
6	Marcos de Madera 2 1/2" (64mm)								
7	Marco de PVC sin División Térmica								
8	Marco de PVC con División Térmica								
9									

Datos constructivos Página 1 de 3 — Notas al reverso ------->

Borrador

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA

giz

centro mario molina

Arvinger

FOLIO

ARV-GIZ-V 7.0

Referencia de la geometría de las ventanas

Donde V es:

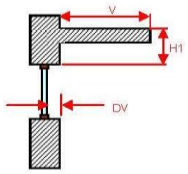
Dist. del paño de la fachada al volado.

H1 es:

Dist. del lecho bajo del cerramiento a la parte superior del volado

DV

Dist. del borde del vano al vidrio



Factores de sombra

Persiana láminas exteriores
Persiana láminas interiores
Persiana enrrollable int.toldo blanco
Persiana enrrollable ext.toldo blanco
Persiana enrrollable int.toldo gris
Persiana enrrollable ext.toldo gris
Cortinas sencillas
Cortinas dobles

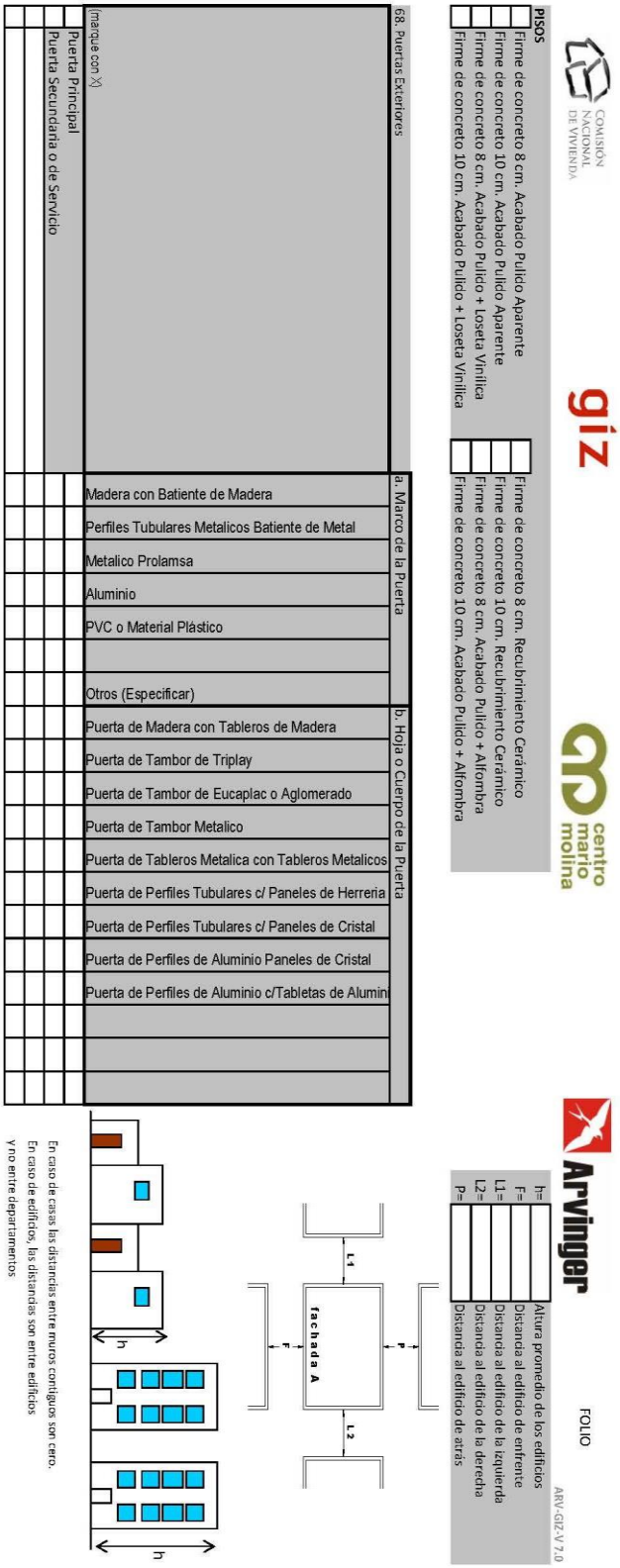
TECHOS	a.Exteriores													b.Interiores												c. Orientación (solo inclinados)							
	Relleno Tezontle o Tepetate	Relleno Poliestireno/Material Plastic	Entortado Mortero Cem. Cal Arena	Entortado Mortero Cemento Arena	Aislante Térmico EPS 1.5"	Aislante Térmico XPS 1"	Aislante Térmico Fibra de Vidrio 2.5	Enladrillado	Recubrimiento Cerámico	Impermeabilizante Asfáltico Ref.	Impermeabilizante Acrílico	Teja de Barro	Otros (Especificar)	Aplanado Mortero Cem+Cal+Arena	Aplanado Mortero Cem+Arena	Aparente	Aislante Térmico EPS 1.5"	Aislante Térmico XPS 1"	Aislante Térmico Fibra de Vidrio 2.5	Pasta Texturizada	Pintura Vinílica-Acrílica	Aplanado Yeso	Tabla de Yeso	Otros (Especificar)	Otros (Especificar)	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Losa de Concreto Armado Espesor 8 cm																																	
Losa de Concreto Armado Espesor 10 cm																																	
Losa de Vigueta y Bovedilla de Concreto Aligerado 15 cm																																	
Losa de Vigueta y Bovedilla de Concreto Aligerado 20 cm																																	
Losa de Vigueta y Bovedilla de Poliestireno 15 cm																																	
Losa de Vigueta y Bovedilla de Poliestireno 20 cm																																	
Losa Panel W 7.6 cm cm																																	
Losa Panel W 10.8 cm cm																																	
Losa de Concreto Nervada con Casetones cm																																	
Losa cm																																	

LOSAS Y SUPERFICIES INTERIORES	a.Exteriores													b.Interiores											
(marque con X)	Relleno Tezontle o Tepetate	Relleno Poliestireno o Material Plástico	Entortado Mortero Cemento Cal Arena	Entortado Mortero Cemento Arena	Aislante Térmico EPS 1.5"	Aislante Térmico XPS 1"	Aislante Térmico Fibra de Vidrio 2.5"	Enladrillado	Recubrimiento Cerámico	Impermeabilizante Asfáltico Reforzado	Impermeabilizante Acrílico	Teja de Barro	Otros (Especificar)	Aplanado Mortero Cem+Cal+Arena	Aplanado Mortero Cem+Arena	Aparente	Aislante Térmico EPS 1.5"	Aislante Térmico XPS 1"	Aislante Térmico Fibra de Vidrio 2.5"	Pasta Texturizada	Pintura Vinílica-Acrílica	Aplanado Yeso	Tabla de Yeso	Acabado Pulido Aparente	Otros (Especificar)
Losa de Concreto Armado Espesor 8 cm																									
Losa de Concreto Armado Espesor 10 cm																									
Losa de Vigueta y Bovedilla de Concreto Aligerado 15 cm																									
Losa de Vigueta y Bovedilla de Concreto Aligerado 20 cm																									
Losa de Vigueta y Bovedilla de Poliestireno 15 cm																									
Losa de Vigueta y Bovedilla de Poliestireno 20 cm																									
Losa Panel W 7.6 cm cm																									
Losa Panel W 10.8 cm cm																									
Losa de Concreto Nervada con Casetones cm																									
Losa cm																									

Datos constructivos Página 2 de 3

Notas al reverso ——>

Borrador



COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA

giz

centro mario molina

Arvinger

FOLIO

ARV-GIZ-V 7.0

PISOS

- Firme de concreto 8 cm. Acabado Pulido Aparente
- Firme de concreto 10 cm. Acabado Pulido Aparente
- Firme de concreto 8 cm. Acabado Pulido + Loseta Vinílica
- Firme de concreto 10 cm. Acabado Pulido + Loseta Vinílica
- Firme de concreto 8 cm. Recubrimiento Cerámico
- Firme de concreto 10 cm. Recubrimiento Cerámico
- Firme de concreto 8 cm. Acabado Pulido + Alfombra
- Firme de concreto 10 cm. Acabado Pulido + Alfombra

h= Altura promedio de los edificios
F= Distancia al edificio de enfrente
L1= Distancia al edificio de la izquierda
L2= Distancia al edificio de la derecha
P= Distancia al edificio de atrás

L1
P
fachada A
F
L2

h
h

En caso de casas las distancias entre muros contiguos son cero.
En caso de edificios, las distancias son entre edificios y no entre departamentos

68. Puertas Exteriores

(marque con X)	a. Marco de la Puerta	b. Hoja o Cuerpo de la Puerta
Puerta Principal	Madera con Batiente de Madera	Puerta de Madera con Tableros de Madera
Puerta Secundaria o de Servicio	Perfiles Tubulares Metalicos Batiente de Metal	Puerta de Tambor de Triplay
	Metalico Prolamsa	Puerta de Tambor de Eucaplac o Aglomerado
	Aluminio	Puerta de Tambor Metalico
	PVC o Material Plástico	Puerta de Tableros Metalica con Tableros Metalicos
		Puerta de Perfiles Tubulares c/ Paneles de Herreria
	Otros (Especificar)	Puerta de Perfiles Tubulares c/ Paneles de Cristal
		Puerta de Perfiles de Aluminio Paneles de Cristal
		Puerta de Perfiles de Aluminio c/Tabletas de Alumin

Datos constructivos Página 3 de 3

Notas al reverso ------>

giz | centro mario molina | Arvinger | Comisión Nacional de Vivienda | FOLIO

ARV-GIZ-V 7.0

COCINA	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Refrigerador											Antigüedad:
Motor extractor											
Licuadora											
Batidora											
Horno eléctrico											
Microondas											
Parrilla(s) eléct.											
Tostador											
Sandwichera											
Exprimidor Eléct.											
Televisión (LCD/LED)											
Televisión CRT											
Estéreo											
Gas/otros combustibles	Cant				Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	
Quemadores (Estufa+Horno)			N/A								
Agua	Cant		seg/lt.		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	
Grifos de fregadero											

SALA Y COMEDOR	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Vitrina iluminada ( )											
TV (pantalla plana, LCD o LED)											
Televisión CRT											
Equipo de sonido											
Reproductor DVD											
Reproductor VHS											
Consola de canales de TV											
Pecera											
Fuente decorativa											
CPU ( )											
Monitor ( )											
Impresora / multifuncional											
Scanner											
Laptop											
Modem / Router											
Videojuegos ( )											
Equipo aire acondicionado											Tipo:

RECAMARA 1	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
T.V. ( )											
Reproductor DVD/Blue Ray											
Reproductor VHS											
Consola de canales de TV											
Plancha											
Secadora de cabello											
Alaciadora											
Radio Reloj despertador											
CPU ( )											
Monitor ( )											
Impresora / multifuncional											
Scanner											
Laptop											
Equipo aire acondicionado											Tipo:

Inventario energético - Página 1 de 3

giz | centro mario molina | Arvinger | Comisión Nacional de Vivienda | FOLIO

ARV-GIZ-V 7.0

RECAMARA 2

	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
T.V. ( )											
Reproductor DVD											
Reproductor VHS											
Consola de canales de TV											
Plancha											
Secadora de cabello											
Alaciadora											
Radio Reloj despertador											
CPU ( )											
Monitor ( )											
Impresora / multifuncional											
Scanner											
Laptop											
Equipo aire acondicionado											Tipo:

BANO 1 si( ) no( )

	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Rasuradora eléctrica											
Cepillo eléctrico											
Extractor de aire											
Jacuzzi (bomba)											
Calentador de regadera											
Agua	Cant	seg/lt.	Fugas		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	
Grifo Lavabo											
Grifo Regadera											
Grifo Tina/Jacuzzi											
Caja del WC (litros)											

RECAMARA 3

	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
T.V. ( )											
Reproductor DVD											
Reproductor VHS											
Consola de canales de TV											
Plancha											
Secadora de cabello											
Alaciadora											
Radio Reloj despertador											
CPU ( )											
Monitor ( )											
Impresora / multifuncional											
Scanner											
Laptop											
Equipo aire acondicionado											Tipo:

BANO 2 si( ) no( )

	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Rasuradora eléctrica											
Cepillo eléctrico											
Extractor de aire											
Jacuzzi (bomba)											
Equipo aire acondicionado											Tipo:
Calentador eléctrico de regadera											

Inventario energético - Página 2 de 3

giz centro mario molina Arvinger Comisión Nacional de Vivienda FOLIO

ARV-GIZ-V 7.0

Agua	Cant	seg/lt.	Fugas	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	
Grifo Lavabo										
Grifo Regadera										
Grifo Tina/Jacuzzi										
Caja del WC (litros)										

ZOTEHUELA/PATIO DE SERVICIO	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lámpara Tipo ( )											
Lavadora (kg)(lts)											Model:
Secadora (kg)											Model:
Calentador Agua Eléctrico(lts)											Tipo: ( ) Rec. Rápida ( ) Inst.

Gas/otros combustibles	Cant	Cap. Lts	Autom	Paso	piloto	Años	Auto	Manual	
Calentador Agua									Tipo: ( ) Rec. Rápida ( ) Inst. ( )tanque

EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO ADICIONAL	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Minisplit											Antigüedad:
VAC de ventana											Antigüedad:
Calentador eléctrico											Antigüedad:
Humidificador - deshum.											Antigüedad:
Calentador eléctrico											Antigüedad:
Ventilador 0											
Ventilador 1											
Ventilador 2											

EQUIPO ADICIONAL	Watts			NoC	Lun a Vie		Sábado		Domingo		
	Cant.	Uso	Stby		Hrs	Mins	Hrs	Mins	Hrs	Mins	Notas
Aspiradora											
Pulidora											
Compresor de aire											
Bomba de agua											
IFV											
hidroneumático											

Existen medidores de:	Agua		Luz		Gas	

Sistema Fotovoltáico	
Potencia Nominal STC	
Rango de rendimiento	
Orientación respecto al N	
Angulo respecto a hor.	
Factor de reducc. X sombra	

Inventario energético - Página 3 de 3

4.3 Anexo 3. Ficha tipo de vivienda

Estudio de campo para analizar casos de referencia del parque de vivienda existente en México

Fecha	Ciudad	Unidad / Complejo haitacional	Clave	Folio
01/10/2013	México D.F. y área metropolita	buena suerte	D01	1439

Región Climática	Construido:	Ocupantes	Area m2	Tipo
Semi-frío	1997-2009	4	47	Vertical

Fachada:

Satelite:

Latitud Norte			Longitud Oeste			Orientación Norte
19	18	33	99	3	10	41

DATOS GENERALES

Calle Buena suerte 228

Num B Interior 107 Manzana

SOCIO-ECONOMICO

Nombre del propietario	Género	Teléfono	Email
Maria Diaz	Mujer	58405543	

Nombre del jefe de familia	Género	Teléfono	Email
Maria Diaz	Mujer	58405545	

Nivel de estudios del que más aporta: Bacchillerato/Técnica

Mujeres	Hombres	Niñas	Niños
1	1	0	2

Medio de transporte	Costo de ida	Costo regreso	Tiempo del circuito	
Tren/Metro	$3.00	$3.00	90	min
Transp. Público	$50.00	$50.00	90	min
Tren/Metro	$5.00	$5.00	40	min
	$0.00	$0.00	0	min
	$0.00	$0.00	0	min

Rentada	☐
Hipotecada	☐
Es propia	☑
Es prestada	☐
Desea un crédito para mejorar la casa	☐

CONFORT

Nivel de satisfaccion con la vivienda (1 al 10): 10

Temperatura en dias cálidos: Confortable

Temperatura en dias frios: Frio

CONSUMO FACTURADO

☑ Medidor de CFE ☐ Medidor de gas ☑ Medidor de agua

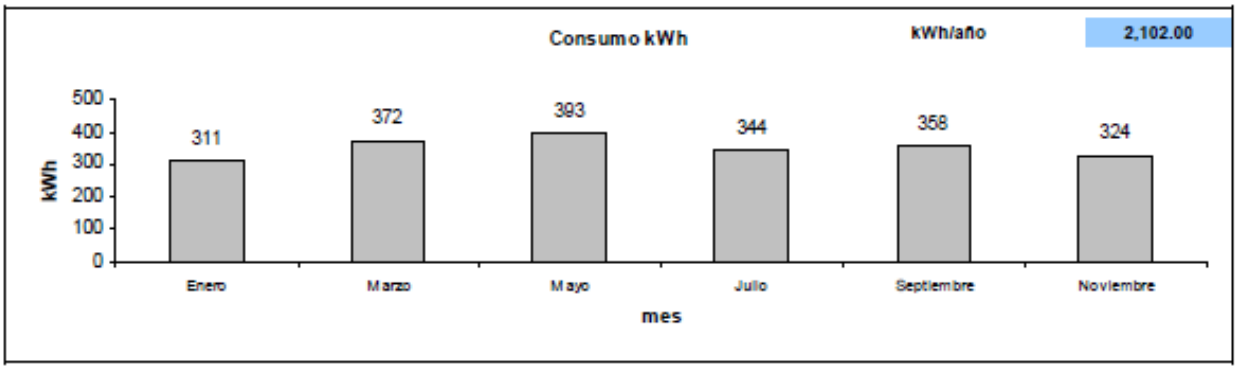
kWh /año: 3,169.00 — Lts de gas natural/año: 0 — kg de gas LP/año: 364.14 — m^3 agua/año: 72

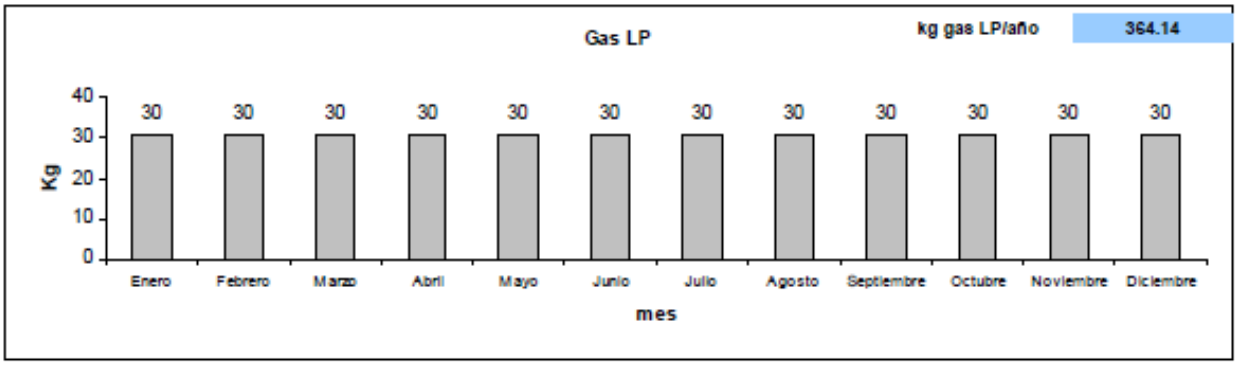
Costo anual: $3,169.00 — Costo anual: $2,640.00 — Costo anual: $600.00

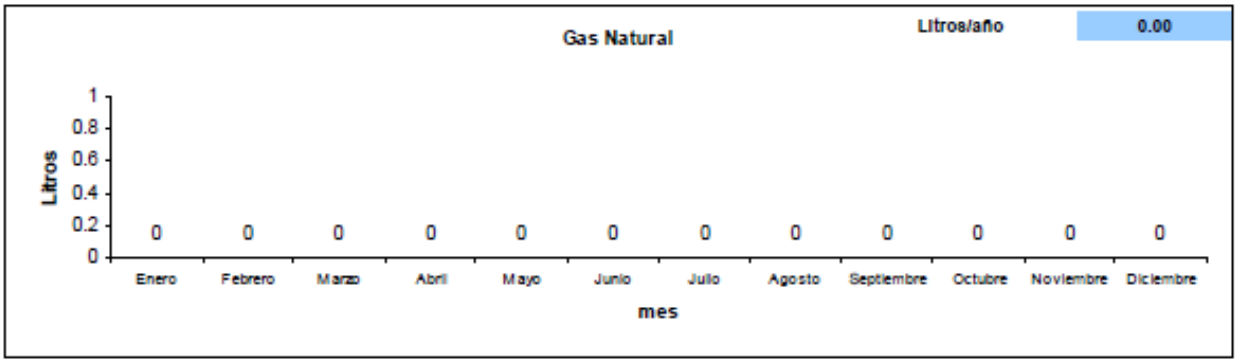
TARIFAS DE LA ZONA

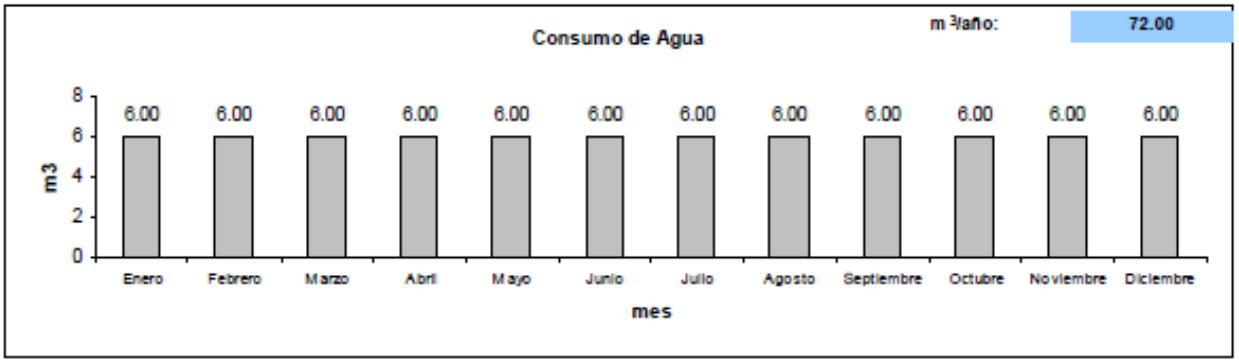
$/kWh: $1.06 — $/kg de gas LP: $12.00 — $/$m^3$ gasnatural: $75.00 — $/$m^3$ agua: $8.00

Página 1 de 6 1439









Página 2 de 6 1439

Equipo que consume energía eléctrica:

Cómputo

Equipo	*Watts*	*Stby*	*Lun-Vie*	*Sabado*	*Domingo*	*Hrs/mes*	*kWh/mes*	*kWh/año*
Modem/router	25	5	120.00	24.00	24.00	672.00	16.80	201.60
Impresora Inyección B/N	300	3	2.00	0.00	0.00	8.00	2.40	28.80
CPU/CRT	350	7	20.00	4.00	4.00	112.00	39.20	470.40
Cargador de celular	6	0	15.00	3.00	3.00	84.00	0.50	6.05
						Subtotal	58.90	706.85

Electrodomésticos

Equipo	*Watts*	*Stby*	*Lun-Vie*	*Sabado*	*Domingo*	*Hrs/mes*	*kWh/mes*	*kWh/año*
Sonido	180	3	10.00	2.00	2.00	56.00	10.08	120.96
Licuadora	450	0	0.42	0.08	0.08	2.33	1.05	12.60
Horno de microondas	1000	3	0.02	0.00	0.00	0.07	0.07	0.80
Tv LCD/LED	180	3	40.00	8.00	8.00	224.00	40.32	483.84
DVD/Blue Ray	7	0.5	0.50	0.00	0.00	2.00	0.01	0.17
Consola de canales cable/sa	25	6	120.00	24.00	24.00	672.00	16.80	201.60
Telefono Inalambrico	8	0	120.00	24.00	24.00	672.00	5.38	64.51
alaciadora	1000	0	0.42	0.08	0.08	2.33	2.33	28.00
Lavadora	500	2	4.00	0.00	0.00	16.00	8.00	96.00
Tv CRT	60	5	40.00	8.00	8.00	224.00	13.44	161.28
Consola de canales cable/sa	25	6	120.00	24.00	24.00	672.00	16.80	201.60
Videojuegos	100	4	10.00	2.00	0.00	48.00	4.80	57.60
Sonido	150	3	2.50	0.50	0.50	14.00	2.10	25.20
Plancha	840	0	2.50	0.00	0.00	10.00	8.40	100.80
						Subtotal	129.58	1,554.96

Iluminación

Equipo	*Watts*	*Stby*	*Lun-Vie*	*Sabado*	*Domingo*	*Hrs/mes*	*kWh/mes*	*kWh/año*
LFC 23W	24	0	25.00	5.00	5.00	140.00	3.36	40.32
Inc 60W	60	0	50.00	10.00	10.00	280.00	16.80	201.60
Inc 60W	60	0	5.00	1.00	1.00	28.00	1.68	20.16
Inc 60W	60	0	10.00	2.00	2.00	56.00	3.36	40.32
Inc 60W	60	0	0.50	0.00	0.00	2.00	0.12	1.44
Inc 60W	60	0	60.00	12.00	12.00	336.00	20.16	241.92
Inc 60W	60	0	2.50	0.50	0.50	14.00	0.84	10.08
Inc 60W	60	0	1.50	0.00	0.00	6.00	0.36	4.32
						Subtotal	46.68	560.16

Refrigeración

Equipo	*Watts*	*Stby*	*Lun-Vie*	*Sabado*	*Domingo*	*Hrs/mes*	*kWh/mes*	*kWh/año*
Refrigerador	35	12	120.00	24.00	24.00	672.00	23.52	282.24
						Subtotal	23.52	282.24
						Total	**258.68**	**3,104.21**

Página 3 de 6 1439

Equipo que consume gas (Estufa)

Equipo	kg/hr	Cant en Uso	Habitantes	UsoHrs al mes	kg/mes Gas LP	m3/mes Gas Nat
Quemadores (Estufa + Horno)	0.08	1.50	4	30.47	3.66	0.00

Calentador de Agua

Calentador de agua	Capacidad lts	Mando	Horas al dia	Horas al mes	kg/hr GasLP	kg/mes GasLP	m3/mes Gas Nat
Calentador (Tanque)	38	Automatico	0.256	7.78764	1.4	10.90	0.00

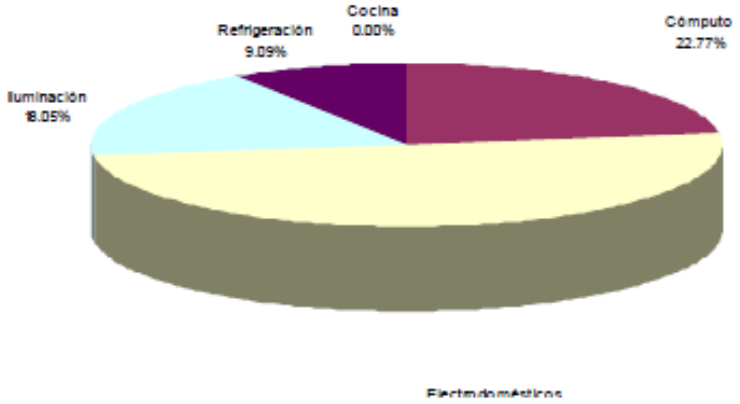
Equipo que consume agua

Dispositivo	Lts/min media	Min/Evento	Eventos x ocupante	Ocupantes		Lts/dia	m3/mes	%
Fregadero	8.00	10.00	0.30	4		96.00	2.93	28.61%
WC caja	7.00	1.00	3.00	4		84.00	2.56	25.03%
Regadera	8.00	7.00	0.65	4		145.60	4.44	43.38%
Lavabo	5.00	1.00	0.50	4		10.00	0.31	2.98%
					Totales	335.60	10.24	100.00%

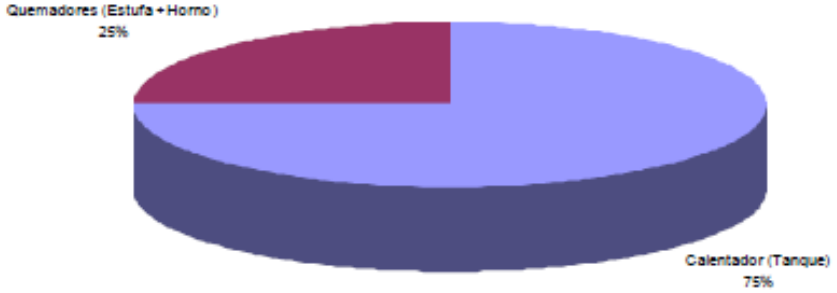
Página 4 de 6 1439

Graficos de la distribución de consumo

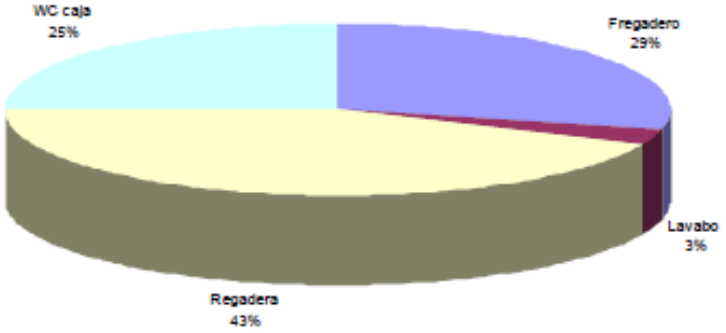
Consumo de energía eléctrica



Consumo de gas (LP o natural)

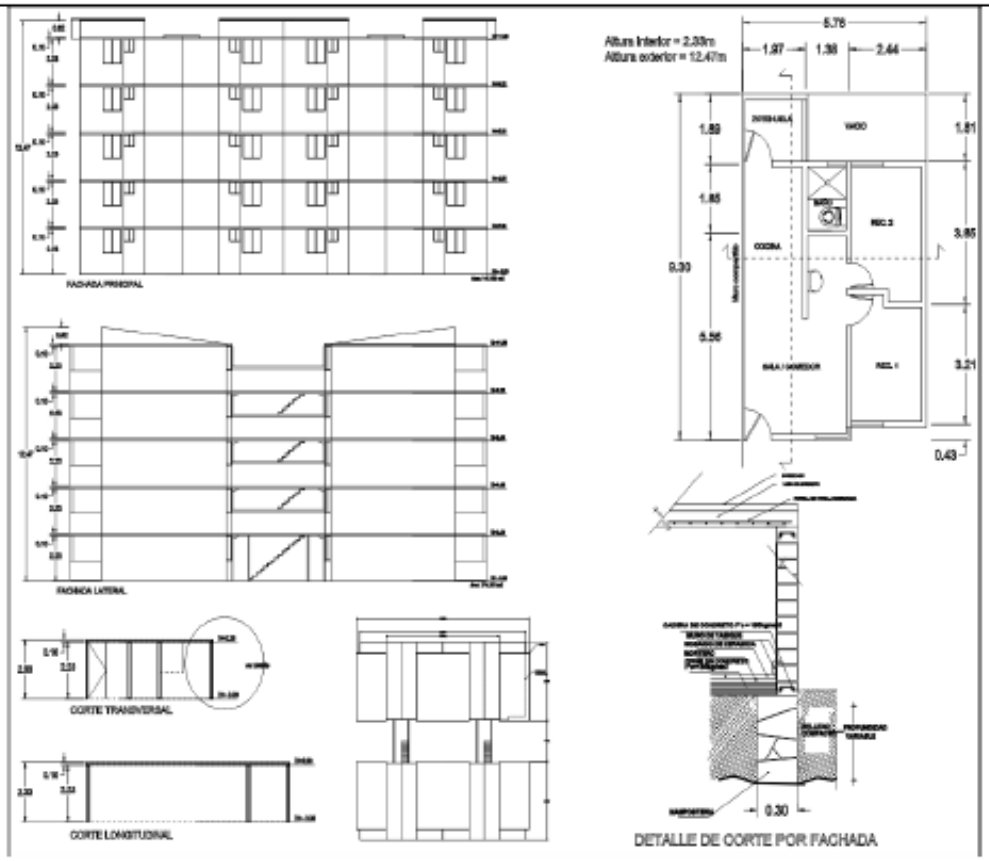


Consumo de agua



Página 5 de 6 1439

Plano



Nota: El detalle del corte por fachada es ilustrativo y solamente representa el orden de los materiales

Muros

Muros de la envolvente	Exterior de los muros	Acabado Exterior	Interiores en los muros	Acabado en interiores	Orientación
Concreto armado 10cm.	Aplanado Mortero Cem+Arena	Pintura Vinilica-Acrilica	Aplanado Yeso	Pintura Vinilica-Acrilica	NE
Concreto armado 10cm.	Aplanado Mortero Cem+Arena	Pintura Vinilica-Acrilica	Aplanado Yeso	Pintura Vinilica-Acrilica	SE
Concreto armado 10cm.	Aplanado Mortero Cem+Arena	Pintura Vinilica-Acrilica	Aplanado Yeso	Pintura Vinilica-Acrilica	SO
Concreto armado 10cm.	Aplanado Mortero Cem+Arena	Pintura Vinilica-Acrilica	Aplanado Yeso	Pintura Vinilica-Acrilica	NO

Vidrios

Vidrio	Marco de	Tipo	Sombra por	Orientación
Cristal Claro 3mm (Medio Doble)	Aluminio 1 1/2" (38 mm)	Corredize	cortines sencillas	NO
Cristal Claro 3mm (Medio Doble)	Aluminio 1 1/2" (38 mm)	Corredize	cortines sencillas	SE

Techos

Losa	Exterior	Acabado Exterior	Interior	Acabado Interior	Orientacio
Losa de concreto armado espesor 10mm			Aplanado yeso	Pintura vinilica-acrilica	

Pisos de: Firme de concreto 10cm. Recubrimiento cerámico

Losas Interiores - Superficiesinteriore

Puertas

CuerpoPuerta	MarcoPuerta	
Tambor de eucapiac o aglomerado	Perfiles tubulares metálicos batiente de metal	2.25m x 0.90m

Página 6 de 6 1439

4.4 Anexo 3. Memoria de cálculo

Cálculo del consumo de agua

Consumo mensual Agua (metros cúbicos) = *0.03047 (Q evento N t Ep np)*

Donde:

Q evento	Consumo del dispositivo al día por ocupante a flujo máximo (lts/min)
N	Número promedio de eventos al día (eventos)
t	Tiempo medio del evento (mins/evento)
Ep	Factor de uso por evento por persona (%)
np	Número de usuarios

El factor 0.03047 resulta de promediar los 30.47 días del mes al año entre los 1000 litros que tiene un metro cúbico.

Ejemplo de cálculo

Se tomaron los tiempos promedio del gasto de los dispositivos que consumen agua, dando como resultados:

Fregadero:	8 lts / min
Lavabo:	5 lts/min
Lavadero:	6 lts / min
WC:	7 lts / evento
Regadera:	8 lts / min

El promedio de minutos por evento, resultó en:

Fregadero (Lavada de trastes):	10 min
Lavabo (Lavado de manos):	1 min
Lavadero (Lavado de ropa):	48 seg (0.8 min)
WC: (descarga):	1 min
Regadera:	7 min

Factor Evento por ocupante:

En el caso de cada evento hay que considerar que no todo el tiempo el dispositivo consume agua. Por ejemplo, una persona que se lava las manos abre la llave solo una fracción de tiempo para mojárselas, la cierra y se enjabona, posteriormente la vuelve a abrir para enjuagarse el

jabón. Otro ejemplo similar aplica para el fregadero en un evento de lavar los trastes o cuando una persona se baña.

Fregadero: 30% del evento se abre la llave. = 0.30

Lavadero: 10% del tiempo de lavado, enjabonado y enjuagado de manos o boca se abre la llave. = 0.10

WC: 100% del evento se consume el agua del tanque del WC (se suponen 3 descargas por persona al día en una vivienda) = 3.00

Regadera: 65% = 0.65

Ejemplo de cálculo

El consumo de agua para una vivienda con 3 ocupantes se puede estimar con las relaciones de arriba de la siguiente manera:

Fregadero: 0.03047 (8 lts/min) (10 min) (0.30) (3) = 2.19 m3 al mes

Lavabo: 0.0304047 (5 lts/min) (1 min) (0.50) (3) = 0.228 m3 al mes

Lavadero: 0.0304047 (6 lts/min) (8 min) (0.10) (3) = 0.438 m3 al mes

WC: 0.0304047 (7 lts/min) (1 min) (3) (3) = 1.919 m3 al mes

Total: **4.775** metros cúbicos al mes

Nota: El uso de la lavadora no se incluyó ya que varía drásticamente de modelo a modelo y por la antigüedad. Se levantaron datos de etiqueta para el consumo eléctrico, sin embargo ninguna etiqueta indica el consumo de agua por ciclo completo de lavado. Sin embargo se puede suponer que el consumo de agua en general se aproxima al consumo del lavadero.

Cálculo consumo de gas

El estimado de consumo para gas se realizó suponiendo que se consume gas LP, donde el consumo promedio de un quemador de estufa es de 0.08 kg/hr.

Consumo total de gas = Qestufa + Qcalentador

Qestufa = Qq t nq

Donde:

Qq Consumo medio por quemador (kg/hr)

t Tiempo de uso por período (hrs)

nq Número de quemadores utilizados en promedio por evento

Consumo mensual del Calentador.

Qcalentador = Qq t

Donde:

Qq Consumo medio del calentador (kg/hr)

t Tiempo de uso total por mes (hrs)

Ejemplo de cálculo

Estufa:

De los datos del fabricante:

Qq = 0.08 kg/hr por quemador

Datos del usuario:

t= 1 hora al día por quemador = 30.47 horas promedio al mes.

nq = 2 quemadores por día promedio.

Qestufa **=** (0.08 kg/hrs) (30.48 hrs) (2) = ***4.8752 kg gas LP/mes***

Calentador (Boiler):

Qq = 1.40 kg/hr

Datos del usuario (tiempo de regadera abierta efectivamente):

t = 4:12 mins (hombre) + 5:15 mins (mujer) + 2:56 mins (niño) + 4:12 (niña) = 15:15 mins/día, en decimal 15.25 equivale a 0.2541666 horas/día = (0.2541666 hrs/día) (30.47día) equivale aprox: 7.74 hrs/mes

Qcalentador = (1.40 kg/hr) (7.74 hrs) = ***10.84 kg Gas LP/mes***

Consumo total de gas = 4.8752 kg gas LP/mes + 10.84 kg gas LP/mes ***= 15.7 kg gas LP / mes***

Nota: Este modelo no considera usos y costumbres diversos del usuario y está basado en tiempos promedio por entrevista a los usuarios y algunos muestreos cronometrados. Se consideran los tiempos por ocupante en función de género y los tiempos de niños o niñas pueden considerarse iguales inclusive si se bañan acompañados de alguno de sus padres o de modo independiente.

Conversión de gas LP a gas natural

Partiendo de la equivalencia de ambos en poder calórico se tiene (kcal):

1kg de gas LP = 11,823.86 kcal

1m3 gas natural = 8,967.6 kcal

1.32m3 gas natural = 11,823.86 kcal

1kg gas LP = 1.318 m3 gas natural [4]

Factores de conversión de importe en pesos a kg de gas LP

Ejemplo de cálculo

Importe declarado ($) / $/kg (según región)

Región: Guadalajara ($12.60 / kg)

$480 / 12.60 $/kg = 38.09 kg

[4] En el caso de la estimación de consumo de gas natural, se utilizó el cálculo basado en gas LP y se realizó la conversión. Sin embargo al comparar los resultados utilizando la relación de conversión por poder calórico, ésta queda por debajo del promedio facturado en situaciones similares por 2 o 3 veces menos.

Tabla 20 Precio actual de gas LP usados en el estudio (noviembre 2013)

Región	Estado	IVA	Municipio	Cabecera municipal	$/kg	$/lt
3	Baja California	11 %	Mexicali	Mexicali	$ 11.96	$ 6.46
10	Baja California Sur	11 %	La Paz	La Paz	$ 13.67	$ 7.38
14	Sonora	16 %	Hermosillo	Hermosillo	$ 13.28	$ 7.17
18	Sinaloa	16 %	Culiacán	Culiacán Rosales	$ 13.42	$ 7.25
25	Chihuahua	16 %	Chihuahua	Chihuahua	$ 12.98	$ 7.01
34	Coahuila	16 %	Saltillo	Saltillo	$ 12.96	$ 7.00
43	Tamaulipas	16 %	Victoria	Ciudad Victoria	$ 12.65	$ 6.83
46	Nuevo León	11 %	Monterrey	Monterrey	$ 12.05	$ 6.51
46	Nuevo León	16 %	Monterrey	Monterrey	$ 12.59	$ 6.80
51	Durango	16 %	Durango	Victoria de Durango	$ 13.51	$ 7.30
57	Zacatecas	16 %	Zacatecas	Zacatecas	$ 13.06	$ 7.05
59	San Luis Potosí	16 %	San Luis Potosí	San Luis Potosí	$ 13.11	$ 7.08
63	Aguascalientes	16 %	Aguascalientes	Aguascalientes	$ 13.15	$ 7.10
67	Guanajuato	16 %	Guanajuato	Guanajuato	$ 12.75	$ 6.89
78	Querétaro	16 %	Querétaro	Santiago de Querétaro	$ 12.74	$ 6.88
84	Jalisco	16 %	Guadalajara	Guadalajara	$ 12.60	$ 6.80
88	Colima	16 %	Colima	Colima	$ 12.84	$ 6.93
91	Nayarit	16 %	Tepic	Tepic	$ 13.04	$ 7.04
92	Distrito Federal (Contempla las 16 delegaciones	16 %	(Contempla las 16 delegaciones	(Contempla las 16 delegaciones	$ 12.69	$ 6.85

	políticas)		políticas)	políticas)		
93	Estado de México	16 %	Toluca	Toluca de Lerdo	$ 12.75	$ 6.89
99	Hidalgo	16 %	Pachuca de Soto	Pachuca de Soto	$ 12.69	$ 6.85
102	Veracruz	16 %	Xalapa	Xalapa-Enríquez	$ 12.82	$ 6.92
105	Puebla	16 %	Puebla	Heroica Puebla de Zaragoza	$ 12.62	$ 6.81
108	Tlaxcala	16 %	Tlaxcala	Tlaxcala de Xicoténcatl	$ 12.72	$ 6.87
116	Morelos	16 %	Cuernavaca	Cuernavaca	$ 12.78	$ 6.90
120	Guerrero	16 %	Chilpancingo de los Bravo	Chilpancingo de los Bravo	$ 13.03	$ 7.04
125	Tabasco	16 %	Centro	Villahermosa	$ 12.58	$ 6.79
126	Chiapas	11 %	Tuxtla Gutiérrez	Tuxtla Gutiérrez	$ 12.41	$ 6.70
126	Chiapas	16 %	Tuxtla Gutiérrez	Tuxtla Gutiérrez	$ 12.97	$ 7.00
129	Campeche	16 %	Campeche	Campeche	$ 13.05	$ 7.05
134	Oaxaca	16 %	Oaxaca de Juárez	Oaxaca de Juárez	$ 12.96	$ 7.00
139	Quintana Roo	11 %	Othón P. Blanco	Chetumal	$ 12.60	$ 6.80
140	Yucatán	16 %	Mérida	Mérida	$ 13.27	$ 7.17

Fuente: Amexgas (http://www.amexgas.com.mx/precioglp.php)

Bibliografía

- INEGI. Censos y conteos de población y vivienda, 2012.
- SENER. Balance Nacional de Energía 2010. Secretaría de Energía, México D.F., 2011.
- CMM. Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México. Technical report, Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, México, DF, 2012.
- CONOREVI. Situación de la vivienda en México. Síntesis de problemática y propuestas. México, 2011.
- BBVA Research. Situación Inmobiliaria en México. Análisis Económico. México 2013.
- Softec, Consultoría en Proyectos Inmobiliarios, Reporte, 2013.
- ENTE, Establecimiento de Zonas Bioclimáticas en función de las zonas térmicas (grados día), de los municipios registrados en el RUV. México 2011.
- Cruz, Rosalba. Hirata, Evangelina. Estudio de Mercado de la Vivienda Existente en México. GIZ México 2012.
- R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org/

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn/ Alemania
Telefon: +49 228 44 60-0
Fax: +49 228 4460-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/ Alemania
Telefon: +49 6196 79-0
Fax: +49 6196 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. Del Valle
C.P. 03100, México D.F.
T +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico