

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



Propuesta de guía metodológica para la
caracterización del perfil de consumo de electricidad
en el sector residencial de Guatemala.

Trabajo de Graduación presentado por
Sergio Conrado Quemé Pac,
para optar al grado académico de
Master en Ciencias

Guatemala
2007

Propuesta de guía metodológica para la
caracterización del perfil de consumo de electricidad
en el sector residencial de Guatemala.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

Propuesta de guía metodológica para la
caracterización del perfil de consumo de electricidad
en el sector residencial de Guatemala.

Trabajo de Graduación presentado por
Sergio Conrado Quemé Pac,
para optar al grado académico de
Master en Ciencias

Guatemala
2007

ÍNDICE

Lista de cuadros.....	vii
Lista de figuras.....	ix
Resumen.....	x
I. Introducción.....	01
II. Problema.....	03
III. Antecedentes.....	04
A. El balance de energía en Guatemala y consumo de electricidad.....	04
B. Usos de la electricidad en el sector residencial.....	09
C. Caracterización de la población de Guatemala y su vivienda.....	11
D. Caracterización de los electrodomésticos principales.....	17
E. El muestreo estadístico.....	23
IV. Objetivos.....	39
V. Justificación.....	40
VI. Metodología.....	41
VII. Encuesta de consumo de electricidad.....	43
A. Formulación y validación de la herramienta de medición.....	43
B. Mecanismo de operacionalización de la herramienta de medición	51
C. Integración de la muestra voluntaria.....	53
D. Presentación de los resultados de la muestra voluntaria.....	53
VIII. Análisis de resultados	75
IX. Conclusiones y recomendaciones.....	77
X. Bibliografía.....	81
XI. Apéndices.....	84

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Capacidad instalada de generación de electricidad en Guatemala por tipo de central (MW) año 2005.....	05
Cuadro 2	Eficiencia en la transformación del energético utilizado para generación de electricidad.....	07
Cuadro 3	Población según área urbana y rural según censo de 2002.....	11
Cuadro 4	Distribución de viviendas por sector urbano y rural en Guatemala.....	12
Cuadro 5	Características generales de las viviendas en Guatemala.....	13
Cuadro 6	Estructura del gasto familiar.....	14
Cuadro 7	Electrodomésticos de que disponen los hogares pobres en Guatemala.....	16
Cuadro 8	Electrodomésticos de que disponen los hogares no pobres en Guatemala	16
Cuadro 9	Modelo de refrigerador con congelador en la parte superior con deshielo automático	18
Cuadro 10	Consumo de electricidad para calentar agua de la lavadora.....	18
Cuadro 11	Ventajas y desventajas de las encuestas administradas y autoadministradas	26
Cuadro 12	Los métodos de muestreo	32
Cuadro 13	Valores de potencia o consumo de electrodomésticos utilizados para el análisis del cuestionario	54
Cuadro 14	Número de habitaciones por vivienda en la muestra	55
Cuadro 15	Área habitada por vivienda en la muestra	56
Cuadro 16	Número de duchas por hogar encuestado	57
Cuadro 17	Consumo mensual de electricidad por uso del calentador de ducha en la muestra	59
Cuadro 18	Consumo anual en kWh de los refrigeradores en la muestra	63
Cuadro 19	Frecuencia de preparación de alimentos en la muestra	65

Cuadro 20	Porcentaje de hogares en la muestra que poseen distintos tipos de electrodomésticos	70
Cuadro 21	Relación kWh <i>per cápita</i> , espacio habitado y metros cuadrados de vivienda en la muestra	72
Cuadro 22	Distribución porcentual de la energía eléctrica consumida en los hogares de la muestra voluntaria en relación a los diversos usos	73
Cuadro 23	Consumo de electricidad en los electrodomésticos de los hogares en la muestra voluntaria	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Sistema Nacional Interconectado de Guatemala producción 2005...	05
Figura 2	Generación de electricidad en Guatemala por tipo de energético utilizado, año 2005.....	06
Figura 3	Generación de energía eléctrica en Guatemala por tipo de recurso utilizado, período 2001-2005	07
Figura 4	Gasto doméstico en servicios básicos.....	14
Figura 5	Calentador eléctrico de agua de demanda.....	20
Figura 6	Calentador de agua eléctrico de depósito (terma).....	21
Figura 7	Los principales tipos de encuesta.....	25
Figura 8	Proceso de muestreo	31
Figura 9	Distribución de la muestra por tipo de viviendas	55
Figura 10	Calentadores eléctricos utilizados por los encuestados	57
Figura 11	Tipo de refrigeradores utilizados por los encuestados según cantidad de puertas.....	62
Figura 12	Distribución de los refrigeradores en la muestra según capacidad	63
Figura 13	Combustible utilizado para cocinar en la muestra.....	64
Figura 14	Uso del microondas durante el día en la muestra.....	65
Figura 15	Frecuencia de uso de las lámparas en los hogares encuestados	68
Figura 16	Cantidad de otros electrodomésticos en los hogares de la muestra.....	71

RESUMEN

Este trabajo de graduación tiene como propósito la elaboración de una propuesta de guía metodológica para la caracterización del perfil de consumo de electricidad en el sector residencial de Guatemala. Contempla la construcción de una herramienta de medición, su correspondiente validación y el diseño de un plan de operacionalización de esta herramienta.

Se determinó que la información necesaria para realizar la caracterización de este sector de consumo, es de tipo secundario ya que no existe información documental sobre este aspecto en el país; al menos no de carácter público. En este sentido se consideró que una encuesta es la herramienta que mejor se adapta para recabar este tipo de información, toda vez que la misma tiene que venir directamente dada por los consumidores.

Asimismo se estableció que una entrevista estructurada y administrada, es decir con el uso de un cuestionario y un entrevistador, es la mejor modalidad de encuesta puesto que se debe manejar un número limitado de preguntas que proporcionen la mayor información posible. Las preguntas a utilizarse en el cuestionario fueron cerradas, de tipo dicotómico o en abanico con una sola elección; esto facilitó al entrevistado la elección de las respuestas.

Se determinó que el tipo de muestreo a utilizarse es el probabilístico por zonas o conglomerados, ya que la cantidad de usuarios del servicio de energía eléctrica en Guatemala es muy grande, por lo que serían necesarios muchos recursos para hacer un censo de acuerdo a las características de la población del país y de la variable principal a investigar como lo es el consumo de electricidad.

Se estableció que la herramienta de medición elaborada en este trabajo denominada "Encuesta sobre el consumo de energía eléctrica en el hogar" es válida,

puesto que se hicieron dos pretest de validación y se recogieron y aplicaron las observaciones del panel de evaluadores voluntarios.

Se pudo establecer asimismo que esta herramienta tiene un alto grado de confiabilidad puesto que prácticamente proporcionó una medición apropiada del consumo de 71 hogares voluntarios. La medición fue muy similar al consumo verdadero de estos participantes proporcionados por la lectura de sus respectivas facturas de servicio eléctrico donde aparecen tres meses de historial de consumo.

En la muestra voluntaria se encontró que el promedio de gasto de energía eléctrica de manera mensual fue de 351 kWh/m. Los principales consumos son los que corresponden a calentamiento de agua 22% del total; conservación de alimentos 24%, iluminación 20%, entretenimiento 14% y cocción de alimentos 13%.

El electrodoméstico de mayor consumo en la muestra resultó ser el calentador eléctrico de depósito (300 kWh/m) seguido de la estufa eléctrica (105.6 kWh/m) y de la refrigeradora (73.4 kWh/m). La secadora de ropa también tiene un consumo alto (52 kWh/m) lo mismo que las lámparas incandescentes (48.8 kWh/m) y la ducha eléctrica (40.5 kWh/m).

Se pudo establecer además que el 93% de los hogares usan calentadores eléctricos de agua; de ellos el 62% lo hacen con duchas eléctricas. En promedio los hogares toman 4.1 duchas al día y dado que el promedio de habitantes por hogar es de 4.7; se puede decir que el promedio de duchas diarias por persona es de una.

El 91% de los encuestados tienen una lavadora de ropa y el 31% una secadora; en promedio se lavan 4.7 cargas de ropa semanal y se secan 2.7 cargas de ropa semanal, lo que indica que las personas no secan totalmente su ropa con secadora eléctrica.

Finalmente en la prueba del cuestionario, practicada con 71 hogares voluntarios, se ha podido establecer importantes relaciones entre energía eléctrica consumida por residente o energía eléctrica por espacio habitado entre otros. La distribución del consumo entre los distintos usos como el calentamiento de agua, conservación de alimentos, cocción de alimentos e iluminación es otra de las resultantes relevantes de la herramienta en mención.

I. INTRODUCCIÓN

En las sociedades modernas la energía en todas sus manifestaciones cumple un importante papel ya que permite la realización de muchas actividades domésticas y el funcionamiento de todos los denominados sectores productivos. Sin embargo, su uso tiene impactos en el medio ambiente tal el caso de la energía eléctrica en la cual se utilizan combustibles fósiles o energías renovables para su generación. Aunque las energías renovables provocan menos impactos al ambiente.

A nivel mundial el elevado crecimiento de la economía en los últimos años se ha traducido en una extraordinaria expansión del consumo de energía; en efecto de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA) el consumo mundial de energía pasará de 6,000 a 10,000 millones de toneladas equivalentes de petróleo anuales de consumo entre el año 2000 y el año 2025 (IEA, 2001).

El Ministerio de Energía y Minas, reporta que entre 1990 y 2004, la cobertura en el servicio de energía eléctrica creció de un 54 a un 84% a nivel nacional (MEM, 2005). De mantenerse la dinámica observada durante los últimos 15 años, se necesitará aumentar la oferta de energía eléctrica en un 7.5% anual; lo que deberá realizarse teniendo en consideración la protección del medio ambiente y de los recursos naturales nacionales (MEM, 2007).

En este contexto, por ejemplo el Uso Eficiente de la Energía (UEE) constituye una de las más importantes opciones tecnológicas para enfrentar los problemas señalados. Esto no es nuevo; a principios de los setenta la gran mayoría de los países industrializados adoptaron agresivas políticas de racionalización de la energía para enfrentar los severos aumentos en los precios del crudo y los elevados grados de incertidumbre que se presentaban en los mercados de la energía (OLADE, 1996).

Lo que ha cambiado es el contexto en el que debe darse la expansión del sistema energético y los desafíos que éste enfrenta, en los cuales aquellos ligados al medio ambiente son cada vez mayores y más complejos.

El UEE consiste en satisfacer los requerimientos energéticos de la sociedad al menor costo económico y energético posible. Además busca sustituir fuentes energéticas en función de sus costos sociales relativos y concebir políticas de largo plazo en oposición a programas de emergencia y coyunturales.

En consecuencia, el problema no es la cantidad de energía empleada sino la forma como es utilizada. La eficiencia energética sólo tiene sentido en la medida que permite reducir los costos totales de producción, mejorar la productividad (mayor producción con igual cantidad de insumos) o disminuir los impactos ambientales.

La eficiencia energética en el uso de la energía eléctrica, parte del estudio del uso final por parte de los consumidores. Solamente caracterizando su uso se puede lograr identificar las oportunidades de ahorro y eficiencia energética. Por otra parte, el conocimiento de la forma en que los usuarios disponen de la energía es una herramienta para la planificación del crecimiento del subsector.

II. PROBLEMA

En el mercado de la electricidad existen varios actores; los principales están representados por los demandantes quienes pagan por ella y los oferentes quienes la venden. Muchas de las decisiones eficaces para oferentes y demandantes dependen de la calidad de información en que se basan; la investigación de cómo el usuario final está disponiendo de la electricidad para sus propósitos en la industria, el comercio y el sector residencial proporciona información útil para este fin.

Por ejemplo, los oferentes querrán mejorar sus ventas, los planificadores de desarrollo urbano la utilizarán para entender mejor las necesidades de los ciudadanos y el usuario para sacarle el mayor provecho al producto que compra. En lo relativo al uso eficiente de la energía, especialmente la eléctrica, es imprescindible que se tenga una idea de cómo el usuario final está utilizando la electricidad en su sector.

En Guatemala existen pocas referencias sobre cómo y en qué se gasta la energía eléctrica o qué compran los usuarios residenciales; de hecho no existe información de carácter público que los defina. Si existe alguna investigación al respecto, es de hacer notar que la misma es considerada como estratégica por parte de las empresas comercializadoras y, por lo tanto, de uso exclusivo institucional y restringido.

Para caracterizar al usuario residencial de la electricidad en Guatemala es necesario desarrollar y validar una estrategia metodológica basada en los usos finales que los usuarios dan a la electricidad y que posteriormente pueda ser empleada por interesados de la temática energética. El problema de investigación en este trabajo es entonces, el desarrollo de una propuesta de metodología y su validación en una muestra voluntaria de usuarios.

III. ANTECEDENTES

A. El balance de energía en Guatemala y consumo de electricidad

El balance energético nacional de Guatemala del año 2005 muestra que en el consumo nacional de energía la leña constituye el 48.07% del consumo final. Le sigue en importancia el diesel oil con el 16.30%; las gasolinas representan el 11.76%; seguidamente está la electricidad con el 8.88% y finalmente el gas licuado de petróleo (gas propano) con el 3.40% (MEM, 2006).

En este balance es importante mencionar que el aporte de las energías renovables es del 61.72% (incluye la leña, productos de caña, la hidroenergía y la geoenergía); el 38.27% restante corresponde a energía no renovable. Es relevante indicar que tanto la hidroenergía, la geoenergía y los productos de caña son transformados en energía eléctrica. El 93.47% de la leña es utilizado en cocción de alimentos en el sector residencial; el restante 6.53% se consume en el sector de comercio y servicios.

Las energías no renovables que integran el balance, son el carbón mineral, los derivados del petróleo y el coque. El carbón mineral es destinado en su totalidad a la producción de electricidad; un 15% del diesel oil, un 42% del fuel oil y la totalidad de la orimulsión también se destinan a la producción de electricidad. La totalidad del coque se destina a la industria.

Las gasolinas se destinan en su totalidad al sector de transporte mientras que el 75.8% del diesel también se destina a este sector. El kerosene se destina en un 84.9% al sector transporte, un 12% al sector industrial y un 3% al sector residencial. En el caso del fuel oil, un 58% se destina al sector industrial.

La capacidad instalada operable del sistema al final del año 2005 fue de 1,813.20 MW. La oferta privada de potencia en este año alcanzó el 73.8%, siendo básicamente del tipo termoeléctrico (Ver cuadro 1).

Cuadro 1. Capacidad instalada de generación de electricidad en Guatemala por tipo de central (MW)

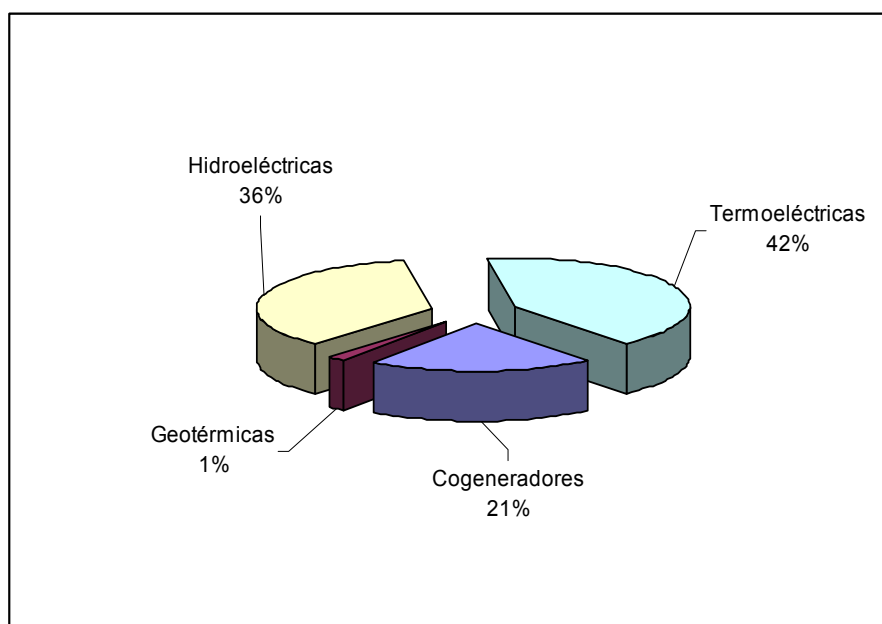
Año 2005

Tipo de generación	Públicas	Privadas	Total	Porcentaje
Hidroeléctricas	438.5	211.8	650.3	35.9%
Geotérmicas	4.5	22	26.5	1.5%
Térmicas	32	719.1	751.1	41.4%
Cogeneradores		385.3	385.3	21.2%
	475	1338.2	1813.2	

Fuente: MEM, Estadísticas energéticas 2005.

La oferta interna total de energía a diciembre 2005 fue de 7,953.81 GWh conformado por una producción del parque generador nacional de 7,930.74 GWh y una importación de 23.06 GWh. La producción nacional para este mismo año por tipo de planta fue Hidroeléctricas 35.86%, Geotérmicas 1.46%, Cogeneradores 21.25% y las termoeléctricas (centrales que utilizan derivados del petróleo y carbón mineral) con el 41.42%, ver figura 1. Los cogeneradores son ingenios azucareros que durante el periodo de zafra utilizan el bagazo de caña de azúcar (MEM 2006).

**Figura 1. Sistema Nacional Interconectado de Guatemala
Producción 2005**

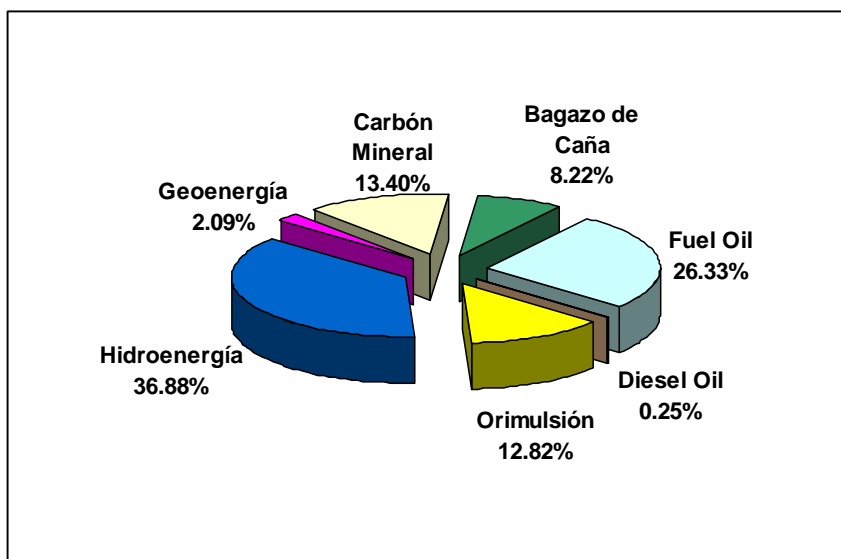


Fuente: Ministerio de Energía y Minas – 2005

Respecto a la generación de energía eléctrica por tipo de energético utilizado, un 39.4% corresponde a productos derivados de petróleo, un 13.40% al carbón mineral y 47.19% a recursos renovables (figura 2).

Para la generación de electricidad durante el año 2005 se utilizaron: 408,878 toneladas métricas de carbón mineral; 3,025.23 miles de toneladas métricas de bagazo de caña; 37.97 miles de barriles de Diesel; 3,029.23 miles de barriles de Fuel Oil; 1,685.44 miles de barriles de Orimulsión es importante mencionar que desde el 2006 ya no se utiliza este energético (MEM, 2006).

Figura 2. Generación de electricidad en Guatemala por tipo de energético utilizado año 2005



Fuente: MEM, Estadísticas energéticas 2005.

La eficiencia en la transformación de un tipo de energético a electricidad, se define como la relación que existe entre energía eléctrica producida y la energía representada en el energético utilizado. Cada energético tiene su propia eficiencia (cuadro 2).

El promedio global se ha determinado como la generación total de electricidad entre la energía que se representa en los insumos utilizados por la generación de electricidad. Además, estas eficiencias muestran claramente que las tecnologías

utilizadas para la generación de electricidad en Guatemala, hacen que existan muchas pérdidas en la transformación de electricidad de un energético.

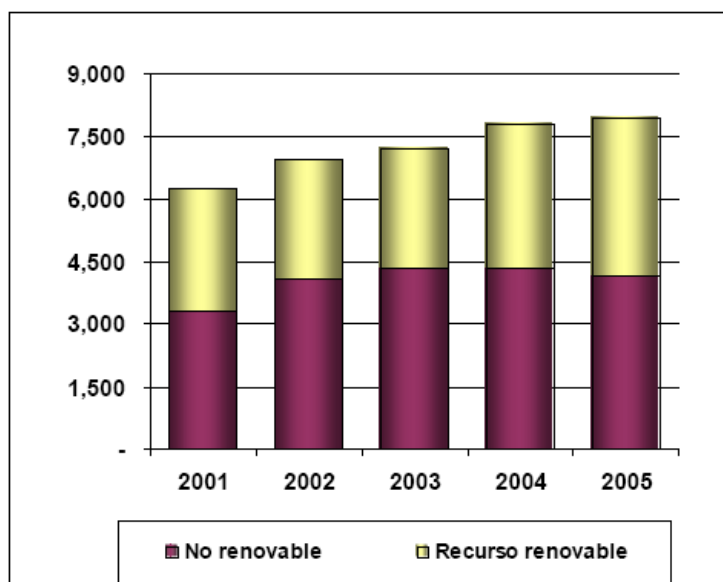
Cuadro 2. Eficiencias en la transformación del energético utilizado para la generación de electricidad

Eficiencia de generación de electricidad por tipo de energético %					
Fuente de energía	2001	2002	2003	2004	2005
Carbón Mineral	31.35	31.99	32.42	32.23	31.93
Hidroenergía	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Geoenergía	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Bagazo de caña	7.45	10.03	6.48	8.06	10.18
Diesel Oil	0.72	0.81	0.74	0.81	0.79
Fuel Oil	42.21	42.36	42.11	40.23	39.97
Orimulsión	-	-	-	36.48	34.99
Promedio	0.20	0.19	0.23	0.27	0.31

Fuente: MEM, Estadísticas energéticas 2005.

Durante los últimos cinco años (2001-2005), se ha observado un crecimiento considerable en la generación de energía eléctrica utilizando recursos no renovables, constituido por combustibles derivados de petróleo y carbón mineral (figura 3).

Figura 3. Generación de energía eléctrica en Guatemala por tipo de recurso utilizado, período 2001-2005



Fuente: Estadísticas Energéticas. MEM, 2006.

Según el último Censo Nacional de Población y Habitación, del Instituto Nacional de Estadística de Guatemala (INE, 2002), el 79% de los hogares existentes en el país contaban con servicio de energía eléctrica el año de referencia; el valor para el área rural es del 64% y para el área urbana del 94.6%. El número estimado de usuarios atendidos por las distintas distribuidoras de electricidad a diciembre de 2005 era de 2,164,000 (MEM, 2006).

El crecimiento de la cobertura eléctrica en el país en los últimos años ha sido muy dinámico; entre el año 1990 y 2005 la cobertura pasó de un 54% a un 84% a nivel nacional. Como resultado, la demanda de electricidad aumentó hasta los 7618 GWh para el año 2005. La estructura sectorial del consumo en el año 2005 indica que correspondió al sector residencial un 25.32%; al comercial un 21.08%; y al industrial el 32.33%.

En el análisis del consumo de la electricidad el sector residencial es particularmente importante no solo por razones sociales sino también porque representa un alto porcentaje del consumo total de electricidad (25.32%) con una tasa de crecimiento promedio de 7% durante los años 2000 al 2005 (MEM, 2006). Por otra parte, la demanda eléctrica residencial coincide con los picos de demanda máxima del sector.

De los factores que determinan la evolución del consumo de energía del sector residencial se han identificado como importantes los siguientes (Ketoff, A. y O. Masera. 1991):

- (1) Crecimiento poblacional;
- (2) Tamaño de la unidad familiar (personas por vivienda). Cada vivienda requiere de sus utensilios básicos para cumplir con las necesidades de sus moradores;
- (3) Integración al mercado. Capacidad y disponibilidad económica para poder acceder a equipos y fuentes dadas de energía;
- (4) Urbanización. Las zonas urbanas tienen redes de distribución de electricidad que hacen posible el uso de equipos que funcionan con este energético;
- (5) Tamaño de la vivienda. Mayores espacios requieren de mayores cantidades de energía para su enfriamiento y/o calefacción (en regiones donde esto es necesario);

- (6) Electrodomésticos. Aplicación de equipos que utilizan un combustible dado; es un determinante importante de la intensidad de uso de la energía;
- (7) Clima. Determina la necesidad de ciertos usos finales (acondicionamiento de ambientes y calentamiento de agua);
- (8) Precio de los energéticos. Regulador de la demanda de los mismos;
- (9) Materiales y diseños constructivos de las viviendas. Determinan una parte importante de las ganancias (o pérdidas) térmicas de las casas y por lo tanto de la necesidad del uso de energía para acondicionamiento de los espacios;
- (10) Normatividad. Normas de eficiencia energética a los que pueden estar sujetos los equipos consumidores de energía y el diseño y construcción de las viviendas que afectan su consumo.

B. Usos de la electricidad en el sector residencial

La utilización de la energía para satisfacer necesidades sociales se concretiza o materializa por medio de los usos energéticos. Por ejemplo el uso cocción que implica disponer de energía calórica a baja temperatura es originado por la necesidad de alimentarse; el abastecimiento o bombeo de agua que implica disponer de energía mecánica (fuerza motriz fija o móvil) es la consecuencia de un conjunto de necesidades: higiene, preparación de alimentos, riego.

El uso energético interviene como un concepto que relaciona la dimensión del sistema socio-económico y la dimensión física del sistema energético. Es un concepto que permite especificar o expresar los requerimientos caracterizándolos en sus diversas componentes físicas. También el concepto de uso energético permite especificar de manera precisa las condiciones de utilización de la energía y proceder a una enumeración de los diferentes modos en que la energía interviene en los requerimientos finales (específicos y derivados de las familias) (IDEE, 1995).

En cuanto a los usos específicos, en general, se los denomina de esta manera cuando en algún tipo de actividad o proceso se puede utilizar en forma exclusiva un solo tipo de combustible o energético.

Los principales usos energéticos de las familias en el hogar, que se pueden analizar de acuerdo a la clasificación proporcionada previamente, son los siguientes:

- a) Iluminación
- b) Climatización (calefacción, ventilación y/o refrigeración)
- c) Conservación de alimentos
- d) Cocción de alimentos
- e) Calentamiento de agua
- f) Abastecimiento o bombeo de agua
- g) Entretenimiento

Por otra parte el equipamiento energético es la composición técnica, que conjuntamente con una fuente energética hace posible la realización del uso; no hay utilización posible de la energía sin recurrir a algún tipo de equipamiento, aunque este sea muy rudimentario. Los equipamientos que utilizan energía eléctrica y que son utilizados en el hogar, se han denominado en forma genérica como electrodomésticos.

Las necesidades sociales que generan los requerimientos de energía útil (diferencia entre consumo neto y las pérdidas producidas durante su utilización), son fundamentalmente las mismas en los diferentes países: necesidad de confort climático, que da lugar a la necesidad de calor o frío; necesidad de alimentación, que se traducen por requerimientos de calor para la cocción de alimentos; requerimiento de energía mecánica para el abastecimiento de agua y la preparación de alimentos.

Sin embargo, en el estudio de los requerimientos en cualquier sociedad, es necesario contemplar una cierta diferenciación sectorial y dentro de un sector en particular (como el residencial) contemplar una cierta diferenciación entre los grupos de consumidores que lo conforman (IDEE, 2005). La consideración de distintos grupos dentro de un sector obedece a la búsqueda, identificación y posterior cuantificación si es posible, de los determinantes de cada grupo.

Así en el caso del sector domiciliario, la cantidad y calidad de energía utilizada por una familia de altos ingresos será diferente a la de bajos ingresos porque se abastecen necesidades diferentes o porque la disponibilidad de energía puede ser diferente.

1. Definición de módulos homogéneos. La necesidad de estudiar la estructura interna de las unidades de consumos, traducidas por un modo de consumo en un análisis dinámico que trate a la energía como un bien no homogéneo requerida para abastecer necesidades en usos diferentes, lleva a plantear el concepto de módulo energético homogéneo. Este concepto es una alternativa para la búsqueda, identificación y cuantificación de los determinantes de los requerimientos energéticos.

Un módulo energético homogéneo está definido por un conjunto de consumidores homogéneos agrupados sobre la base de uno o varios criterios: sociales, económicos, demográficos, climáticos, espaciales, tecnológicos, abastecidos con o sin determinadas fuentes energéticas. Es decir, se trata de desagregar las unidades de consumo (familias) de un sistema de diversas categorías que presenten cierta unidad en los modos de consumo, entendiendo por modo de consumo la forma en que la energía es requerida cuantitativa y cualitativamente (IDEE, 1992).

C. Caracterización de la población de Guatemala y su vivienda

1. Población urbana y rural. De acuerdo al XI Censo de Población 2002 de Guatemala, (INE, 2003) se considera área urbana a ciudades, villas y pueblos (cabeceras departamentales y municipales). También se incluye como urbano a aquellos otros lugares poblados que tienen la categoría de colonia o condominio y los que cuenten con más de 2000 habitantes, siempre que en dichos lugares poblados el 51% o más de los hogares disponga de alumbrado con energía eléctrica y de agua por tubería (chorro) dentro de sus viviendas. Todo el municipio de Guatemala se considera área urbana.

Cuadro 3. Población según área urbana y rural según censo de 2002

Área	Total	%
Total	11,237,196	100
Urbana	518,4835	46.1
Rural	605,2361	53.9

Fuente: Guatemala, INE, Censos 2002: XI de Población y VI de Habitación.

De acuerdo con estimaciones basadas en el Censo Nacional de Población del año 2002, del Instituto Nacional de Estadística, el total de viviendas en el país ascendía

para este año a 2,131,408. La distribución de estos hogares en relación al área urbana y rural, se muestra en el cuadro No. 4.

Cuadro 4. Distribución de viviendas por sector urbano y rural en Guatemala, año 2002

Guatemala	461,959 = 86%	75,203 = 14%
Sacatepéquez	38,607 = 84%	7,245 = 16%
Quetzaltenango	62,707 = 55%	50,893 = 45%
Chimaltenango	39,649 = 49%	41,599 = 51%
Sololá	25,914 = 49%	27,188 = 51 %
Escuintla	52,211 = 48%	57,246 = 52%
Suchitepéquez	31,752 =41%	45,504 = 59%
Zacapa	16,208 =39%	25,457 = 61%
Retalhuleu	16,850 = 36%	29,568 = 64%
El Progreso	10,739 = 36%	19,008 = 64%
Totonicapán	20,814 = 36%	37,325 = 64%
Santa Rosa	21,351 =35%	39,828 = 65%
Jalapa	14,303 = 32%	30,961 = 68%
Petén	20,265 = 30%	47,059 = 70%
Izabal	18,097 = 29%	44,740 = 71%
Baja Verapaz	11,330 = 27%	30,171 = 73%
Jutiapa	21,458 =27%	57,433 = 73%
Chiquimula	15,190 = 26%	43,232 = 74%
Quiché	27,336 = 25%	83,337 = 75%
Huehuetenango	32,322 = 23%	110,067 = 77%
San Marcos	29,925 = 22%	107,344 = 78%
Alta Verapaz	27,723 = 21%	104,290 = 79%

Urbano
 Rural

Fuente: Elaboración propia con base en el VI Censo de Habitación, INE, 2002.

2. Características generales de la población urbana y rural. La mayor densidad de población (relación entre población total y superficie en kilómetros cuadrados) en Guatemala corresponde al municipio de Guatemala, con 1196 habitantes por kilómetro cuadrado. Siguen en su orden el departamento de Sacatepéquez con 533, Quetzaltenango y Totonicapán con 320. La menor densidad poblacional corresponde al departamento de Petén con 10 habitantes por kilómetro cuadrado.

Los locales de habitación, que de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística es todo ambiente, lugar o espacio físico estructuralmente separado e independiente que ha sido construido, transformado o dispuesto para ser habitado por personas, en el país presentan las características descritas en el cuadro No.5.

En lo relativo a los ingresos y gastos familiares, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos Familiares –ENIGFAN- (INE 1999), se encontró que el

ingreso familiar promedio correspondía a Q.3220.84 al mes a nivel nacional. En el ámbito urbano este parámetro fue estimado en Q.4723.35 y en el ámbito rural en Q.2070.76. En lo que respecta al gasto promedio mensual, este fue estimado a nivel rural en Q.1517.96 y urbano en Q.3222.95.

Otras características como tipo de vivienda, régimen de tenencia, condición de ocupación y otras se pueden observar también en el cuadro No. 5. Destaca la información sobre que en el área rural existe un 9% de viviendas que se han catalogado como ranchos y un 2.7% como casas improvisadas. En lo relativo al ámbito urbano, solamente el 1.4% de las viviendas se catalogan como ranchos y un 3% como casas improvisadas.

Cuadro 5. Características generales de las viviendas en Guatemala, año 2002

Características	%	Características	%
<u>Estratos</u>		<u>Régimen de tenencia</u>	
Urbano	50.21	<u>Urbana</u>	
Rural	49.79	En propiedad	74.2
		En alquiler	20.0
<u>Tipo de vivienda</u>		Cedido (prestado)	4.7
<u>Urbana</u>		Otra forma	1.1
Casa formal	88.5	<u>Régimen de tenencia</u>	
Apartamento	4.0	<u>Rural</u>	
Cuarto en casa de residencia	2.6	En propiedad	86.9
Rancho	1.4	En alquiler	2.6
Casa improvisada	3.0	Cedido (prestado)	9.1
Otro	0.5	Otra forma	1.4
<u>Tipo de vivienda</u>		<u>Condición de ocupación</u>	
<u>Rural</u>	87.3	<u>Urbana</u>	85.0
Casa formal	0.2	Ocupada	15.0
Apartamento	0.3	Desocupada	
Cuarto en casa de residencia	9.0		
Rancho	2.7	<u>Rural</u>	88.8
Casa improvisada	0.5	Ocupada	11.2
Otro		Desocupada	

Fuente: Elaboración propia con base en Censo de Población 2002 – INE.

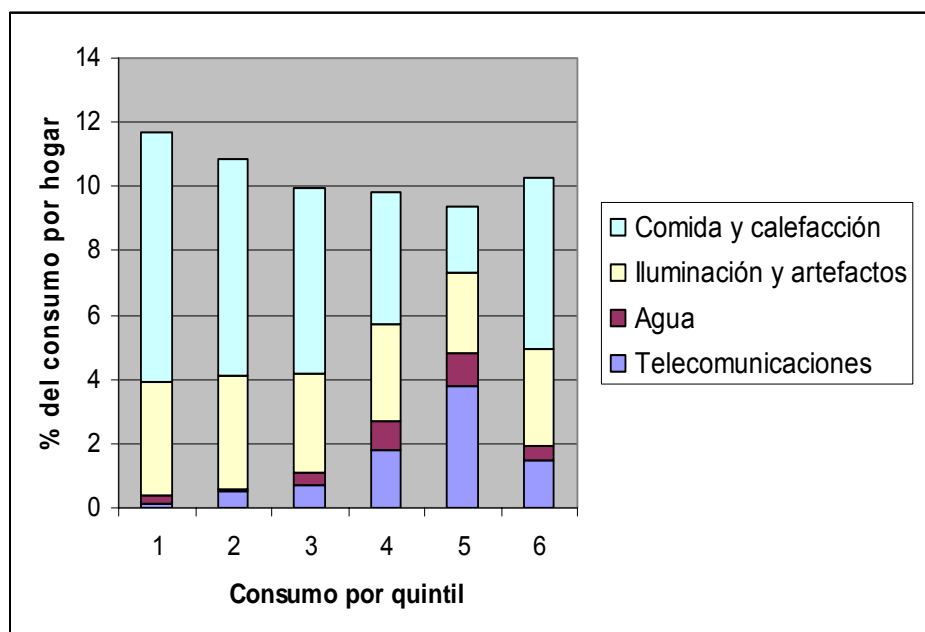
La estructura del gasto familiar en términos de porcentaje a nivel nacional y en los ámbitos urbano y rural, se muestra en el cuadro No. 6.

Cuadro 6. Estructura del gasto familiar (%) en Guatemala, año 1999

Concepto	Ámbito nacional	Ámbito urbano	Ámbito rural
Alimento/bebidas/tabaco	37.1	31.6	46.9
Vestido y calzado	7	6.6	7.8
Vivienda/agua/luz	21.6	24.2	17
Mobiliario y equipo	6.7	6.4	7.2
Salud	7.3	7.5	7
Transporte/comunicaciones	7.7	9	5.3
Ocio/recreación	4.6	5.4	3.1
Educación	3.3	4.4	1.5
Gastos diversos	4.6	4.8	4.2

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional y Gastos Familiares ENIGFAN-, (INE 1999)

Por otra parte, según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI 2000), los hogares gastan aproximadamente 10% de su presupuesto en servicios básicos. Como se observa (figura No. 4), en todos los quintiles de consumo más de la mitad de estos gastos están dirigidos a energía utilizada para cocinar, obtener calefacción e iluminación y funcionamiento de electrodomésticos.

Figura 4. Gasto doméstico en servicios básicos, año 2000

Fuente: Encuesta Nacional de Condiciones de Vida ENCOVI- (INE 2001)

En relación al equipamiento de los hogares esta encuesta mostró que a nivel nacional el 56% de los mismos cuentan con televisor, el 74% con radios, el 49% con estufas (principalmente de gas) y el 29% con refrigeradores. En el ámbito urbano el 85% de los hogares cuentan con televisor, el 76% con radios, el 81% con estufas (principalmente de gas) y el 54% con refrigeradores. En el área rural los resultados muestran valores con 34% de hogares que cuentan con televisor, 73% con radios, 25% con estufas y solamente el 9% con refrigeradores.

3. Consumo de energía eléctrica a nivel domiciliario. De acuerdo con la encuesta nacional de condiciones de vida realizada por el INE (ENCOVI 2000), el consumo nacional promedio de electricidad por hogar es de 102 kilovatios hora por mes (kWh/m). Los hogares pobres consumen un promedio de 48 kWh/m; en tanto los hogares no pobres consumen 128 kWh/m. Los hogares pobres son aquellos en que no se logra cubrir el valor de la línea de pobreza general, estimada en Q.4318.00 por persona al año; los no pobres son aquellos que se ubican por encima del valor de esta línea.

Estimaciones del Banco Mundial basadas en la ENCOVI 2000, consideran además que el percentil 93 de consumo se sitúa en los 300 kWh/m y al percentil 99 en los 500 kWh/m (Banco Mundial 2001). De acuerdo con estos datos solamente uno de cada 100 hogares tiene consumos superiores a los 500 kWh/m.

Por aparte, el XI Censo de Población (INE, 2001) determinó que en el área urbana para el año 2000 existían 1,045,837 hogares electrificados y en el área rural 704,842; derivado de esto y de los datos de ENCOVI 2000 se puede estimar que unos 283,630 hogares urbanos y unos 525,036 rurales consumen un promedio de 48 kWh/m.

Este consumo puede explicarse dados los electrodomésticos de que disponen estos hogares pobres (ver cuadro 7); ya que prácticamente todos los hogares poseen una radiograbadora y en un 35% de los mismos, existe un televisor. Además un 1% de los hogares poseen una videograbadora, un 1% una ducha eléctrica, un 6% refrigeradora y uno de cada cuatro hogares posee plancha eléctrica. En el cuadro No. 8 se muestra la información referente a los hogares no pobres en donde existe una mayor variedad de estos equipamientos.

Cuadro 7. Electrodomésticos de que disponen los hogares pobres en Guatemala, año 1999

Equipamiento de que dispone el hogar	% de hogares
Refrigeradora	6%
Licuadora	11%
Calentador o ducha eléctrica	1%
Plancha eléctrica	25%
Máquina de coser	15%
Radiograbadora	100%
Televisor	35%
Equipo de sonido	8%
Videograbadora	1%

Fuente: Estimaciones propias con base en datos de ENCOVI 2000 y ENIGFAM 1999.

Cuadro 8. Electrodomésticos de que disponen los hogares no pobres en Guatemala, año 1999

Equipamiento de que dispone el hogar	% de hogares
Estufa eléctrica	17%
Refrigeradora	76%
Licuadora	77%
Horno eléctrico	29%
Procesador de alimentos	24%
Horno de microondas	46%
Calentador o ducha eléctrica	47%
Plancha eléctrica	90%
Máquina de coser	45%
Lavadora de ropa	50%
Radiograbadora	94%
Televisor	93%
Equipo de sonido	62%
Videograbadora	42%
Computadora	27%

Fuente: Estimaciones propias con base en datos de ENCOVI 2000 y ENIGFAM 1999

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, se consideran pobres a todas las personas cuyos consumos no alcanzan a cubrir el valor de la línea de pobreza general estimada en Q.4318 por persona al año. Los no pobres serían las personas cuyos consumos se ubican por encima del valor de la línea de pobreza general.

D. Características de los electrodomésticos principales

Los electrodomésticos con que cuentan los hogares guatemaltecos cubren distintas necesidades; por lo tanto se considera oportuno presentar las características generales de los de mayor uso y de mayor impacto en el consumo total de electricidad por el hogar.

1. Estufas eléctricas. Estos aparatos se encuentran entre los de mayor consumo energético, dado que su objetivo es producir calor para la cocción de alimentos. Para esto disponen de una serie de resistencias en forma de discos (hornillas) cuya potencia oscila según el Instituto Costarricense de Electricidad, entre los 0.66 y los 1.16 kW si se trata de discos tradicionales y de 0.76 a 1.43 kW si se trata de discos espirales. El caso de las resistencias del horno, éstas varían entre los 0.76 y los 2.1 kW. Todas las referencias son para posición media de temperatura (ICE, 2007).

Una estufa eléctrica estándar tiene 4 hornillas y un horno, por lo que el consumo estará en función de cuantas de las hornillas se usen simultáneamente y durante cuanto tiempo. Otras fuentes como la Empresa Eléctrica de Guatemala reporta que una estufa eléctrica tiene una potencia de 4 kW en general (EEGSA, 2007).

Los valores reportados por otras fuentes para las estufas y los demás electrodomésticos de interés, se han dispuesto en una matriz que se presenta en el apéndice C y de donde se han tomado los valores medios que servirán para los análisis realizados.

2. Refrigeradores y congeladores. Los refrigeradores y congeladores se encuentran se encuentran también entre los aparatos de consumo de energía más significativos en el hogar promedio. En la mayoría de los casos, sólo el aire acondicionado para habitación (calefacción y enfriamiento) y el calentamiento de agua consumen más energía.

Las mejoras en el diseño de compresores y bobinas de enfriamiento, (ver cuadro 9) un mejor aislamiento, sellos más herméticos en las puertas y otras mejoras en el diseño pueden contribuir, de manera general, a una mayor eficiencia de los modelos más recientes (Southern California Gas, 2007).

Cuadro 9. Modelo de refrigerador con congelador en la parte superior con deshielo automático

Tamaño	Comparación del uso de energía	
	Uso de kWh anual promedio	Uso de kWh anual promedio
	Modelo típico de 1998	Modelo típico de 1980
14 - 16 pies cúbicos	750	1200
16 - 18 pies cúbicos	805	1350
18 - 20 pies cúbicos	860	1500
20 - 22 pies cúbicos	1050	1600

Fuente: Tomado de Southern California Gas, 2007, Biblioteca virtual.

El deshielo manual es más común en los congeladores actuales puesto que los congeladores se abren con menor frecuencia que los refrigeradores, el hielo no se acumula tan rápido. Además, el deshielo manual de los congeladores no deshidrata los alimentos (los congeladores queman los alimentos) a diferencia de lo que sucede con los congeladores que cuentan con deshielo automático.

3. Lavadoras y secadoras de ropa. El calentamiento de agua representa el 90% del consumo de energía de las lavadoras (ver cuadro 10). La manera individual más eficaz de reducir el consumo de energía de la lavadora es lavar con agua fría. La mayoría de los detergentes comerciales para lavado de ropa tienen un buen desempeño con temperaturas frías de agua. El consumo energético de las lavadoras se reduce al utilizar agua fría a un rango entre 300 a 580 Watts.

Cuadro 10. Consumo de electricidad para calentar el agua de la lavadora

Ajustes de lavado y enjuagado	Uso de energía por carga
Caliente / caliente	6.5 kWh
Caliente / tibio	4.9 kWh
Caliente / frío	4.3 kWh
Tibio / tibio	3.4 kWh
Tibio / frío	1.9 kWh
Frío / frío	0.4 kWh

Fuente: Tomado de Southern California Gas, 2007, Biblioteca virtual.

4. Calentadores de agua. Un calefactor eléctrico es un dispositivo que produce energía calórica a partir de electricidad. El tipo más difundido es el del tipo "resistivo", donde la generación del calor se debe al efecto Joule. Otros calefactores eléctricos menos conocidos, son los "termoeléctricos", que intercambian calor mediante un principio más sofisticado, el efecto Peltier.

Entre las aplicaciones más conocidas del efecto Joule se tienen los elementos de las estufas para calentar el ambiente, los filamentos de los secadores para el pelo, las resistencias de las planchas para la ropa, las hornillas de las cocinas, las resistencias de tostadores y hornos industriales y los calentadores de agua.

Los calefactores resistivos generan calor proporcionalmente al cuadrado de la corriente eléctrica que fluye a través de ellos. Esta relación es conocida como "Ley de Joule". Los materiales conductores (metales y aleaciones) no son "conductores perfectos" sino que tienen una resistividad eléctrica al paso de la corriente eléctrica. La resistividad es una desventaja cuando se requiere transportar energía eléctrica pero es deseable cuando se busca generar calor.

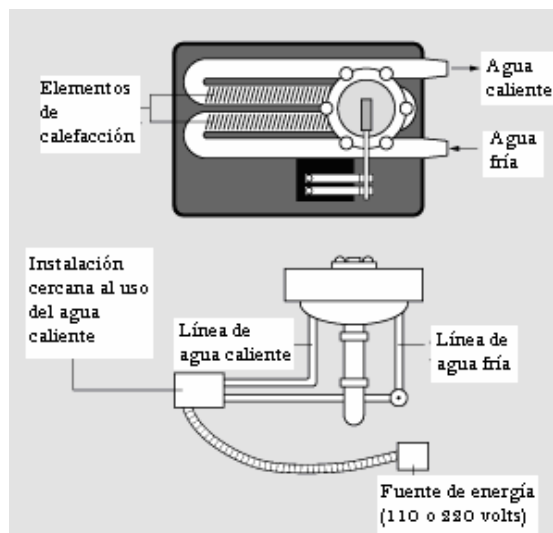
La explicación es que al haber un voltaje en los extremos de un hilo conductor hay un campo eléctrico en el interior del material; este campo acelera las cargas libres del material hasta que éstas chocan, lo que corresponde a una disipación de calor desde el material al medio que le rodea (Giordano, 2006).

Para evitar que se funda el conductor hay que transferir el calor generado por efecto Joule; para mejorar esa transmisión térmica en general los calefactores tienen mayor área o superficie de contacto con el medio que les rodea. En función de la aplicación el calor se transfiere en una o más de las 3 formas posibles:

- (1) Por conducción (calentadores de agua, planchas, desempañadores, etc.)
- (2) Por convección (secadores de pelo, calentadores de aire, etc.)
- (3) Por radiación (tostadores, estufas de cuarzo, etc.)

Actualmente existen tres tipos de calentadores de agua mayormente utilizados, los calentadores de agua de demanda (figura 5), los calentadores de agua de depósito (termas) y los calentadores de ducha.

Figura 5. Calentador eléctrico de agua de demanda



Fuente: Adaptado de Southern California Gas, 2007, Biblioteca Virtual.

Los primeros calientan el agua directamente sin el uso de un tanque del almacenamiento, por lo que evitan las pérdidas de calor de reserva. Cuando se utiliza el agua fría viaja a través de una cañería en la unidad y el elemento eléctrico calienta el agua. Como resultado, se entrega un suministro constante de agua caliente. Sin embargo, el rendimiento de un calentador de agua de demanda limita la proporción de flujo.

Típicamente, los calentadores de agua de demanda proporcionan agua caliente a una velocidad de 2–5 galones (7.6–15.2 litros) por minuto. Las marcas que se venden en el mercado local tienen un consumo que varía entre 5000 y 11000 Watts.

En el caso de los calentadores de depósito o termas, éstos son útiles donde se necesita mayores volúmenes de agua caliente. La mayor parte de estos sistemas de agua caliente son sistemas “en espera”; esto es, el agua se mantiene caliente y se

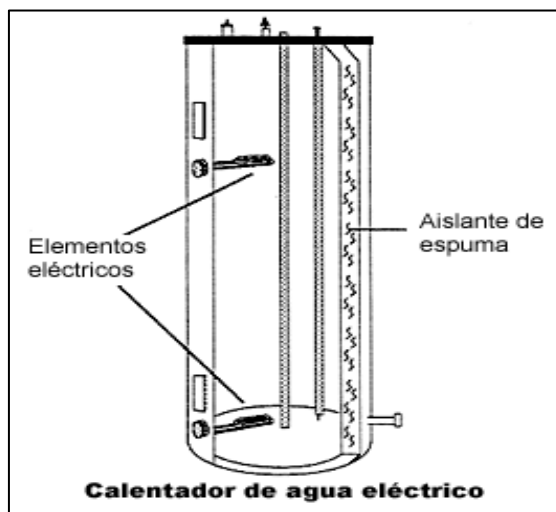
almacena para usarse cuando se requiera. Debido a que el agua en el tanque se mantiene caliente, se pierde cierto calor en el aire alrededor del tanque.

Estas “pérdidas en espera” pueden reducirse aislando el tanque (ver figura 6). En el pasado, se recomendaban ampliamente los cobertores de aislamiento del calentador de agua para ayudar a reducir las pérdidas en espera y sobre todo los costos de operación. Los calentadores de agua más modernos tienen niveles de aislamiento mas elevados, lo que hace innecesario hacer un aislamiento adicional (Southern California Gas, 2007).

Los calentadores de agua eléctricos de alta eficiencia normalmente incorporan una capa de aislamiento de espuma, con frecuencia tan alta como R-19, entre el tanque y el exterior del calentador del agua.

El consumo de las termas eléctricas puede variar en un rango de los 3000 a 4000 Watts, sin embargo la mayoría de los fabricantes reportan el consumo de estos aparatos de manera anual. Los rangos en este sentido están dados entre los 3000 y los 5000 kWh/año.

Figura 6. Calentador de agua eléctrico de depósito (terma)



Fuente: Tomado de Southern California Gas, 2007, Biblioteca virtual.

Finalmente, se encuentran los calentadores de ducha que tienen básicamente el mismo principio que los calentadores de paso; sin embargo, éstos se disponen justo en la salida de la ducha por lo que su consumo es exclusivo para el baño. De acuerdo al ajuste de la temperatura, el rango de potencia se encuentre entre los 2500 a los 3500 Watts (marcas extranjeras); algunas marcas de fabricación local no anotan la potencia en la placa de estos aparatos.

5. Iluminación. La mayor parte de la iluminación de interiores y exteriores en las residencias actuales es suministrada por lámparas incandescentes, comúnmente conocidas como “focos de luz” convencionales.

Aunque las lámparas incandescentes son de bajo costo, su eficiencia para convertir la electricidad en luz no es muy buena. Sólo alrededor del 10% de la energía consumida por las lámparas incandescentes se utiliza realmente para producir luz; el resto de la energía se convierte en calor.

El foco o lámpara incandescente es el elemento que se utiliza con mayor frecuencia en aplicaciones de iluminación residencial; pese al transcurso del tiempo, los focos han cambiado muy poco. Constituyen la forma menos costosa de productos de iluminación, en términos de costos iniciales, aunque representan también la fuente de luz más costosa e ineficiente (Southern California Gas, 2007).

La potencia de estas lámparas es diversa; desde los 10 hasta los 500 Watts. Los focos que se utilizan comúnmente en los hogares varían de los 40 hasta los 100 Watts.

Las lámparas de halógeno (comúnmente denominadas reflectores) por su parte son un tipo de lámpara incandescente; tienen una duración más larga que los focos convencionales, aunque su eficiencia sólo es ligeramente mayor. Las lámparas de halógeno se recomiendan más para áreas de iluminación donde se requiere un foco directo de luz. Al igual que los focos incandescentes su potencia varía de los 40 a los 100 Watts en sus modelos de uso doméstico.

Los tubos fluorescentes lineales o gasneones producen más luz que muchas otras fuentes de iluminación. Constituyen la fuente más común de iluminación en instalaciones comerciales, aunque también pueden encontrarse en muchos hogares. Las lámparas fluorescentes de tubo lineal y los portalámparas han mejorado mucho durante los últimos diez años. En lo que respecta a su uso doméstico, las lámparas varían en tamaños desde 2 pies hasta 5 pies de longitud; su potencia varía entre los 20 y los 75 Watts para los modelos más utilizados en el hogar.

Finalmente están las lámparas fluorescentes compactas (CFL); estas lámparas utilizan la misma tecnología que los tubos lineales, pero están diseñadas a fin de reemplazar a las lámparas incandescentes. Las lámparas fluorescentes compactas más pequeñas tienen una longitud de tan solo 4 - 5 pulgadas y un diámetro de 2 - 3 pulgadas. Incorporan un balastro y un adaptador con base de tornillo para ajustar su uso en muchas aplicaciones de interiores y exteriores.

Aunque las lámparas fluorescentes compactas son más caras que los focos normales, utilizan únicamente un cuarto de la electricidad y pueden durar más de 10 veces que las lámparas incandescentes. A largo plazo, y tomando en consideración los costos de repuesto, constituyen de hecho, una alternativa más económica. Su potencia varía entre los 7 y los 50 Watts, aunque los modelos domésticos de mayor uso se encuentran entre los 18 y 42 Watts (Philips, 1998).

6. Otros electrodomésticos. Televisores, equipos de sonido, planchas, secadoras de ropa, licuadoras, tostadores de pan, horno de microondas y equipos de computación son otros electrodomésticos que pueden ser encontrados en los hogares de Guatemala. Los consumos de estos aparatos se han anotado en la tabla que se presenta en el apéndice C, con las respectivas fuentes consultadas.

E. El muestreo estadístico

La información necesaria para realizar una caracterización de los usuarios de la energía eléctrica no está disponible en fuentes secundarias de información; es decir en estadísticas elaboradas. Es necesario recolectar datos tendientes a producir dicha información; estos datos corresponden a dos tipos de características, las cualitativas que expresan una determinada cualidad o calidad y las cuantitativas que expresan un

nivel o escala. Por ejemplo, el empleo o no de un calentador de ducha en el hogar es una característica de tipo cualitativo o atributo mientras que las horas de uso de este aparato al mes por el hogar es una característica de tipo cuantitativo o variable.

La selección de las fuentes de información corresponde generalmente a un problema de muestreo. Una investigación muchas veces se realiza seleccionando un subconjunto (muestra) de un grupo más grande que llamamos población. La toma de los datos puede hacerse por medio de un cuestionario siguiendo un determinado método de muestreo y el análisis de los datos obtenidos se hace por métodos estadísticos diversos. A continuación se abordarán cada uno de estos aspectos.

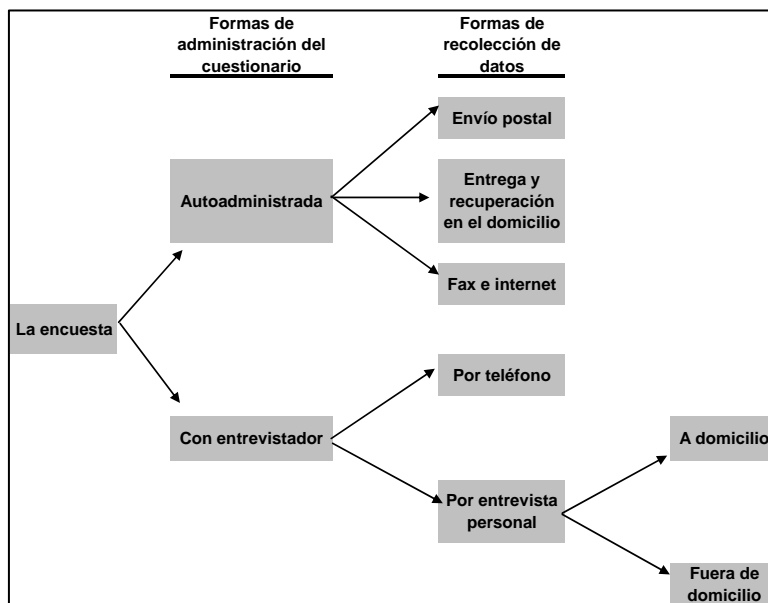
1. La encuesta. La recolección de los datos cualitativos o cuantitativos por medio de una muestra para inferir el comportamiento de una población se puede hacer por distintos medios; uno de los más generalizados es el de la encuesta, en donde la información se obtiene a través de un cuestionario administrado a personas. Si se emplea un encuestador para formular las preguntas, se dice que las respuestas se obtienen de forma indirecta; si no se emplea, se obtienen de forma directa. La información obtenida se analiza a través de técnicas estadísticas variadas y los resultados se generalizan al conjunto de la población que representa la muestra (d'Astous, *et. al.* 2000).

En la figura 7 se presenta una clasificación de los principales tipos de encuesta, organizada según el modo de administración del cuestionario y el modo de recolección de los datos. La elección de un tipo particular de encuesta en un proyecto de investigación depende de varios factores; el tiempo disponible, la naturaleza de la información por recolectar, las restricciones relativas al muestreo y el presupuesto asignado a la investigación.

Se denominan encuestas autoadministradas cuando un determinado cuestionario se formula a una persona sin presencia del entrevistador; y, administrada, cuando un entrevistador formula las preguntas tanto estando presente con el entrevistado o si lo hace por medio de un teléfono.

Las encuestas autoadministradas pueden hacerse utilizando el correo convencional, modalidad en la cual se envía la encuesta junto a un sobre con el porte pagado para que sea enviada al ente que realiza la investigación. Asimismo se puede utilizar la modalidad de entregar la encuesta en el hogar y después de un tiempo recogerla. También se puede utilizar el fax para enviar y recibir la encuesta y más recientemente se utiliza el mecanismo de internet para acceder a información de los grupos de interés, o población objetivo.

Figura 7. Los principales tipos de encuesta



Fuente: d'Astous, et. al. 2000. Investigación de mercados.

En las encuestas con entrevistador o administradas se puede utilizar el teléfono para realizar el cuestionario o la entrevista personal la que puede hacerse dentro del domicilio o fuera de él. Las ventajas y desventajas de estas modalidades de encuesta se presentan en el cuadro número 11.

2. Los cuestionarios. El cuestionario es un instrumento de recopilación de datos, rigurosamente estandarizado que traduce y operacionaliza determinados problemas que son objeto de investigación. Para que el cuestionario cumpla con las exigencias del método científico debe ser fiable y válido.

Cuadro 11. Ventajas y desventajas de las encuestas administradas y autoadministradas

	Ventajas	Desventajas
Autoadministrada	Se puede tener mayor cobertura	No es posible ampliar la información contenida en el cuestionario
	Menores costos de aplicación	Las personas que no saben leer ni escribir no podrán hacerlas
	Poco personal involucrado en su aplicación	Cuestionarios complicados no son fáciles de entender a personas con poca instrucción
	Mayor libertad para el entrevistado en sus respuestas	La tasa de respuesta es menor que la entrevista administrada
	Menor riesgo de influencia del entrevistador	La información que se recabar suele ser limitada
	Permite mayor tiempo de meditación de las respuestas	No es posible verificar la información (repreguntar)
	Inhibe menos al entrevistado	Recepción de formularios tardía
	Con entrevistador	La recepción de las respuestas es inmediata una vez lograda la entrevista
Se puede ampliar la información que el entrevistado entrega		La cobertura se ve limitada por aspectos geográficos y de costos
Las personas analfabetas o con poca instrucción pueden responder fácilmente		Se necesitan equipos de entrevistadores con supervisores
Se pueden emplear cuestionarios más amplios que los utilizados en encuestas autoadministradas		El encuestador puede inhibir al entrevistado
Aspectos a investigar que suelen ser más complicados en encuestas autoadministradas pueden abordarse con la ayuda del entrevistador		No es posible otorgar mucho tiempo a la entrevista, por lo que los cuestionarios pueden ser más limitados

Fuente: Elaboración propia con información de d'Astous, *et. al.* 2000. Investigación de mercados.

Además el cuestionario debe facilitar la tabulación de datos, el examen de los mismos, asegurar la comparabilidad de las respuestas que dan las personas o grupos investigados. Para comprobar la fiabilidad y la validez del cuestionario suelen hacerse pruebas piloto o pasarse a grupos de control.

Los cuestionarios pueden ser precodificados cuando las respuestas son puntuales y se puede preestablecer cómo se procesarán (preguntas cerradas o en abanico con respuestas múltiples) o poscodificados cuando las preguntas son abiertas.

Las preguntas de los cuestionarios pueden hacerse de manera abierta (libres o no limitadas) que suelen utilizarse cuando se desea conocer la opinión de las personas respecto a un tema en particular. La forma cerrada o dicotómica cuando plantea al entrevistado dos posibles respuestas (por ejemplo si o no) o varias opciones entre las

cuales elegir una o varias (categorizadas). Cuando la elección de varias respuestas es de acuerdo a un orden de priorización se dice que las preguntas son de estimación. De acuerdo con el tipo de preguntas, éstas pueden ser clasificadas por lo menos en las siguientes categorías:

- De hecho
- De acción
- De intención
- De opinión
- Índices o test
- Tamiz o filtro
- Introductorias
- Amortiguadoras

Las preguntas de hecho versan sobre cuestiones concretas y tangibles fáciles de precisar y de comprobar, como son los hechos y acontecimientos. Suelen ser muy corrientes y numerosas en las investigaciones censales. Ejemplo: ¿Cuántos miembros tiene su familia? ¿Posee su hogar una lavadora de ropa?

Las preguntas de acción se refieren a las actividades, actitudes o decisiones tomadas por el individuo encuestado. Interrogan sobre una acción realizada y sobre algunos detalles de la misma. Ejemplo: ¿Compró usted un electrodoméstico este año?; las preguntas de intención son muy similares a las anteriores, sólo que se refieren a actitudes o decisiones futuras que el entrevistado pueda tomar. Ejemplo: ¿Piensa comprar un refrigerador este año?

Por su parte las preguntas de opinión tienen cierta semejanza con las preguntas de intención pero, en este caso no se interroga sobre lo que el individuo haría en cierta circunstancia concreta sino sobre lo que piensa u opina acerca de algo. Por ejemplo: ¿Cuál es para usted la mejor marca de televisores?

Las preguntas índice son aquellas que se utilizan con el fin de obtener información sobre cuestiones que suscitan recelos en las persona interrogada o que formuladas directamente entran dentro de la categoría de preguntas socialmente

inaceptables. Así por ejemplo en las encuestas sobre el nivel de vida, en lugar de preguntar directamente ¿Cuánto gana usted?, se suelen colocar preguntas índice como: ¿Posee usted automóvil? ¿Casa propia? ¿Personal de servicio?

Existe un tipo de preguntas que actúan como un filtro en relación con otras preguntas, las denominadas preguntas tamiz, las cuales se formulan antes o después de la pregunta considerada importante. Por ejemplo si se formula la pregunta ¿Piensa comprar usted un televisor?, algunos contestarán que no porque ya lo tienen; entonces antes en la encuesta se podría haber preguntado ¿tiene usted televisor?

Cuando se inicia una encuesta generalmente el entrevistado se siente un poco cohibido por el entrevistador, conviene hacer alguna pregunta sin ninguna importancia que sirva para romper el hielo y ganarse la confianza del entrevistado, éstas son las preguntas rompehielos o introductorias (Ander Egg, 1995).

Finalmente existen otras preguntas que se hacen antes de hacer una pregunta muy escabrosa o personal o de un tema difícil; éstas intentan amortiguar el efecto de la pregunta difícil y se denominan preguntas amortiguadoras.

En la elección de las preguntas que se pondrán en una encuesta, se debe tomar en cuenta muchos factores, entre ellos:

- Naturaleza de la información que se desea obtener
- Nivel socio-cultural de aquellos a quienes se aplicará el cuestionario
- Características, modalidades, costumbres, prejuicios, tradiciones, etc. de la población en donde se realizará la encuesta
- Variables buscadas
- Posibilidades y límites de la investigación

La mejor elección de las preguntas dependerá de las circunstancias de cada caso concreto, sin embargo existen algunas sugerencias que pueden ser útiles (Ander Egg, 1995)

- Deben incluirse solamente preguntas que tengan una relación directa con el problema en sí, o con la evaluación de la metodología empleada en la investigación.

- No deben incluirse preguntas cuyas respuestas pueden obtenerse con más exactitud y eficacia en otras fuentes de información, a menos que el propósito sea verificar esta información.
- Tomar en cuenta los requisitos y necesidades establecidos en los planes de codificación o tabulación de la encuesta.
- Se buscará en lo posible que los datos obtenidos sean comparables. Se tendrá en cuenta otros estudios o encuestas realizados sobre temas semejantes.
- Las preguntas deben ser de tal naturaleza y forma que los individuos interrogados puedan responderlas sin mayores dificultades.
- Deben evitarse todas las preguntas confidenciales e indiscretas.
- No deben incluirse preguntas que exijan excesivo trabajo a quienes han de responderlas.

3. La prueba del cuestionario. Aun teniendo en cuenta lo relacionado al tipo de encuesta y las preguntas del cuestionario es casi seguro que se presentarán problemas; por lo tanto, es necesario validar antes el instrumento de medida. Con el fin de descubrir los eventuales problemas (preguntas mal entendidas, un cuestionario demasiado largo, estructura mal definida, etc), es primordial que el cuestionario sea probado. La prueba de la construcción de un cuestionario es ineludible (Cea D'Ancona 2001).

Una prueba (pretest) del cuestionario se desarrolla habitualmente en varias etapas; en primer lugar, es bueno hacer leer el cuestionario a otras personas con el fin de ver sus reacciones. Aun si esas personas (colegas, amigos, etc) no están directamente afectados por el tema pueden ayudar a descubrir los problemas. Enseguida se puede proceder a una verificación más rigurosa administrando el cuestionario revisado a algunas personas (por ejemplo a cuatro o cinco) que posean las características de la gente que será interrogada. Se les pide a estas personas reaccionar al instrumento de medida dando sus comentarios (por ejemplo “¿Cómo interpreta esta pregunta?” “¿Tiene reticencia para responder alguna pregunta?” “¿Está demasiado largo el cuestionario?”, etc.

Con la información recopilada se procede a revisar el cuestionario y como verificación final, hay que probar el cuestionario en condiciones que simulen las que se tendrán en el curso de la investigación. Esta verificación puede conducir a otras correcciones hasta su perfeccionamiento.

4. La validación del cuestionario. La validez se refiere al grado de exactitud con el que éste instrumento puede captar aquello que se investiga. La fiabilidad es la capacidad de obtener iguales o similares resultados aplicando las mismas preguntas acerca de los mismos hechos o fenómenos.

Para comprobar la fiabilidad y la validez del cuestionario suelen hacerse pruebas piloto o pasarse a grupos de control.

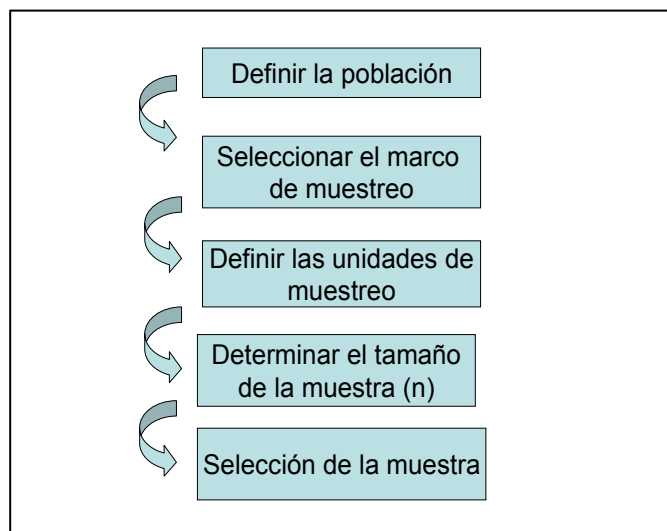
5. El proceso de muestreo. Cuando se desea investigar una población y se ha construido y probado los instrumentos de medición se inicia la etapa de recolección de los datos. En esta etapa deben definirse los objetos de medición (las personas, las empresas, los fenómenos, etc.) y determinar cuántos objetos serán estudiados y la manera como serán seleccionados. Cuando el tamaño de la población bajo estudio es muy grande es generalmente preferible seleccionar una muestra de la población en vez de estudiar toda la población; el estudio de toda la población se llama censo. El censo puede resultar muy costoso, largo y hasta imposible (Churchill Jr. 2003).

Además, una muestra bien escogida de tamaño suficiente conduce generalmente a resultados cuya precisión es muy aceptable; desde este punto de vista se puede afirmar que el muestreo es un procedimiento más eficiente que el censo. El proceso de muestreo estadístico (figura 8) se compone de una serie de etapas secuenciales que van desde la definición de la población bajo investigación hasta la selección de los elementos a quienes se les pasará el cuestionario o cualquier otra herramienta de medición.

La etapa inicial es crucial y puede ser muy simple cuando la población es evidente o puede ser más complicada cuando la población no es tan fácil de definir. En

general, la definición de la población debe hacerse considerando el problema de investigación que se formule.

Figura 8. Proceso de muestreo



Fuente: Cea D'Ancona 2001, Investigación de mercados.

Definir la población no es suficiente hay que poder situar los elementos de esta población para juntarlos; lo que constituye la segunda fase o determinación del marco de muestreo. Idealmente la correspondencia entre los elementos de la población y los del marco de muestreo debería ser perfecta. Un marco de muestreo para una ciudad tomada como población objetivo podría ser la guía telefónica, si todos los hogares aparecen con un número telefónico.

En cuanto a las unidades de muestreo, tercera fase, esas unidades corresponden a los elementos de la población que formarán parte de la muestra. El problema de la definición de las unidades de muestreo se presenta cuando los objetos del estudio son entidades compuestas por varios elementos, como las organizaciones o las familias, en cuyo caso las unidades de muestreo podrían ser el gerente de la organización o el jefe de familia.

En la cuarta fase del muestreo se procede a determinar la muestra, que estará en función de la variable a estudiar; el problema es que en una investigación puede

haber varias variables y varios atributos. Un método sencillo es determinar un tamaño de la muestra de manera que cubra a todas las variables y atributos a estudiar; esto es, calcular por separado (Churchill Jr. 2003). Las fórmulas para el cálculo de la muestra se abordarán adelante.

La última etapa del muestreo lo constituye la selección de la muestra que estará en función de los métodos del tamaño de la muestra y el método de muestreo que corresponda.

6. Métodos de muestreo. Cuando se desea seleccionar una muestra de una población, ésta puede tomarse de dos formas: de forma aleatoria y de forma no aleatoria.

En el cuadro 12 se presenta una clasificación general de los diferentes métodos de muestreo que se pueden utilizar; esta clasificación está basada sobre la distinción fundamental del muestreo probabilístico y no probabilístico.

En los métodos de muestreo probabilístico las unidades de muestreo se seleccionan al azar según un proceso bien definido. Con estos métodos, cada elemento de la población tiene una probabilidad conocida de ser seleccionado, con la ventaja de que el método permite inferir valores poblacionales a partir de la muestra obtenida; a esta actividad se denomina inferencia estadística.

Cuadro 12. Los métodos de muestreo

Probabilístico	No probabilístico
<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo aleatorio simple • Muestreo aleatorio estratificado <ul style="list-style-type: none"> a) Proporcional b) No proporcional • Muestreo en grupos <ul style="list-style-type: none"> a) Sistemático b) De área • Muestreo en fases sucesivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestreo según el juicio • Muestreo de conveniencia • Muestreo por cuota • Muestreo de bola de nieve • Muestreo voluntario

Fuente: Churchill Jr. - Investigación de mercados, 2003.

Por su parte los métodos de muestreo no probabilístico se basan en el juicio del investigador o en el de otras personas. Generalmente no se conocen las probabilidades de selección de los elementos que componen la población; la inferencia estadística puede conducir a errores cuando se emplea este método.

a. Los métodos de muestreo no probabilístico. Los de mayor aplicación son los siguientes:

1) Muestreo de juicio. Se utiliza cuando el investigador selecciona una muestra únicamente porque juzga que esa muestra permite alcanzar los objetivos de la investigación.

2) Muestreo de conveniencia. La muestra está compuesta por elementos seleccionados porque están disponibles; fáciles de contactar o de convencer para participar en la investigación.

3) Muestreo por cuota. En este tipo de muestreo hay que asegurarse de incluir algunos elementos de la población en la muestra. Si se supone que la población está compuesta de un 30% de hombres y 70% de mujeres, la muestra se integraría siguiendo esta distribución. Por ejemplo en una muestra de 75, 52 serían mujeres y 23 hombres.

4) Muestreo de bola de nieve. Se utiliza cuando es difícil juntar las unidades de la muestra porque éstas poseen características que no son aparentes. En este caso es útil recurrir a personas como fuente de identificación de unidades de muestreo adicionales. Si la información de posibles elementos se termina y no se ha integrado la muestra, conviene contactar a un nuevo elemento para empezar otra vez y así sucesivamente hasta integrar completamente la muestra deseada.

5) Muestreo voluntario. Cuando las unidades de muestreo se autoseleccionan, es decir, expresan de alguna manera su voluntad de integrarse a la muestra.

b. Los métodos de muestreo probabilísticos. Se resumen a continuación sus principales características.

1) Muestreo aleatorio simple. Para obtener una muestra aleatoria simple de tamaño n de una población de tamaño N primero hay que obtener la lista de todos los elementos de la población. Luego se numeran todos los elementos de 1 hasta N y se seleccionan las n unidades de muestreo con la ayuda de una tabla de números aleatorios o por medio de alguna forma de sorteo entre todos los miembros de N . La muestra así obtenida tiene la misma probabilidad de ser seleccionada que cualquiera otra muestra del mismo tamaño que se obtenga de la población.

El muestreo aleatorio simple no es un método aplicable en la mayoría de los problemas de investigación; en efecto, es raro que el investigador disponga de la lista de todos los elementos de la población.

2) El muestreo aleatorio estratificado. En general los investigadores quieren utilizar los métodos de muestreo que conduzcan a las estimaciones más precisas posibles de los parámetros de interés. Una muestra estratificada se obtiene dividiendo los elementos de la población en grupos llamados “estratos” y seleccionando en cada estrato una muestra aleatoria simple. Los criterios para formar los “estratos” estriba en que existen grupos dentro de una población, que son más homogéneos que otros en cuanto a la distribución de una cierta variable a investigar. Entonces los grupos o “estratos” son poco variables entre ellos, y existe una mayor variabilidad entre los “estratos”.

Como todos los estratos son distintos, entonces, habrá que tomar submuestras de cada uno de ellos lo que puede hacerse de dos formas: a) distribuyendo la totalidad de la muestra necesaria entre el número de estratos identificados (muestra estratificada no proporcional); o b), si se atiende la proporción de la población existente en cada estrato para tomar las submuestras en cada uno de ellos (muestra estratificada proporcional) (d’Astous, *et. al.* 2000).

3) El muestreo de grupos. También denominado muestreo de *clusters* y consiste en dividir primero a la población en subconjuntos denominados

“grupos” cubriendo todos los elementos sin que ninguno pertenezca a más de un grupo. Se seleccionan luego una muestra simple de grupos, dentro de los que fueron definidos previamente. La muestra final quedará integrada por todos los integrantes de los grupos seleccionados.

También se puede emplear una forma alternativa si, en una primera etapa se selecciona ciertos grupos de todos los grupos definidos, y luego se seleccionan al azar no todos sino algunos de los elementos de los grupos seleccionados. A esta forma se le denomina muestreo en dos etapas o bietápico.

4) Muestreo de grupos en forma sistemática. Se trata de un caso particular del muestreo en grupos, donde los elementos de una muestra se seleccionan sistemáticamente de una población. Por ejemplo, suponiendo que desea sacar una muestra de 5 grupos de una población distribuida en 50 grupos. Se pueden numerar los grupos del número 1 al 50; entonces se sortea un número entre 1 y 10 para determinar el punto de partida; asumiendo que sea el 4 el elegido, se tomarán a partir de allí un intervalo de 10, de manera que se seleccionará el 4 el 14, 24, 34 y el 44. El intervalo se determina dividiendo el total de grupos entre el número de grupos que se desean; en el ejemplo anterior $= 50/5 = 10$. Por esta razón el punto de partida se determina de forma aleatoria entre el número 1 y el 10.

5) El muestreo por áreas. Las poblaciones bajo investigación pueden ser de personas u hogares, las cuales están delimitadas geográficamente (por ejemplo una ciudad). En estas situaciones, cuando no existe una lista completa y fiable de los elementos de la población, el muestreo por áreas (*area sampling*) es un método posible.

Por ejemplo, si se quiere llevar a cabo una investigación en una ciudad, con la ayuda de un mapa detallado o de información municipal o censal se divide la ciudad en grupos según los barrios, zonas o por calles que se denominan *bloques*.

Luego, se selecciona una muestra aleatoria de *bloques* y se envían encuestadores para encuestar a todos o algunos residentes. En el primero de los casos (muestreo de áreas unietápico) se seleccionan al azar los bloques en los cuales se

encuestará a todos los residentes. En el segundo caso (muestreo de áreas bietápico) se seleccionan al azar los bloques y dentro de cada bloque se seleccionan al azar a algunos residentes (Churchill Jr. 2003).

7. La estimación o inferencia estadística. El propósito de tomar una muestra aleatoria de una población es inferir los valores de los parámetros poblacionales, generalmente la media " μ " y la proporción " P ".

En términos generales, esto se logra integrando un intervalo de confianza para los parámetros poblacionales sumando y restando a los valores muestrales el error de muestreo (probabilidad de que el valor muestral esté lejos del verdadero valor del parámetro, denotado por E) (Levin & Rubin 1998).

a. Intervalo de confianza para la media poblacional. Está dado por la siguiente fórmula (Levin & Rubin, 1988).

$$\mu = \bar{x} \pm E$$

Donde:

μ = media poblacional

\bar{x} = media muestral

$E = Z \times (\text{Varianza muestral} / n)^{1/2}$

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza equivalente el porcentaje de área cubierto por cierto número de desviaciones estándar, medidas hacia arriba y abajo del promedio, en una distribución normal.

b. Intervalos de confianza para la proporción poblacional. Está dado por la siguiente fórmula (Levin & Rubin, 1998)

$$P = p \pm ZE$$

Donde:

P = proporción poblacional

p = proporción muestral

q = no proporción muestral (1-p)

E = $(pq/n)^{1/2}$

n = tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza equivalente el porcentaje de área cubierto por cierto número de desviaciones estándar, medidas hacia arriba y abajo del promedio, en una distribución normal.

Los intervalos de confianza se modifican cuando el tipo de muestreo que se ha empleado no es estrictamente de forma aleatoria simple; por ejemplo, cuando se tiene un muestreo de tipo estratificado proporcional.

En este caso; se debe realizar un procedimiento para ponderar el valor de la media y la varianza muestral si se trata de un muestreo de variables y de la proporción y no proporción muestral si se trata de un muestreo de atributos (Churchill Jr. 2003).

8. Cálculo del tamaño de la muestra. El cálculo del tamaño de la muestra dependerá si se trata de un muestreo de variables o de un muestreo de atributos. En el muestreo de una variable n está en función de cuatro elementos; el tamaño de la población, la varianza observada en la población, el nivel de confianza que se desea dar a las estimaciones y el error que se desea en dichas estimaciones, (también llamado estimación o error de muestreo). Cuando no se tiene un dato confiable de la varianza poblacional, entonces conviene obtener una muestra piloto de “n” 50 datos para estimar la varianza muestral que constituirá un estimador de dicha varianza poblacional. La fórmula para el cálculo de la muestra es la siguiente (Levin & Rubin 1998).

$$n = \frac{N \times Z^2 \times \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z^2 \times \sigma^2}$$

Donde:

N = Tamaño de la población

σ^2 = Varianza poblacional

E = Nivel de precisión o error de muestreo

Z = Nivel de confianza

En el muestreo de atributos la varianza se estima como el producto de la proporción poblacional (P) por la no proporción poblacional (PQ).

Cuando no se tiene un dato confiable de la proporción poblacional, entonces conviene obtener una muestra piloto de "n" 50 datos para estimar la proporción muestral que constituirá un estimador de dicha varianza poblacional, si esto aún no es posible puede dividirse el valor de P = 0.5 y Q = 0.5. La fórmula de cálculo es la siguiente (Webster, 2000).

$$n = \frac{N \times Z^2 \times PQ}{(N-1)E^2 + Z^2 \times PQ}$$

Donde

N = Tamaño de la población

P = proporción poblacional

Q = no proporción poblacional (1-P)

E = Precisión o error de muestreo

Z = Nivel de confianza para la estimación

Una consideración importante en el cálculo del tamaño de la muestra para variables y atributos es que este valor es conveniente que sea mayor a 50 datos, lo que permitirá utilizar la distribución normal (los valores Z) para hacer los intervalos de confianza. Una muestra menor no permitirá asumir que la distribución muestral (la distribución de las medias muestrales de todas las muestras posibles de tamaño n dentro de una población de tamaño N) sea considerada como una distribución normal. (Webster, 2000).

Muestras más pequeñas permiten inferir el valor de la media poblacional, siempre y cuando se tenga la certeza de que la variable que se investiga se distribuye normalmente. La proporción poblacional no es posible estimarla con muestras pequeñas, debido a que la distribución de un atributo es una distribución binomial cuya aproximación a la normal ocurre a partir de muestras grandes (Levin & Rubin, 1998).

IV. OBJETIVOS

A. General:

Elaborar una propuesta metodológica que permita caracterizar al usuario domiciliario de electricidad en Guatemala, que constituya al mismo tiempo una herramienta de eficiencia energética y mejoramiento del ambiente.

B. Específicos:

1. Presentar una herramienta para la caracterización del uso final de la electricidad de los usuarios residenciales en Guatemala.

2. Realizar un estudio de caso con usuarios voluntarios que permita validar la herramienta de caracterización del uso final de la electricidad en el sector residencial de Guatemala.

V. JUSTIFICACIÓN

La energía eléctrica es un bien estratégico cuya principal función es producir trabajo el cual es aprovechado para diversos usos en el sector domiciliario. El análisis de la forma en que el usuario final consume la energía es muy importante tanto para el usuario como para el comercializador porque les permite identificar oportunidades de hacer un uso más eficiente de la electricidad.

Por ejemplo, muchas campañas de ahorro de energía y eficiencia energética se enfocan a la sustitución de artefactos, o cambios en los hábitos de consumo que pueden representar grandes ahorros en la factura eléctrica. Uno de los problemas que se encuentra cuando se piensa en este tipo de campañas dirigidas al ahorro energético es que no se sabe con certeza qué porcentaje de la población usa un determinado tipo de equipamiento y cuánto tiempo en promedio se utiliza en el hogar.

Si se cuenta con estos datos se pueden diseñar proyectos de sustitución específicos que facilitarían los análisis beneficio-costos frente a otras tecnologías aún más caras aunque quizá más eficientes. No obstante que las empresas comercializadoras de electricidad han hecho algunas apreciaciones sobre el perfil del consumidor residencial de electricidad en Guatemala, esta información es de uso restringido.

La determinación de los equipos, el tiempo de uso promedio del equipamiento, así como la proporción de hogares que los utilizan ayuda a caracterizar a los usuarios. Los beneficios de conocer esta información son que se puede determinar a partir de ella, con un grado de confiabilidad y precisión, el ahorro energético y los beneficios ambientales de cambios en los patrones de consumo. Una mayor eficiencia energética de hecho permitirá reducir el uso de derivados de petróleo y carbón mineral en el país.

El diseño y la validación de una estrategia metodológica sobre este aspecto, es necesaria, en virtud de la creciente demanda de electricidad y los costos económicos y ambientales que ocasionan adicionar capacidad instalada en el parque generador nacional. Un mejor uso de la electricidad, logrado a partir de herramientas prácticas de identificación de patrones de consumo, podría ayudar a reducir estos costos e impactos.

VI. METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo profesional y el alcance de sus objetivos se aplicarán las siguientes herramientas metodológicas.

A. Definición de la unidad de análisis

El universo de este trabajo lo constituyeron los usuarios residenciales de energía eléctrica en la república de Guatemala.

B. Evaluación de herramientas de análisis

Este trabajo se inició con una investigación de literatura relevante para garantizar un mejor proceso basado en principios teóricos, enfocados en la medición de los usos de la energía eléctrica en el sector residencial. También se investigaron las características de la población del país y sus hábitos de consumo de energía eléctrica y los electrodomésticos de mayor uso.

El muestreo y la inferencia estadística, así como la construcción de herramientas de medición de variables y atributos en poblaciones fue el otro aspecto que fue revisado en las fuentes bibliográficas.

C. Construcción de la herramienta de medición

La primera parte del estudio consistió en construir una herramienta de medición de variables y atributos relacionados con el uso de la energía eléctrica en el sector residencial de Guatemala. Además, se realizaron dos pretest, uno con 5 personas ajenas al tema y luego se pasó una prueba piloto con un grupo de 10 personas con las características semejantes a los destinatarios finales de la encuesta. Con la información recopilada se procedió a reestructurar el cuestionario a fin de mejorarlo.

D. Elaboración de la propuesta para aplicar la herramienta de medición

Una vez establecido el cuestionario y con la información bibliográfica recopilada se procedió a elaborar una propuesta para aplicarlo en cualquier ámbito del país, considerando la distribución de las viviendas tanto en el sector rural, como en el sector urbano.

E. Muestra voluntaria

Adicional a los pretest, se realizó una muestra voluntaria a 71 hogares con los cuales se solicitó una entrevista para recopilar la información. Los datos obtenidos de estos 71 encuestados se analizaron estadísticamente y con los mismos se hacen algunas conclusiones relativas al equipamiento del hogar y al uso de la energía eléctrica.

F. Materiales y recursos

Para efectuar el trabajo de vaciado y análisis de las encuestas de la muestra voluntaria fue necesario el siguiente equipo:

- a) Computadora personal
- b) Programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 9.0 para estudiantes.

VII. ENCUESTA DE CONSUMO DE ELECTRICIDAD

A. Formulación y validación de la herramienta de medición

1. **Construcción de la boleta de encuesta.** Para recopilar la información que permitiera caracterizar el consumo domiciliario de energía eléctrica en Guatemala se elaboró el cuestionario denominado *Encuesta sobre el consumo de energía eléctrica en el hogar*, este cuestionario es de respuesta directa de carácter precodificado. En el apéndice B se presenta la boleta de encuesta.

Las preguntas establecidas en el cuestionario son preguntas de tipo cerradas; algunas dicotómicas y otras categorizadas con respuestas en abanico de única opción. Las opciones dadas a las preguntas categorizadas se plantean por intervalos y para el análisis estadístico se considera el valor central del intervalo seleccionado como la respuesta del entrevistado. Este tratamiento se deriva del concepto del punto medio de un intervalo de manera que todas las observaciones que se registran en un intervalo se hacen coincidir con el valor central del mismo, facilitando así su conteo (Webster, 2000).

a. **Secciones del cuestionario.** El cuestionario se dividió en ocho secciones, las cuales se explican a continuación.

1) **Sección sobre la vivienda.** El objetivo de la sección es conocer el tipo de vivienda del entrevistado (un piso, dos pisos, edificio alto, bajo o condominio), la edad de la misma, el número de habitaciones (excluyendo los baños y pasillos), así como el área aproximada en metros cuadrados de estos espacios habitados.

La pregunta 1 sobre el tipo de vivienda se estableció como una pregunta introductoria, toda vez que está a la vista del entrevistador la vivienda; sin embargo deberá hacerla para “romper el hielo” en la entrevista.

La edad de la vivienda (pregunta 2) servirá para establecer si existe alguna relación entre dicha variable y el consumo de electricidad; esto si se asume que en las

nuevas construcciones se deberían realizar algunas prácticas de conservación de energía como mejoramiento de la iluminación, ventilación, uso de colores, etc.

La cantidad de habitaciones por vivienda (pregunta 3) será relacionada con el dato de consumo de energía eléctrica mensual que el entrevistado indique para obtener la relación *kWh/m/habitación*. De manera similar se podrá proceder con el dato de metros cuadrados de espacio habitado por vivienda, (pregunta 4) encontrando la relación *kWh/m/metro cuadrado*.

2) Sección sobre el calentamiento de agua. El objetivo de la sección es conocer si en la vivienda se utiliza electricidad para calentar agua distinta a la que se utiliza en la cocina (pregunta 1). Si la respuesta es afirmativa se buscará conocer el tipo de equipo que calienta el agua, así como sus características, y la forma e intensidad de uso.

La pregunta 2 tiene como objetivo establecer el tipo de calentador eléctrico utilizado en el hogar; si se utiliza más de uno, entonces se identifica cual es el principal. La pregunta 3 se refiere a la edad del calentador principal del hogar; el dato es relevante para establecer la edad del parque de este electrodoméstico en las viviendas que se encuesten.

El objetivo de la pregunta 4 es conocer el ajuste de temperatura más utilizado por las personas que tienen calentador eléctrico de agua. Esta información es muy importante si se desea buscar un equipo o fuente sustituta, por ejemplo los calentadores solares.

La pregunta 5 se refiere a la cantidad de baños que se realizan en el hogar en un día típico y en las que se utilice el calentador principal de agua. A partir de este valor y conociendo el tipo de calentador del que se trate se podrán estimar los *kWh/m* de consumo por este concepto.

3) Sección sobre lavado y secado de ropa. El objetivo de la sección es conocer si en el hogar se utilizan lavadores y/o secadoras de ropa eléctricas;

así como su intensidad de uso. Las preguntas 1 y 3 concretamente preguntan si el hogar tiene o no estos aparatos.

En la pregunta 2 se desea que el entrevistado informe cuántas cargas de ropa se lavan con agua caliente; cuántas con agua fría y cuántas con agua tibia por semana. El propósito de la pregunta es establecer el gasto de electricidad en *kWh/m* por uso de la lavadora en vista que el consumo energético es distinto a diferentes temperaturas. También se busca establecer la proporción de hogares que utilizan agua caliente para el lavado de su ropa.

La pregunta 4 tiene el propósito de establecer cuántas cargas de ropa se secan semanalmente y esto representará un consumo en *kWh/m* que sumado al uso de la lavadora nos dará el total de *kWh/m* para lavado y secado de ropa en el hogar.

4) Sección sobre conservación de alimentos. El objetivo de esta sección es establecer cuántos refrigeradores se encuentran en uso en el hogar; el tipo, el tamaño, la edad y el sistema de descongelado.

La pregunta 1 se refiere a la cantidad de refrigeradores que se usan en el hogar; la pregunta 2 se plantea para los primeros tres refrigeradores (suponiendo que existan) y da opciones para determinar si son de una puerta, dos puertas o de puertas a los lados (grandes). La pregunta 3 se refiere al tamaño de los refrigeradores que se encuentren en el hogar y se dan las opciones desde muy pequeño hasta extra grande.

En función del modelo, de su sistema de descongelado (pregunta 4) y de su edad (pregunta 5) se establecerá el consumo mensual en *kWh/m*. Esto, considerando que existe referencia bibliográfica que establece que modelos recientes de descongelado automático son más eficientes que modelos antiguos de descongelado semimanual o manual. Las mismas preguntas y en el mismo orden se hacen en el caso de los congeladores cuyo consumo, sumado al de las refrigeradores, dará el total de energía eléctrica *kWh/m* por concepto de conservación de alimentos en el hogar.

El caso de los congeladores es especial ya que en la encuesta de ingresos y gastos familiares no aparecen estos aparatos. Aunque muchos hogares que tienen una

tienda cuentan con ellos, y no es tan fácil integrar estos consumos a un sector comercial en vista de sus características particulares (domicilios-negocios), se estimó conveniente incluirlos en la boleta.

5) Sección sobre preparación de alimentos. El objetivo de la sección es determinar el consumo de electricidad en la preparación de alimentos en el hogar. La pregunta 1 se hace para determinar si cocina con electricidad; si cocina solamente con electricidad o bien cocina en parte con electricidad y en parte con otro combustible como gas propano o leña.

La pregunta 2 tiene como objetivo determinar la frecuencia con que las personas elaboran sus alimentos en una semana típica. Las opciones dadas determinarán la frecuencia de uso de esta manera; rara vez un 33% del tiempo, algunas veces un 66% de las veces y con frecuencia el 100% de las veces.

La pregunta 3 se refiere al uso del horno microondas en el día; las opciones dadas son: nunca que equivale al 0% del tiempo, rara vez un 33% del tiempo; algunas veces un 66% de las veces y con frecuencia el 100% de las veces. A criterio de personeros de la Dirección General de Energía (Ruiz, Balcárcel 2007) este valor podría ser de un máximo de 3 horas al mes.

De la misma manera se preguntó sobre la frecuencia del uso de lavaplatos o lavatrastos en la pregunta 4. La suma de consumo de la estufa más el microondas y el lavaplatos será el consumo mensual en preparación de alimentos al mes en *kWh/m*.

6) Sección sobre iluminación. En esta sección se hicieron únicamente dos preguntas para poder determinar el consumo mensual de electricidad por este concepto. La pregunta 1 que se refiere a la cantidad de lámparas que se utilizan en el hogar por cada tipo de ellas, incandescentes, reflectores, fluorescentes, fluorescentes compactas y lámparas de sodio.

Para la pregunta número 2 se dan opciones para definir la intensidad de uso de las lámparas; si la elección es muy pocas, entonces se procesarán todas las lámparas utilizadas por el 25% del tiempo de uso. Si la elección es algunas, le corresponderá el

50% del tiempo; si es muchas el 75% y si es la mayoría se le asignará el tiempo completo. El tiempo diario de uso se estableció en 6 horas, con base en datos de la Dirección Sectorial de Energía de Costa Rica (DSE, 2001).

La suma del tiempo de uso de cada tipo de lámpara al mes multiplicado por su correspondiente vatiaje será el consumo de electricidad mensual por este concepto en *kWh/m*.

7. Sección sobre otros electrodomésticos. En esta sección se busca establecer el uso de otros aparatos eléctricos de una lista de electrodomésticos se utilizan en el hogar. Se ha asignado un tiempo de uso a cada uno de ellos de una hora diaria (Ruiz Balcárcel 2007). Especial atención se le ha dado a las horas de uso del televisor y la plancha, las que se preguntan específicamente en los incisos 2 y 3.

En la pregunta 4 se plantea al entrevistado si utiliza con regularidad (3 horas o más a la semana) algún otro aparato eléctrico no mencionado y si lo puede describir (esta es la única pregunta de carácter abierto que se planteó). En función del equipo que describa se calculará su aporte al consumo total de otros electrodomésticos que se expresará en *kWh/m*.

8. Sección de información adicional. En esta sección se le pide al entrevistado en la pregunta 1 que indique la cantidad de personas que viven por lo menos la mitad del año en la vivienda (con este dato podemos calcular la relación kW/persona al día, al mes o al año).

También se le pide en la pregunta 2 que indique los últimos 3 meses de consumo que hizo el hogar en electricidad kWh dato que aparece en su factura por el servicio.

En la pregunta 3 se pide al entrevistado que indique la zona, el municipio y el departamento en que se encuentra la residencia. Esto permitirá situar la información en relación a la unidad de muestreo a la que corresponda tal y como se sugiere en el procedimiento de selección de la muestra (ver sección B, inciso 2 del capítulo VII).

Finalmente, se hace una observación para que el entrevistador exprese al entrevistado la colaboración a la encuesta y que le indique que la misma proveerá información útil en hacer un uso más eficiente del recurso energético por parte de la sociedad.

2. Validación del cuestionario. Para validar el cuestionario se procedió a entregarlo a 10 colaboradores voluntarios, ajenos al tema en cuestión, y se les solicitó que expresaran qué entendían en cada uno de los cuestionamientos.

En una segunda fase, con los ajustes derivados de la primera, se entregaron cuestionarios a otras 10 personas que sí tenían las características de las personas que serán encuestadas para ver como reaccionaban a los cuestionamientos. Para el efecto se hicieron las siguientes preguntas:

¿Tiene reticencia para responder alguna pregunta?

¿Considera demasiado largo el cuestionario?

¿No entendió alguna pregunta?

¿No sabe como responder alguna pregunta?

Se podría decir que una tercera fase la constituyó la muestra voluntaria de 75 hogares que fueron encuestados ya que se solicitaba y se anotaba si había algún comentario al cuestionario.

a. Observaciones hechas a la primera boleta. Las observaciones realizadas a la primera versión del cuestionario fueron las siguientes:

- No es fácil hacer el cálculo de los metros cuadrados totales de la vivienda
- ¿En la pregunta sobre el calentamiento de agua entra en cuenta el agua que utilizan las personas en la cocina?
- ¿A qué se refieren con el ajuste de temperatura del calentador?
- ¿Cuándo se pregunta la cantidad de duchas se refieren a las que se hacen utilizando el calentador de agua?
- Tengo secadora de gas propano y no se dá la opción en el cuestionario.
- El cuestionario es muy largo de responder

- No encontré la información de los pies cúbicos de mi refrigerador.
- Existen congeladores de gas propano y no se especifica en la pregunta que se refieren a los eléctricos.
- Se dan sólo dos opciones para combustibles para cocinar electricidad y gas propano, pero en casa se utilizan las dos.
- No se dá la opción para las cocinas a leña o carbón.
- En la pregunta del microondas no se dice si la frecuencia que se pregunta es al día o al mes.
- En mi hogar también se utilizan algunas lámparas de día, ¿no sería mejor preguntar cuántas horas por cada tipo de lámparas?
- En los electrodomésticos no aparece la plancha y en casa la usamos todos los días.

b. Observaciones hechas en la segunda etapa. Las observaciones hechas en la segunda versión del cuestionario se resumen así:

- El dato sobre el nivel de ingresos al mes no parece muy adecuado contestarlo (por seguridad) aunque sea anónimo.
- El cuestionario no es muy largo, aunque se necesitará tiempo para responderlo. Mejor contactar antes para tener la información a la mano (la factura de electricidad).
- ¿La pregunta 2 se refieren al calentador eléctrico principal?, No supe responder ya que en mi hogar el principal es de gas propano.

c. Observaciones hechas en la muestra voluntaria. En esta fase no se hicieron observaciones importantes para la modificación del cuestionario, aunque existieron comentarios que son dignos de mencionar.

- ¿De qué forma la información puede ayudar a bajar mi factura de consumo de electricidad?
- ¿Pueden decirme con esta encuesta si puedo reducir mi consumo de energía?
- ¿Esta encuesta la realizan permanentemente la Empresa Eléctrica o el INDE?

Se trató de responderles a los participantes que el propósito de validar el cuestionario es proponerlo para que ayude a hacer un mejor uso de la energía y que el usuario pueda tener oportunidades de ahorro.

3. Análisis estadístico del cuestionario. El tratamiento estadístico de los resultados de la encuesta principalmente será enfocado en dos temas.

a. El análisis descriptivo. Permite caracterizar en primera instancia a los consumidores de la muestra; los estadísticos a calcular en cada caso serán:

- Presentación gráfica y tabular de los datos muestrales
- Cálculo de los estadísticos siguientes
- El promedio
- Desviación estándar
- Percentiles
- Rango
- Moda
- Mediana

4. El análisis inferencial. Se usa para caracterizar a los consumidores de la población; los parámetros a calcular en cada caso serán:

- El promedio poblacional
- La proporción poblacional

El detalle del tratamiento estadístico de cada una de las preguntas del cuestionario será presentado en la sección C del presente capítulo que se refiere a la "Presentación de resultados de la muestra voluntaria".

Asimismo se establecerán criterios para la conformación de módulos homogéneos de consumo, entre ellos pueden estar los siguientes:

- El primer criterio se hará atendiendo a los ámbitos en que sea pasada la encuesta; es decir el urbano y el rural.

- Otro criterio de conformación de los módulos homogéneos puede hacerse tomando en cuenta los electrodomésticos que se utilizan en el hogar.
- Un tercer criterio puede ser el promedio de consumo mensual de electricidad.

Una vez definidos estos módulos homogéneos se calculan los parámetros media poblacional y proporción poblacional para cada variable y/o atributo de la encuesta.

B. Mecanismo propuesto para la aplicación de la herramienta de medición

El cuestionario que se muestra en el anexo B se puede administrar siguiendo los siguientes puntos de un plan de muestreo.

1. Método de encuesta. Dadas las condiciones de la población de Guatemala el método de muestreo a emplearse será de encuesta administrada.

2. Método de muestreo. En atención a que la población de Guatemala se encuentra distribuida en el ámbito rural y urbano el tipo de muestreo a emplear será:

- Bietápico
- De conglomerados y aleatorio en su primera etapa
- De segmentos compactos y aleatorio en su segunda etapa.

El muestreo bietápico se refiere a que se hará en dos fases sucesivas; en la primera deberá seleccionarse de manera aleatoria las zonas o conglomerados a muestrearse (tanto en el área rural como en el área urbana). Estos conglomerados pueden ser las zonas de las ciudades, colonias o centros poblados, también existe la alternativa de utilizar las unidades primarias de muestreo (UPM) del Instituto Nacional de Estadística.

En seguida dentro de cada conglomerado se procederá a tomar también al azar, unidades de muestreo de segmentos compactos en este caso se recomienda tomar segmentos de 12 casas por ejemplo en el área rural y 5 en el área urbana.

Finalmente dentro de cada segmento seleccionar 2 viviendas al azar hasta cubrir la muestra necesaria. El total de las unidades primarias de muestreo por los segmentos compactos dentro de cada conglomerado y finalmente por 2 viviendas deberá dar el total de viviendas calculadas para la muestra.

a. Población de interés. Está compuesta por todas las viviendas particulares ocupadas existentes en el país en el momento de realizarse la encuesta.

b. El marco muestral. Pueden utilizarse los listados de los segmentos censales y los mapas del Instituto Nacional de Estadística. El marco muestral está configurado por 11170 unidades primarias de muestreo UPM que lo constituyen los sectores cartográficos del Censo de Población y Habitación 2002; de éstos 3544 son urbanos y 7626 son rurales. Un sector es la aglomeración, en promedio, de 150 viviendas en el área rural y 200 en el área urbana. Estos conglomerados están delimitados por accidentes físicos y naturales.

En caso de no contarse con esta herramienta, habrá que construir el marco muestral dividiendo el área bajo investigación en segmentos o conglomerados y haciendo un listado de ellos.

c. El tamaño de la muestra. El diseño deberá considerar la estimación de las variables principales en el ámbito de dos áreas de interés: área urbana y área rural. En este sentido se propone como variable principal, el consumo de energía eléctrica mensual (kWh/m) y utilizar la fórmula anotada en la sección 6 del capítulo III; páginas 37 y 38.

Dado que para determinar la muestra es necesaria la estimación de la varianza poblacional, se sugiere para aplicar el cuestionario tomar la varianza máxima en función de los datos del ENIGFAM y de las estimaciones del Banco Mundial que aparecen en la página 13 (Sección C.3 del capítulo III).

En el momento de realizarse una encuesta deberá utilizarse el mejor estimador de la varianza poblacional para ser utilizado.

d. Selección de la muestra. El procedimiento de selección de muestras de primera etapa utilizará probabilidades iguales para cada conglomerado. En el muestreo de segunda etapa se aplicará un muestreo aleatorio; las unidades a seleccionarse por este método son segmentos compactos con tamaño constante, de 12 viviendas para el área rural y de 5 en el caso del área urbana; se seleccionarán 2 viviendas por cada segmento seleccionado.

e. Administración del personal. Cualquier instancia que realice el muestreo deberá previamente capacitar al personal y contar con equipos de trabajo. Se sugieren 5 personas como mínimo y 1 supervisor por cada diez encuestadores. La capacitación deberá hacer énfasis en el propósito de cada pregunta del cuestionario.

f. Procesamiento de datos. Dada la cantidad de información que se obtiene de un cuestionario como el propuesto de 65 preguntas, lo más recomendable es que cada una de las variables sea precodificada a fin de manejarse de una manera más práctica con un software estadístico como el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Para la tabulación y procesamiento de los datos de la encuesta piloto se utilizó el SPSS versión para estudiantes 9.0

C. Integración de la muestra voluntaria

Para integrar la muestra voluntaria, originalmente se contactó con un total de 100 personas a quienes se les solicitó una entrevista para administrarles la boleta de encuesta. De este primer listado confirmaron 71 personas a quienes se les visitó personalmente y cuyos resultados se presentan en el siguiente inciso. A las personas que se entrevistaron se les pidió de manera anticipada, tener a mano una factura de energía eléctrica reciente.

Todas las personas que integraron esta muestra voluntaria son residentes del departamento de Guatemala.

D. Presentación de resultados de la muestra voluntaria

Para el procesamiento y análisis estadístico de las variables contenidas en el cuestionario, se necesitaron valores de consumo o potencia de los electrodomésticos referidos en dicho cuestionario. Con base en la información bibliográfica disponible e

información de fabricantes (Ver apéndice C), se determinaron los datos siguientes presentados en el cuadro 13; el criterio seguido fue determinar los valores centrales en el rango en cada caso.

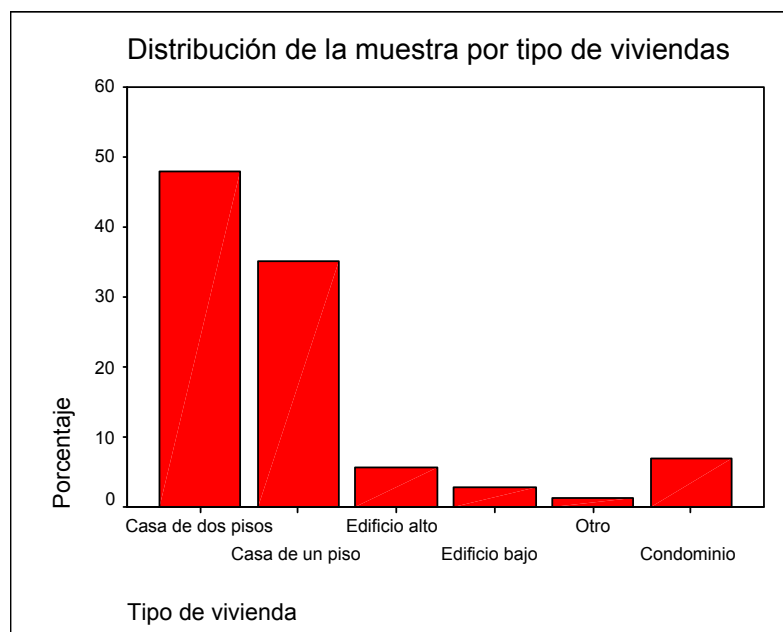
Cuadro 13. Valores de potencia o consumo de electrodomésticos utilizados para el análisis del cuestionario

No.	Nombre	Potencia Watts	Consumo kWh/año
1	Calentador de ducha Temperatura alta Temperatura media Temperatura baja	3000 2500 2000	
2	Calentador de paso (No importando el ajuste de temperatura)	2000	
3	Calentador de depósito (terma) Tamaño pequeño, mediano o grande independiente del ajuste de temperatura.		3600
4	Lavadora de ropa	580	
5	Secadora de ropa	500	
6	Refrigeradores Pequeños modelos recientes Medianos modelos recientes Grandes o extragrandes modelos recientes Pequeños modelos antiguos (mas de 15 años) Medianos modelos antiguos Grandes modelos antiguos		612 684 828 684 828 960
7	Congeladores individuales		828
8	Estufa eléctrica	4000	
9	Foco incandescente Reflectores Lámpara fluorescente Lámpara fluorescente compacta Lámparas de sodio	75 75 50 25 75	
10	Televisores	120	
11	Plancha	1000	
12	Videocasetera	25	
13	Estéro	75	
14	Computadora personal	300	
15	Bomba de cisterna	560	

Fuente: Elaboración propia.

1. Datos sobre las viviendas. La distribución de la muestra por el tipo de viviendas se presenta en la figura 9; el mayor porcentaje correspondió a las viviendas de dos pisos con el 48% y el menor porcentaje a los edificios bajos de hasta 3 pisos.

Las casas de un piso conformaron un 35% de la muestra y los condominios con casas individuales un 8%. La edad promedio de las viviendas resultó ser de 12.8 años, con una desviación estándar de 8.9 años.

Figura 9.

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al número de habitaciones que se reportaron en las viviendas la distribución se presenta en el cuadro 14.

Cuadro 14. Número de habitaciones por vivienda en la muestra

Estadístico	Valor
Promedio	5.9
Mediana	5.5
Moda	3.5
Percentiles	
25	3.5
50	5.5
75	7.5
Número de datos	71

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que el promedio de habitaciones por vivienda resultó ser aproximadamente de 6 y la mediana de 5.5 habitaciones; es decir la mitad de la muestra es superior e inferior a este dato. El valor más repetido de habitaciones por vivienda es de 3.5, cantidad que coincide con el percentil 25; esto significa que la cuarta parte de la muestra tenía menos de 3.5 habitaciones. También se puede observar que el 75% de las casas en la muestra tenían menos de 7.5 habitaciones y sólo el 25% de la muestra superó este valor.

En cuanto a la superficie aproximada en metros cuadrados de los espacios habitados por vivienda, la muestra arrojó los datos presentados en el cuadro 15.

Cuadro 15. Área habitada por vivienda en la muestra

Estadístico	Valor
Promedio	177.3
Mediana	125.0
Moda	125.0
Percentiles	
25	109.0
50	75.0
75	250.0
Número de datos	65

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el área habitada promedio por vivienda resultó ser aproximadamente de 177 metros cuadrados y la mediana de 125, es decir la mitad de la muestra es superior e inferior a este dato.

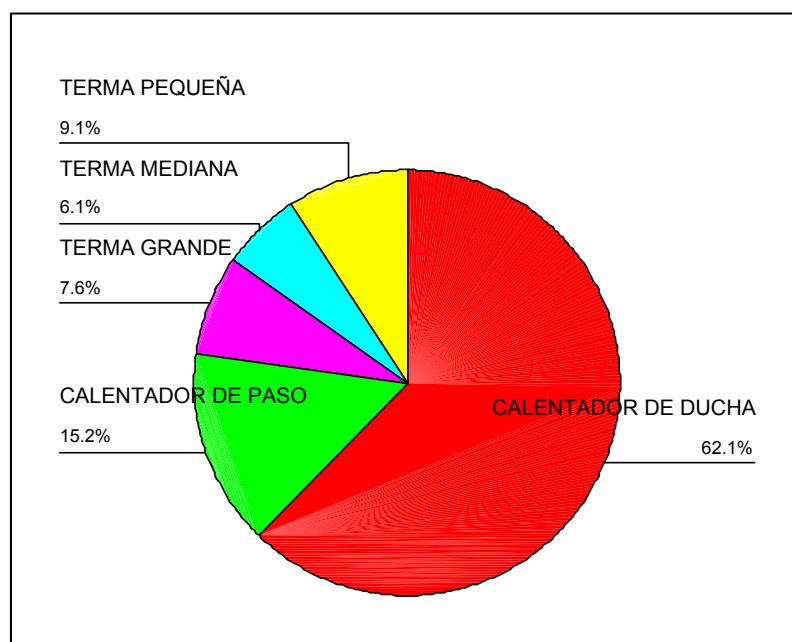
El área habitada más observada por vivienda resultó ser de 125 metros cuadrados; también se puede observar que el 75% de las casas tenían menos 250 metros cuadrados de espacio habitado y sólo el 25% de la muestra superó este valor. Esta pregunta tuvo un 8.45% de no respuesta.

2. Datos sobre el calentamiento de agua. El 93% de los hogares respondieron que sí utilizaban energía eléctrica para el calentamiento de agua; mientras que el 7% respondió que no. En ningún caso se dejó de responder.

El 93% de los encuestados que respondieron afirmativamente al uso de energía eléctrica para el calentamiento de agua; describieron sus calentadores de la siguiente forma:

El 62% de los hogares en la muestra que calientan agua con electricidad utilizan un calentador de ducha, mientras que un 22.8% utilizan una terma y un 15% un calentador de paso.

Figura 10. Calentadores eléctricos utilizados por los encuestados



Fuente: Elaboración propia

La antigüedad de estos aparatos en promedio resultó ser de 2.75 años para los calentadores de ducha; 2.5 años para los calentadores de paso y de 6 años para los calentadores de terma.

En cuanto a la temperatura a la cual se ajustan los aparatos, un 5% de los hogares dijeron que utilizaban una temperatura alta, un 20% una temperatura fría y el 75% restante utilizaba un ajuste a temperatura media. El número de duchas que se toman en el hogar de manera diaria utilizando el calentador también se consultó. Los resultados son los siguientes:

Cuadro 16. Número de duchas por hogar encuestado

Estadístico	Valor
Promedio	4.1
Mediana	4.0
Moda	4.0
Percentiles	
25	2.1
50	4.0
75	5.0
Número de datos	66

Fuente: Elaboración propia.

En promedio, en los hogares muestreados se toman 4 duchas al día utilizando el calentador y solamente en el 25% de los casos se superan cinco duchas por hogar. El promedio de duchas por persona al día, se calculó dividiendo el total de duchas reportadas por hogar al día entre el total de miembros del hogar. El promedio se determinó en 1.36.

a. Consumo de duchas eléctricas y calentadores de paso. De acuerdo al número de duchas que se toman al día, y el tipo de calentador utilizado, es posible estimar el gasto de electricidad así:

No. de duchas al mes x tiempo efectivo de uso por ducha (horas) x Potencia promedio del calentador en Kilowatts = kWh/m

kWh/m = duchas/mes x horas/ducha x Kilowatts

El tiempo promedio de uso de la ducha eléctrica fue estimado por personeros del Ministerio de Energía y Minas, en 7.5 minutos (Ruiz, 2007).

Duchas eléctricas

4 duchas/día x 30 días/mes x 0.125 horas/ducha x 2500 Watts
= 37500 Watt/hora/mes
= 37 kWh/m

Calentadores de paso

4 duchas/día x 30 días/mes x 0.125 horas/ducha x 1500 Watts
= 22500 Watts/hora/mes
= 22.5 kWh/m

b. Consumo por uso de termas eléctricas. En el caso de las termas eléctricas aunque los equipos tienen una potencia media de 4500 Watt, según especificaciones de fabricantes, conviene estimar el consumo en términos de consumo medio anual, dado que el consumo no es continuo sino que depende del uso del agua en el depósito. El consumo anual estimado por fabricantes oscila entre los 1800 y los 4700 kWh. Mensualmente esto representa entre 150 y 390 kWh.

Adicionalmente existen referencias de que los equipos modernos son hasta un 20% más eficiente que los antiguos (Southern California Gas, 2007). Si el equipo reportado tiene menos de 5 años, el consumo estimado será menor, así:

Termas eléctricas

Consumo promedio mensual de terma eléctrica con edad mayor a 5 años, igual a 370 KWh.

Consumo promedio mensual de terma eléctrica con edad mayor a 5 años, igual a 300 KWh.

Los estadísticos de la encuesta del consumo de electricidad por uso de calentadores eléctricos de ducha se muestran en el cuadro 17. En promedio se consumen 40.47 kW/m y la mitad de los encuestados consumen por debajo de los 37.5 kWh/m.

También se calculó que solamente un 25% de los encuestados consume más de 51 kWh/m por este concepto y que la mayoría de los encuestados están por arriba del valor promedio de consumo (el valor promedio es mayor que la mediana).

Cuadro 17. Consumo mensual por uso del calentador de agua (KWh)

Estadístico	Valor
Promedio	40.4
Mediana	37.5
Moda	37.5
Percentiles	
25	21.3
50	28.1
75	37.5
Número de datos	41

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al consumo del hogar por uso de calentadores eléctricos en general, el promedio obtenido es de 96.84 KWhm; la mitad de los encuestados consumieron menos de 37.5 kWh/m.

La mayoría de los hogares se situaron por debajo del promedio. Un 25% de los encuestados consume más de 91 kWh/m por este concepto.

3. Datos sobre lavado y secado de ropa. El 91.5% de los hogares respondieron que sí tenían lavadora de ropa, mientras que el 8.5% respondió que no. En ningún caso se dejó de responder a esta pregunta.

Con respecto a la distribución de cargas de ropa que se lava semanalmente con agua fría, tibia y caliente, los encuestados contestaron así: 89% de los encuestados que dijeron tener lavadora, la usan exclusivamente con agua fría; mientras que el restante 11% usa también agua tibia o caliente. Un 1.75% de los encuestados dijeron usar exclusivamente agua caliente y un 7.09% exclusivamente agua tibia.

En promedio se estableció que se lavan 4.75 cargas de ropa por hogar por semana; la mitad de las personas lavan más de 5 cargas y solamente el 25% de los hogares lavan más de 6 cargas semanales de ropa.

Con respecto a la secadora eléctrica de ropa, un 66.2% de los encuestados dijeron no tener este electrodoméstico y un 33.8% dijeron sí tenerla; en ningún caso se dejó de contestar la pregunta.

Las personas que cuentan con este aparato, secan en promedio un total de 2.7 cargas de ropa por semana y un solamente un 25% de los hogares secan más 3 cargas de ropa a la semana.

Con respecto al consumo por uso de estos electrodomésticos, el gasto se estimó así:

Lavadora

Cargas de ropa lavadas/semana x 4 semanas al mes x tiempo por carga promedio x potencia Kilowatts = kWh/m.

El valor utilizado de potencia de la lavadora fue de 580 watts y el tiempo medio por carga de lavado es de 45 minutos. Entonces el consumo mensual es:

$$\text{Cargas de ropa/ semana} * 4 \text{ semanas/mes} * 0.58 \text{ Kilowatts} * 0.75 \text{ horas/carga de ropa} \\ = \text{kWh/m}$$

De manera similar se procedió con la secadora, utilizando una potencia de 5600 Watts; así el consumo es igual a:

Secadora

$$\text{Cargas de ropa secadas / semana} * 4 \text{ semanas/mes} * 5.60 \text{ Kilowatts} * 0.75 \\ \text{horas/carga de ropa secada} \\ = \text{kWh/m}$$

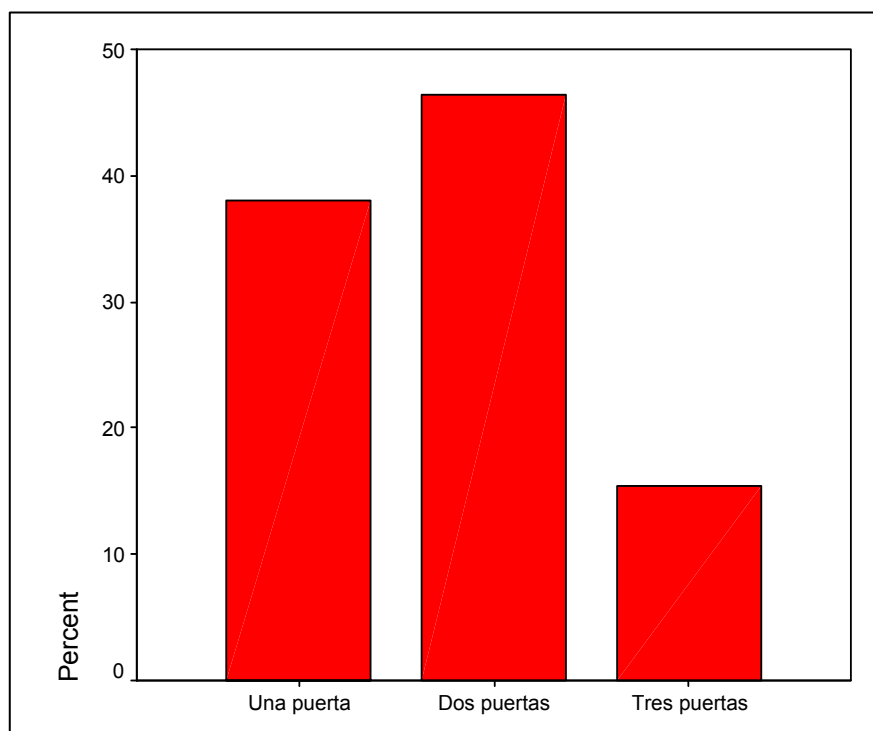
El consumo promedio por utilización de la lavadora en el hogar resultó ser de 8.61 kWh/n y el de la secadora de ropa de 52.08 kWh/m. La mitad de las personas encuestadas consumen menos de 7.83 kWh/m por lavado y la mitad de las que utilizan secadora consumen menos de 5 kWh/m. Solamente en el 25% de los encuestados se rebasan consumos de 10 kWh/m por lavado y 55 kWh/m por secado de ropa.

4. Datos sobre conservación de alimentos. El 100% de los hogares respondieron que tenían un refrigerador en el hogar. El 77% de los encuestados dijeron tener una unidad, 20% dijo tener dos unidades y un 3% dijo tener 3 unidades. Ninguna persona dijo tener más de 3 unidades en su hogar y la pregunta se respondió en el 100% de los casos.

El 38% de estos electrodomésticos corresponden a unidades de una sola puerta, el 47% a unidades de dos puertas y el 15% restante a unidades grandes de tres puertas. El 18% de las unidades reportadas tienen sistema de descongelado manual, el 15% parcialmente automático y el 67% restante de los equipos se reportaron con descongelado automático.

El 7% de las unidades en la muestra resultaron ser equipos pequeños (menores de 13 pies cúbicos), un 17% equipos pequeños (entre 13 y 16 pies cúbicos), un 45% equipos medianos (entre 17 y 20 pies cúbicos). Un 25% también resultaron ser equipos grandes y un 5.6% equipos extra grandes.

Figura 11. Tipo de refrigeradores utilizados por los encuestados, según cantidad de puertas



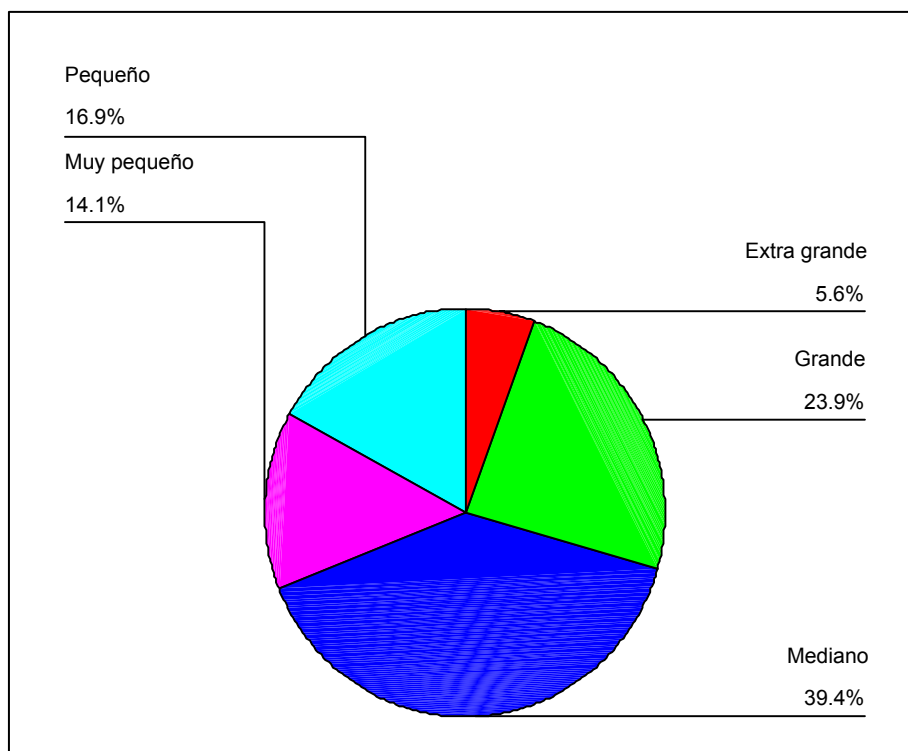
Fuente: Elaboración propia

La edad promedio de los refrigeradores en el hogar se calculó en 6 años y la mitad de los encuestados dijo que su refrigeradora tenía menos de 3 años. Sólo en el 25% de los casos se registraron edades superiores a los 8 años.

Con lo que respecta a los congeladores individuales, ninguno de los entrevistados reportó tenerlos. El consumo de electricidad por uso de los refrigeradores se calculó como se mencionó anteriormente, si dichos aparatos eran anteriores a 1992 es decir mayores de 15 años de edad o no.

Los modelos de refrigeradores posteriores al año 1992, tienen mejoras en el diseño que pueden contribuir, de manera general a una mayor eficiencia. Entre estas mejoras está un mejor aislamiento, sellos más herméticos en las puertas y bobinas de enfriamiento más eficientes (Southern California Gas, 2007).

Figura 12. Distribución de los refrigeradores en la muestra según capacidad



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18. Consumo anual en kWh de los refrigeradores

Modelo	Consumo kWh/año
Pequeños modelos recientes	612
Medianos modelos recientes	684
Grandes o extragrandes modelos recientes	828
Pequeños modelos antiguos (mas de 15 años)	684
Medianos modelos antiguos	828
Grandes modelos antiguos	960

Fuente: Elaboración propia

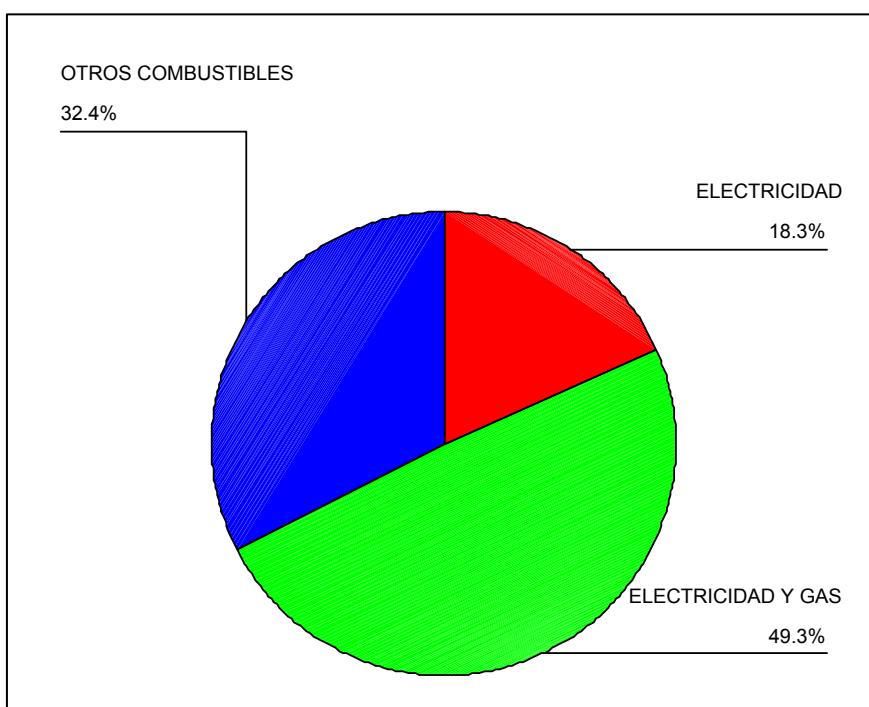
Finalmente, el consumo promedio del hogar por conservación de alimentos se estimó en 73.39 kWh/m y en la mitad de los casos el consumo era inferior a 57 kWh/m. Sólo en el 25% de los casos se reportaron consumos superiores a 69kWh/m por concepto de conservación de alimentos.

5. Datos sobre preparación de alimentos. El 32.4% de los hogares encuestados respondieron que utilizaban otro combustible distinto a la electricidad para cocinar. El 18.3% de la muestra dijo utilizar electricidad exclusivamente y el 49.3% utilizaba electricidad de manera mixta con otro combustible (ver figura 13).

Con relación a la frecuencia de uso de la electricidad para cocinar se respondió en relación a los tiempos de comida que se preparan en el hogar. El 36% de los encuestados dijeron que nunca preparan desayuno ni almuerzo; mientras que un 2% dijeron que nunca preparan cena.

Asimismo se observa que un 36% dijeron que preparan desayuno con frecuencia, un 38% el almuerzo y un 44% la cena. Rara vez preparan desayuno un 36% de los encuestados, rara vez preparan almuerzo el 28% de los encuestados y rara vez preparan cena un 24% de los encuestados.

Figura 13. Combustible utilizado para cocinar en la muestra



Fuente: Elaboración propia.

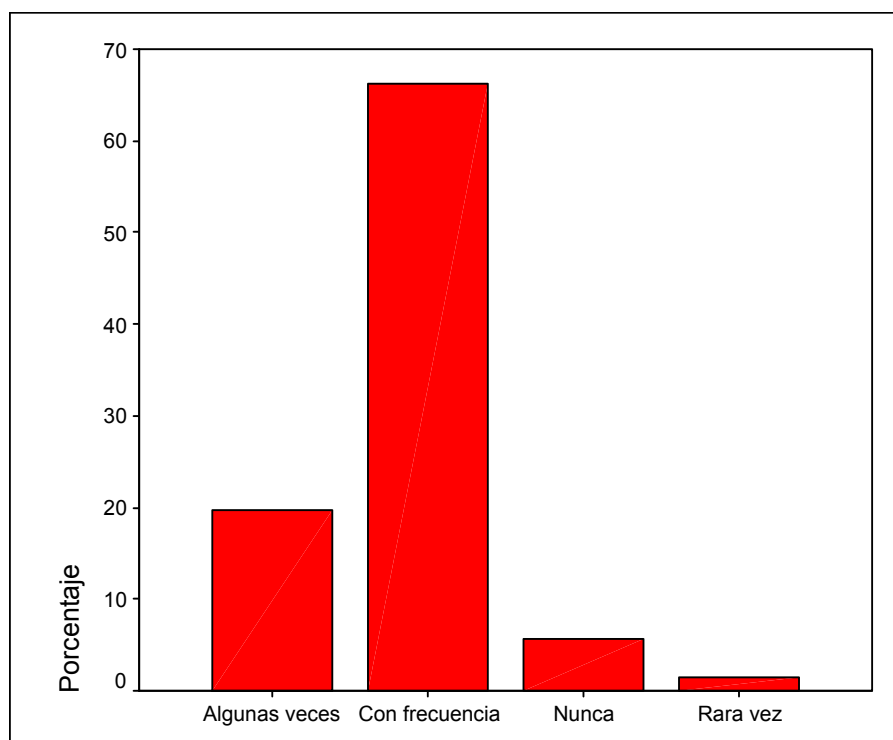
Cuadro 19. Frecuencia de preparación de alimentos en la muestra

	DESAYUNO	ALMUERZO	CENA
Nunca	6%	6%	2%
Rara vez	36%	28%	24%
Algunas veces	22%	28%	30%
Con frecuencia	36%	38%	44%

Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma se preguntó con qué frecuencia se utiliza el microondas al día; las respuestas se presentan de manera gráfica en la figura 14.

El 68% de los encuestados que tiene microondas dijo usarlo frecuentemente durante el día, un 19% dijeron usarlo algunas veces, mientras que un 2% dijeron usarlo rara vez. Un 5% de los encuestados manifestaron que nunca lo usaban a pesar de contar con el electrodoméstico. Un 7% de los encuestados dijeron no tener horno de microondas.

Figura 14. Uso del microondas durante el día en la muestra

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente en esta sección se preguntó si se contaba con un lavaplatos y sobre su frecuencia de uso. Las respuestas fueron las siguientes: El 93% de los encuestados dijo no tener lavaplatos, el 5.6% dijo poseer lavaplatos y una persona (el 1.4% de la muestra) omitió su respuesta.

El cálculo de consumo de electricidad en la preparación de alimentos se determinó de la siguiente forma:

- Se estimó el tiempo de cocción del desayuno en 0.5 horas, el almuerzo en 1 hora y la cena en 0.5 horas. (DSE, 2001).
- El tiempo de uso de la estufa para la preparación de las comidas, se multiplicó por los 30 días correspondientes al mes.
- Se consideró que si la frecuencia determinada para cada tiempo de comida era “*rara vez*”, sólo se contabilizaría 1/3 del tiempo mensual de uso determinado en 2). Si la opción elegida fue “*algunas veces*”, entonces se contabilizaría el 2/3 del tiempo mensual; y, si la opción fue “*con frecuencia*” se tomaría todo el tiempo determinado en 2).
- Finalmente el tiempo efectivo determinado por cada entrevistado, se multiplicó por la potencia de la estufa eléctrica.

*Consumo de estufa eléctrica = Horas de uso/día * 30 días/ mes * potencia de la estufa (Kilowatts) = kWh/m*

En el caso del microondas se consideró un tiempo de uso de cinco minutos diarios si la frecuencia de uso era “*con frecuencia*”; 3.3 minutos al día si la frecuencia de uso era “*algunas veces*” y 1.6 minutos si la frecuencia reportada era “*rara vez*”. El tiempo determinado en cada caso se convirtió a horas y luego se multiplicó por la potencia de el horno de microondas, así:

*Consumo de energía del microondas = Horas de uso/día * 30 días /mes * Potencia del microondas (Kilowatts) = kWh/m*

Finalmente se sumó el consumo en los casos que se reportó el lavaplatos, calculado según la cantidad de veces que se dijo se utilizaba el aparato en la semana

por las cuatro semanas al mes y multiplicado por un tiempo de uso por lavada de 40 minutos (es el tiempo medio del ciclo de lavado, ya que el mismo oscila entre los 20 y los 60 minutos) y por la potencia del aparato, así:

$$\text{Consumo por uso de lavaplatos} = \text{Lavadas / semana} * 4 \text{ semanas /mes} * 0.66 \text{ horas /lavada} * \text{Potencia del aparato en Kilowatts} = \text{kWh/m.}$$

El consumo de estufa, microondas y lavaplatos se suman y se obtiene el consumo mensual por cada entrevistado por concepto de preparación de alimentos.

El consumo promedio de la muestra por concepto de preparación de alimentos resultó ser de 56.35 kWh/m; el 50% de los encuestados gastan menos de 37.4 kWh/m y solamente el 25% de la muestra tiene consumos por encima de los 62.75 kWh/m por este concepto. Un 25% de la muestra resultó tener consumos por menos de 2.75 kWh/m.

A las personas que utilizan electricidad y otro combustible se les calculó solamente el 50% del consumo total; es decir, luego de calcular su consumo como si utilizara sólo electricidad se multiplicó dicho consumo por 0.5.

6. Datos sobre iluminación. En esta encuesta se encontró que del total de lámparas que las personas reportaron en sus viviendas, un 60% corresponden a lámparas incandescentes, un 8% a reflectores, un 10% a lámparas fluorescentes, un 20% a lámparas fluorescentes compactas y un 2% a otro tipo de luminarias como lámparas de halógeno o de sodio.

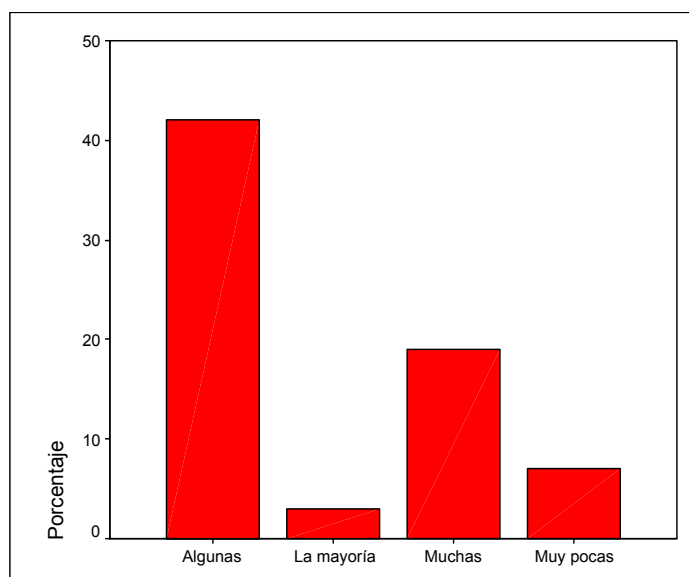
El 85% de los encuestados utilizan por lo menos un bombillo incandescente, un 29.6% por lo menos un reflector, un 19% por lo menos un gasneón, y por lo menos una lámpara compacta la usa el 20% de las viviendas

Por otra parte el 60% de los encuestados sólo utilizan lámparas incandescentes en su hogar y el resto las combinan, principalmente con lámparas fluorescentes compactas (14%) y gasneones (24%). No se encontró ningún hogar que utilizara exclusivamente lámparas fluorescentes compactas o gasneones.

El promedio de focos incandescentes por vivienda resultó ser de 7.33 unidades, y los valores correspondientes a gasneones y lámparas fluorescentes compactas resultó ser de 3.97 y 7.47 respectivamente. Con relación a la frecuencia de uso, los resultados se pueden ver en la figura 15. El 42% mencionó que algunas de sus lámparas (entre tres y cinco) permanecen encendidas. Un 18% dijeron que muchas de sus lámparas (de seis a nueve) permanecen encendidas, un 8% dijo que muy pocas (dos o menos) lámparas permanecen encendidas, mientras que un 3% dijo que la mayoría de sus lámparas (más de 10) permanecían encendidas hasta la hora de dormir.

Se consideró como las horas de la noche, a seis horas; esto tomando el dato de la encuesta de consumo residencial de energía realizado en el año 2001 por la Dirección Sectorial de Energía de Costa Rica (DSE, 2001).

Figura 15. Frecuencia de uso de las lámparas en los hogares encuestados



Fuente: Elaboración propia.

Con la información del total de lámparas por tipo y su frecuencia de uso, se determinó el consumo mensual de electricidad, por cada tipo de lámpara por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{No. de lámparas encendidas} * 6 \text{ horas/día} * \text{potencia en Kilowatts/lámpara} * 30 \text{ días/mes} = \text{kWh/m}$$

Dado que no se preguntó cuáles de las lámparas son las que permanecen encendidas, se determinó aplicarles la frecuencia a todas en la proporción siguiente: “*muy pocas*” equivalente al 25% de las lámparas, “*algunas*” equivalente al 50% de las lámparas, “*muchas*” al 75% de las lámparas y “*la mayoría*” al 100% de las lámparas.

El consumo promedio de electricidad por iluminación en el hogar resultó ser de 68 kWh/m y el 50% de los consumidores gastan hasta 47 kWh/m; mientras que un 25% de los encuestados gastan más de 95 kWh/m. Un 25% de los hogares se calcula que tienen gasto inferior a 33 kWh/m por concepto de iluminación.

7. Datos sobre uso de otros electrodomésticos. En este apartado se preguntó sobre los electrodomésticos que se utilizan en el hogar y cuántas unidades de cada uno de ellos se poseen. Es relevante destacar que el 98.6% de los encuestados cuentan con aparato de televisor, un 70.4% cuentan con equipo de sonido, un 88.7% poseen videograbadora y computadora, mientras que un 38% posee bomba para agua en la vivienda (Cuadro 20).

Solamente el 7% de los encuestados utiliza una bomba para bombeo de agua en el hogar mientras que únicamente el 4.2% reportó que tenía un acuario.

En lo que respecta a la cantidad de aparatos que los hogares tienen por tipo, se destaca que los televisores son los electrodomésticos que se encuentran en mayor cantidad en las viviendas encuestadas (figura 16). Se puede observar que más de un 50% de los hogares poseen 3 televisores o más, mientras que solo un 17% de los hogares poseen un único aparato de televisor.

En el caso de los aparatos de video se encontró que más de la mitad de los hogares por lo menos poseen uno de estos electrodomésticos. Lo mismo puede decirse de los aparatos de sonido y las computadoras que se reportaron por hogar. En relación con el total de horas de uso de cada electrodoméstico, se consideró una hora semanal para cada uno, dado que no se encontró ninguna referencia escrita sobre el particular. El televisor y la plancha se preguntaron especialmente, debido a su impacto en la factura de electricidad.

Cuadro 20. Porcentaje de hogares en la muestra que poseen distintos tipos de electrodomésticos

Electrodomésticos en el hogar	Hogares	Porcentaje
Televisores	70	98.6
Videos	50	70.4
Equipos de sonido	63	88.7
Computadoras	63	88.7
Deshumecedores	8	11.3
Bombas de agua	27	38.0
Bombas de riego	5	7.0
Acuarios	3	4.2

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de unidades en el hogar se multiplicaron por 30 para determinar el total de horas de uso en el mes y luego estas horas se multiplicaron por la potencia para determinar el consumo en kWh/m.

*Unidades * 1 hora/día * 30 días/mes * kilowatts/unidad = consumo mensual en kWh/m.*

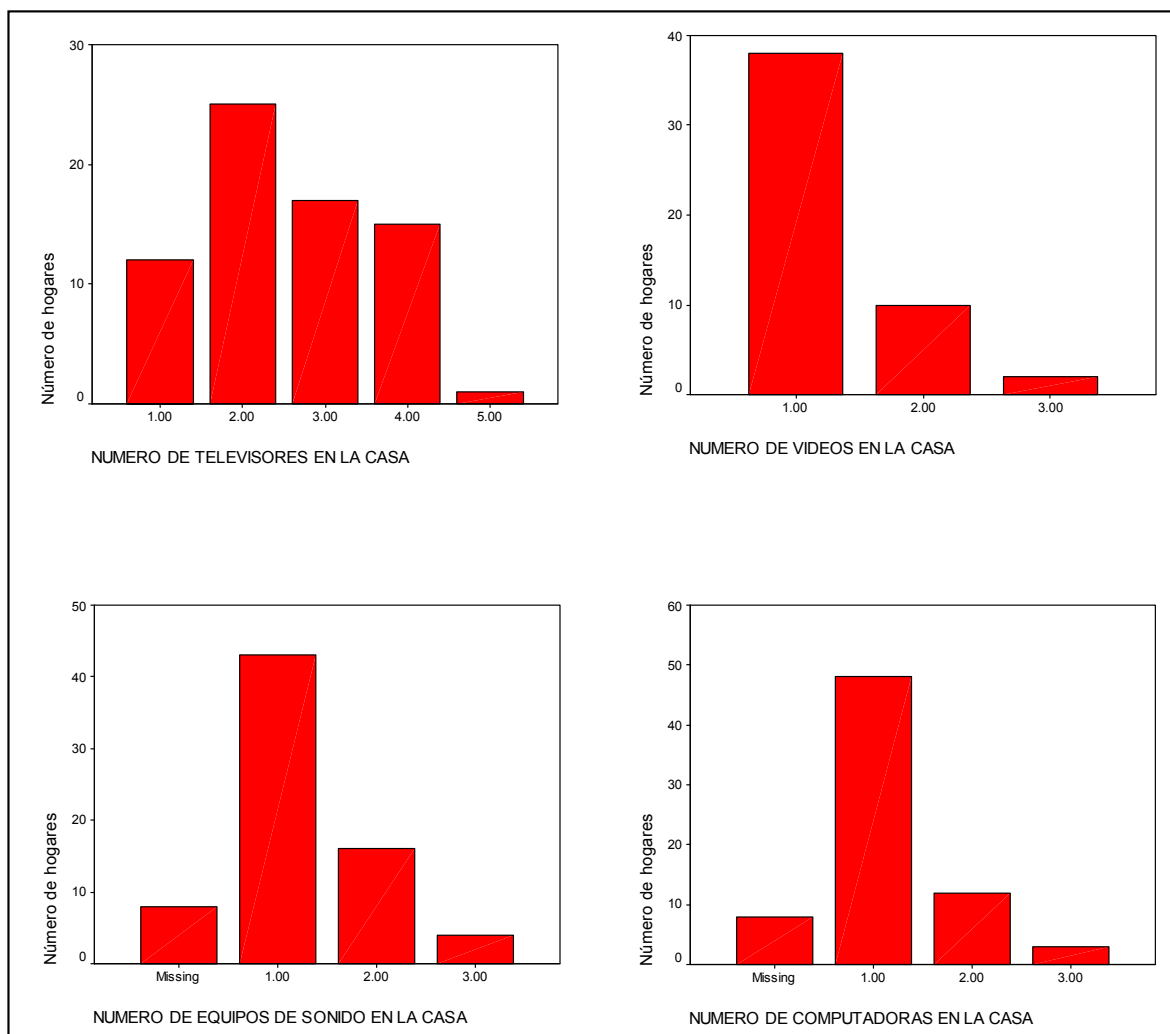
En el caso de la plancha y el televisor se preguntó por el total de horas diarias (TV) y semanales (plancha) de uso; estas horas se refirieron a las horas mensuales que multiplicadas por la potencia del electrodoméstico, permiten calcular el total de consumo en kWh/m.

Finalmente se preguntó si había otro electrodoméstico que existiera en el hogar de uso regular (por lo menos 3 horas semanales) que no hubiera aparecido en el listado. En ningún caso se recibió respuesta a esta pregunta.

El promedio de uso del televisor resultó siendo de 6.6 horas diarias, y en el 50% de los hogares sobrepasaban las 5 horas de uso diario. En el caso de la plancha se reportó un uso promedio de 3 horas a la semana y el 50% de los hogares usan por

menos de 3 horas este electrodoméstico. Las horas de planchado en el hogar fueron respondidas por el 81% de los encuestados.

Figura 16. Cantidad de otros electrodomésticos en los hogares de la muestra



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se encontró que el promedio de consumo por uso de estos electrodomésticos es de 46.54 kWh/m en los hogares de la muestra, la mitad de los encuestados gasta menos de 33 kWh/m y solamente un 25% de los hogares reportó gastos arriba de 56.45 kWh/m por este tipo de aparatos. El aporte de televisión y plancha a estos consumos es en promedio del 57%.

8. Datos adicionales. El consumo promedio de electricidad en kWh/m según datos de las facturas de los entrevistados es de 343 kWh/m. La mitad de los hogares encuestados consumen menos de 314 kWh/m y sólo en el 25% de los casos se reportaron más de 414 kWh/m de consumo. El promedio de habitantes por hogar resultó ser de 4.7 personas, la mitad de los hogares tienen menos de 4 personas y un 25% más de 5 personas.

Es importante mencionar que 58 de los 71 entrevistados pudo obtener los valores de consumo de 3 meses consecutivos y recientes que se les solicitaron para la entrevista. En la mayoría de los casos se tuvo acceso a la factura.

9. Otros datos obtenidos de la encuesta

a. Consumo promedio por hogar estimado. La suma de todas las secciones de la boleta dieron un valor del consumo por cada encuestado. Se obtuvo un promedio de 354 kWh/m muy próximo al valor real estimado con los 58 informantes de 343 kWh/m. En el análisis de cada uno de los informantes se observó que la mitad de los valores calculados se diferenciaban en promedio 15% hacia arriba o abajo del valor promedio de las facturas de electricidad proporcionadas.

b. Consumo de electricidad *per cápita*. Los estadísticos del consumo *per cápita* de electricidad al mes se presentan en el cuadro 21, incluyendo el estimado de kWh/m por espacio habitado y por metro cuadrado de vivienda.

Cuadro 21. Relación kWh *per cápita*, espacio habitado y metros cuadrados de vivienda en la muestra

Estadístico	kWh/espacio habitado	kWh/m ²	kWh/persona
Promedio	50.5	2.2	43.8
Desviación Estándar	37.8	2.6	66.1
Mediana	24.3	0.9	12.6
Cuartil 1	68.0	2.4	45.6
Cuartil 3	49.7	1.7	28.8

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en promedio se consumen 50 kWh/m por espacio habitado; 2.15 kWh/m por metro cuadrado de vivienda y 43.79 kWh/m por persona en la muestra voluntaria. Además el 25% de los residentes tienen un consumo mayor a los 45.64 kWh/m y que en el 25% de las viviendas se consumen más de 68.95 kWh/m por habitación.

Cuadro 22. Distribución porcentual de la energía eléctrica consumida en los hogares de la muestra voluntaria en relación a los diversos usos

Uso	Consumo promedio en kWh/m	% de consumo
calentamiento de agua	77.4	22
lavado y secado de ropa	21.2	6
Conservación de alimentos	84.9	24
Cocción de alimentos	46.0	13
Iluminación	70.8	20
Entretenimiento	49.6	14
Planchado ropa	3.5	1
Total	354	100

Fuente: Elaboración propia.

c. Porcentaje del gasto de electricidad por distintos usos. Al hacerse la sumatoria de toda la energía utilizada en los hogares por los distintos usos, es posible estimar el porcentaje en calentamiento de agua, cocina, lavado de ropa, conservación de alimentos, etc (Ver cuadro 22).

d. Conformación de módulos homogéneos. Dadas las características de la muestra voluntaria se conformaron dos módulos homogéneos, uno que cocina exclusivamente con electricidad y otro que no utiliza electricidad para cocinar. En los demás temas la muestra se comportó de manera muy similar.

e. Resumen de la información de consumo de electricidad. En el cuadro 23 se muestran los consumos promedio por cada uno de los electrodomésticos contenidos en la boleta de encuesta. Se observa que el electrodoméstico de mayor

consumo en la encuesta es el calentador de depósito o terma, seguido de la estufa eléctrica, la refrigeradora, la secadora, las lámparas incandescentes y la ducha eléctrica.

Cuadro 23. Consumo de electricidad de los electrodomésticos de los hogares de la muestra voluntaria

No.	Electrodoméstico	Consumo promedio kWh/m	Desviación estándar
1	Calentadores de depósito o termas	300	0
2	Estufa eléctrica	105.6	60
3	Refrigeradora	73.4	28.8
4	Secadora	52	33.1
5	Lámpara incandescente	48.8	35.4
6	Calentadores de agua de ducha	40.5	21
7	Televisores	24	15.2
8	Calentadores de paso	23.3	20.3
9	Computadora personal	11.6	4.9
10	Lavadora	8.6	5.3
11	Reflectores	7.2	15.8
12	Lámparas fluorescentes	5.4	11.8
13	Lámparas fluorescentes compactas	5	8.9
14	Estéreo	3.1	1.4
15	Plancha	3	1.7
16	Microondas	2.5	0.4
17	Lámparas de sodio	1	4.6
18	Videos	0.9	0.4

Fuente: Elaboración propia.

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cuando se investigan las características del consumo de cualquier bien o servicio, es muy probable que la información de tipo secundario no sea suficiente, de manera que se tiene que recopilar información primaria, es decir de la propia fuente, en este caso de los consumidores. La energía eléctrica como cualquier servicio es consumida por los demandantes en cantidades equivalentes a los usos que se hagan de la misma a través de los denominados electrodomésticos.

Para la identificación de estos usos es en el presente estudio se construyó la “*Encuesta sobre el consumo de energía eléctrica en el hogar*”, por medio de la cual se capta el comportamiento de una muestra de la población que permite inferir el comportamiento poblacional.

En la validación de esta herramienta las observaciones hechas por el panel de evaluadores principalmente se orientaron a aspectos no contemplados en la misma y no se hicieron apreciaciones importantes en cuanto a la redacción de las preguntas. Cuando se consultó sobre la interpretación de cada una de las preguntas al grupo de control, todos lo interpretaron de manera similar.

Todas las personas se mostraron renuentes a contestar lo relativo a los ingresos familiares, lo que no permitió relacionar el consumo de energía eléctrica con el nivel de ingreso. Sin embargo, sí respondieron a la cantidad y tipo de electrodomésticos utilizados en el hogar variable que podría servir para estimar de manera indirecta tales ingresos.

A pesar que el cuestionario tiene 65 preguntas, el 90% de los participantes en las pruebas pre-test y la muestra voluntaria indicaron que sí responderían una encuesta como la presente, debido a que no toca temas muy importantes como ¿en qué trabajan las personas? o ¿cuánto ganan?, o el número de niños y niñas en la vivienda, o si la vivienda es propia o arrendada. Este comportamiento refleja, en cierta manera, la renuencia que tiene la población a entregar información que considera confidencial de su vivienda y su familia.

Aunque existen algunas limitantes para dar las respuestas a ciertas preguntas, como en el caso del área de las viviendas o la lectura de los kilovatios consumidos de manera mensual por el entrevistado (lectura de la factura) éstas podría solventarse por medio de una adecuada capacitación a los entrevistadores a fin de que puedan orientar a los entrevistados.

En cuanto a la tabulación y procesamiento de las encuestas, el sistema precodificado resultó adecuado, por cuanto permitió una rápida tabulación y procesamiento de los resultados. Por aparte, un software como SPSS permite hacer muchos más cálculos en el momento de querer realizar inferencia estadística con base en una encuesta no voluntaria sino aleatoria.

El promedio de consumo mensual de energía eléctrica de la muestra voluntaria es muy parecido al promedio de consumo real de dicha muestra, que se determinó con tres meses consecutivos de 58 de los participantes (la diferencia fue de 9 kWh/m).

Por otra parte, en la mitad de las estimaciones de consumo por boleta la diferencia con el valor reportado de facturas, se mantuvo en el orden de un $\pm 15\%$, que puede explicarse como la variación que las viviendas pueden tener en cuanto a su promedio. Esta apreciación podría verificarse de mejor manera si se tuvieran los datos de variación de consumo mensual por usuario residencial.

En cuanto a los resultados obtenidos de la muestra voluntaria, se puede mencionar que los mismos facilitaron no solamente el cálculo de consumo mensual, sino otras conclusiones acerca de los diferentes usos de la electricidad en el hogar como la proporción en cocina, lavandería, agua caliente, conservación de alimentos, iluminación, etc.

Debido a las características de la población, la encuesta es el instrumento adecuado para recopilar este tipo de información sobre el consumo de electricidad. Existen elementos importantes que pueden facilitar su desarrollo como la información que se pueda tener a nivel local como mapas, fotos, distribución de barrios o zonas en el caso del sector urbano o de centros poblados como el sector rural.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

1. La herramienta de medición "*Encuesta sobre el consumo de energía eléctrica en Guatemala*", se estima adecuada para la caracterización de los usuarios, en vista de los resultados obtenidos en la muestra voluntaria y las evaluaciones pretest.
2. Dadas las características espaciales y socioeconómicas de la población de Guatemala se propone un cuestionario de tipo administrado con preguntas de hecho establecidas en forma dicotómica y por abanico de opción única. El tipo de muestreo a utilizarse será bietápico por sectores.
3. En la determinación del tamaño de la muestra es necesario contar con un buen estimador de la varianza poblacional relativa al consumo de electricidad por lo que se debe tener una referencia adecuada para tal valor.
4. Con información obtenida de muestras aleatorias se considera que será posible determinar módulos homogéneos de consumo y caracterizar de manera más específica a los usuarios en cada uno de estos módulos, a través de las estimaciones de los parámetros poblacionales por intervalos de confianza.
5. En la implementación de la encuesta, uno de los aspectos a capacitar de manera especial a los equipos de entrevistadores será en lo relativo al cálculo de áreas, lectura de las facturas eléctricas y lectura de las placas de los electrodomésticos, a fin de orientar al entrevistado.
6. La información del Instituto Nacional de Estadística de sus unidades primarias de muestreo y las unidades secundarias, podría ser de enorme ayuda en el desarrollo de esta encuesta, debido principalmente a que ahorraría esfuerzos en la conformación del marco de muestreo.

7. Las personas, en general, no desean dar información respecto a ingresos, trabajo, familia, propiedades, por lo que en la presente encuesta se decidió eliminar la pregunta respecto a ingresos.

8. No se determinó una fuente secundaria de información nacional sobre el tipo de electrodomésticos que se importan en cuanto a su marca, consumo energético y potencia. No todos los electrodomésticos que se venden en el mercado nacional muestran al público la tarjeta de *“Guía de consumo”*.

9. La muestra voluntaria integrada para la validación de la boleta se compuso de hogares de profesionales de distintas ramas, por lo que se puede decir que para este tipo de hogares de nivel socioeconómico alto, se tienen importantes oportunidades de ahorro energético como: Sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas y sustitución de calentadores de ducha por calentadores de paso.

10. La muestra del estrato socioeconómico voluntario presentó un consumo medio de 343 kilovatios hora al mes, de los cuales un 22% destinan al calentamiento de agua, un 24% a la conservación de alimentos, un 20% a la iluminación del hogar, un 14% al entretenimiento, un 13% a la cocción de alimentos y el resto a lavado, secado y planchado de ropa. Adicionalmente se encontró que este grupo consume 50 kWh/m por espacio habitado; 2.15 kWh/m por metro cuadrado de vivienda y 43.79 kWh/m por persona.

B. Recomendaciones

1. Que el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala en conjunto con el Instituto Nacional de Electrificación y el Instituto Nacional de Estadística utilicen la herramienta propuesta para caracterizar el consumo de electricidad de los usuarios; esto podría hacerse en muchos lugares en cooperación de Empresas Eléctricas Municipales.

2. Flexibilizar la herramienta de medición de manera de hacer un diagnóstico al usuario vía la página web del Ministerio de Energía y Minas. Se cumpliría un doble propósito: orientar al usuario de energía eléctrica en cómo

mejorar su eficiencia y por otro lado aprovechar la información recabada para ir actualizando los parámetros resultantes.

3. Es necesario que exista en el país un registro de los electrodomésticos que se venden en el mercado con algunas características importantes como marca, tamaño, voltaje que utiliza, potencia y/o consumo estimado anual en KWh. Este registro debería darse a conocer al público en general.

4. Desarrollar más investigación sobre el consumo energético a nivel residencial, por ejemplo del uso de gas propano y leña.

5. Es necesario ampliar el contenido de la boleta de muestreo, incluyendo preguntas sobre el tiempo que utilizan las personas en una ducha, el tiempo que permanecen rendidas las luces durante la noche y el tiempo de uso de los hornos de microondas.

6. En virtud de que entre los consumos de electricidad más altos en el hogar se derivan del calentamiento de agua, iluminación, y cocción de alimentos, las siguientes medidas de ahorro energético pueden ser recomendadas: *Utilizar ajuste de temperatura del calentador a posición mediana; cerrar la llave del agua mientras se enjabona cuando toma una ducha; sustituir el calentador de ducha por calentadores de paso o solares; utilizar colores claros para pintar ambientes; utilizar lámparas fluorescentes compactas. También se recomienda usar un temporizador en los calentadores de depósito.* En el caso de las personas que utilizan la estufa eléctrica, algunas medidas de ahorro energético son: *Utilizar ollas de presión, suavizar mediante la hidratación de granos como el frijol y el maíz; precocer algunos alimentos utilizando hornos solares.*

7. Se recomienda la creación de un sello verde que permita identificar aquellos electrodomésticos más eficientes de venta en el mercado local.

8. Es necesario agregar en la boleta de encuesta, preguntas sobre el uso del secador de pelo, en virtud de que este electrodoméstico es muy utilizado y tiene un alto consumo de electricidad.

9. Se recomienda incluir en la boleta de encuesta más discriminantes en el tema de los tipos de energéticos utilizados para cocinar, así como rangos de duración de la cocción de los alimentos por cada tiempo de comida, para facilitar la respuesta del entrevistado.
10. Se recomienda la lectura de la factura de electricidad que se haga de los entrevistados, sea en relación a los días de consumo.
11. Que se norme en cuanto a que todos los electrodomésticos de venta en el país deberían contar con su “Guía de consumo” para que el público en general sepa del consumo energético del equipo que comprará.
12. Se sugiere al Ministerio de Energía y Minas la revisión de los balances energéticos, en función de que las pérdidas se consideraron muy altas en cuanto al balance de electricidad.
13. Que el Ministerio de Energía y Minas coordine con el Instituto Nacional de Estadística a fin de incluir en la ENIGFAM y la ENCOVI, un módulo de preguntas con mayor detalle de gastos energéticos y con la intensidad de uso de los mismos.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Ander-Egg, Ezequiel. 1995. *Técnicas de Investigación Social*. 24ª. Ed. Lumen. Argentina. 423 p.
2. Agencia Internacional de Energía, IEA. 2001.. World energy outlook 2000. OECD; Paris.
3. Cea D'Ancona Ma. Ángeles. 2001. *Metodología cuantitativa: Estrategias y Técnicas de investigación social*. Síntesis S. A., España. 393 p.
4. Comisión Federal de Electricidad. 2006. Programa de ahorro de energía del sector eléctrico. Instituto Federal de Energía. *Guía de ahorro enegético*. 25 p.
5. Costa Rica. 2001. Dirección Sectorial de Energía. *Encuesta de consumo de Energía en el sector residencia año 2001*. 180p.
6. Churchill Jr. Gilbert. 2003. *Investigación de mercados*. 4ª. Ed. Thompson. México, D. F. 830 p.
7. d'Astous Alain, et. al. 2003. *Investigación de Mercados*. Norma, Colombia. 468 p.
8. Guatemala. 2001. Dirección General de Estadística. *Plan indicativo del Subsector eléctrico de Guatemala, 2000*.
9. Guatemala 2004. Dirección General de Energía. *Balance energético preliminar 2003*.
10. Guatemala 2004. Dirección General de Energía. *Guía del inversionista*.
11. Guatemala 2004. Dirección General de Energía. *Estadísticas Energéticas*. 25p.

12. Guatemala. 2003. Instituto Nacional de Estadística. *XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002*.
13. Guatemala. 2000. Instituto Nacional de Estadística. *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos Familiares. 2000*.
14. Giordano, José Luis, 2006. *El calefactor eléctrico (Efecto Joule)*. 2006. 10p.
15. Instituto de Economía Energética. 1995. *Economía de la Energía*. 250 p.
16. Ketoff, A. y O. Masera. 1991. "*Demanda de Electricidad Residencial en América Latina: Análisis Comparativo de Nueve Países*". Primer Encuentro Sobre Energía y Medio Ambiente en el Sector Residencial Mexicano, UCB-UNAM, México DF, Diciembre.
17. Levin & Rubin. 1996. *Estadística para Administradores*. Prentice Hall. México, D. F. 1018 p.
18. OLADE. 1993. "*Energía en Cifras*". Versión No.5, Quito, Ecuador, Julio.
19. Philips. 1998. *Catálogo General de Especificaciones 98*. México, D. F.
20. Ruiz, Otto. Ministerio de Energía y Minas de Guatemala. Entrevista personal.
21. Southern California Gas Company. 2001. *La biblioteca virtual de Energía*.
22. Webster Allen. 2000. *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Irwin McGraw Hill. 3ª. Ed. Bogotá Colombia, 640p.

INTERNET

23. <http://www.eegsa.com/> (consultada el 10 de enero de 2007).

24. <http://www.reliancewaterheaters.com/> (consultado el 10 de febrero de 2007).
25. <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=1> (consultado el 12 de febrero de 2007).
26. <http://energyaudit-scg.sempira.com/spanish> (consultada el 15 de febrero de 2007)
27. <http://www.edenor.com.ar/edenorweb> (consultada el 15 de marzo de 2007).
28. <http://www.grupoice.com/esp/cencon/gral/energ/consejos/ahorricelec6.htm> (consultada el 15 de marzo de 2007).
29. <http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=1> (consultada el 15 de marzo de 2007).

XI. APÉNDICE

A. Glosario de términos

Energía: Capacidad de los cuerpos para efectuar un trabajo

Electricidad: Se compone de la raíz ELECTR, prefijo derivado del griego ELECTRÓN que significa ámbar y entra en la composición de numerosas palabras para indicar la presencia de electricidad o de propiedades eléctricas. Se puede decir que la electricidad es la acción que producen los electrones al trasladarse de un punto a otro por falta o exceso de los mismos en un material.

Energía eléctrica: Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico, y obtener trabajo.

La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica. Además su transporte es económico por líneas aéreas. Su único inconveniente es el no presentar un medio cómodo para almacenarla. Sus unidades son:

Kilovatio hora = kWh

Megavatio hora = MWh

Kilovatio

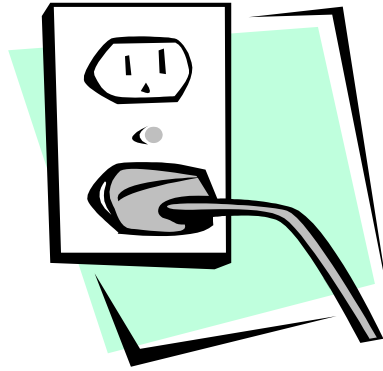
Unidad de potencia eléctrica, equivalente a mil vatios. Su símbolo es: kW.

Megavatio

Unidad de potencia que vale mil kilovatios. Su símbolo es: MW.

B. Boleta de encuesta

**ENCUESTA SOBRE EL CONSUMO
DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL
HOGAR**



**ESTA ENCUESTA ES ANÓNIMA POR FAVOR NO
IDENTIFIQUE AL INFORMANTE**



I. DATOS SOBRE SU VIVIENDA

1.1 ¿Cómo definiría su vivienda?

- Casa de un piso
- Casa de dos pisos
- Otro

Departamento/Condominio

- Edificio alto (más de 4 pisos)
- Edificio bajo (de 1 a 3 pisos)
- Condominio o casa en hilera (con unidades vecinas a uno o ambos lados, pero no arriba o abajo).

1.2 ¿Cuántos años hace que se construyó su casa?

- | | |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="radio"/> Nueva (menos de un año) | <input type="radio"/> 1 a 5 años |
| <input type="radio"/> 6 a 10 años | <input type="radio"/> 11 a 15 años |
| <input type="radio"/> 16 a 30 años | <input type="radio"/> 31 a 50 años |
| <input type="radio"/> Más de 50 años | |

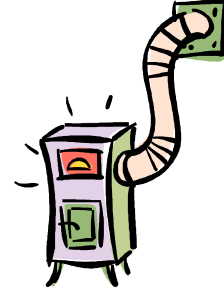
1.3 ¿Cuántas habitaciones tiene en su casa (no incluya baños ni pasillos)

- | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <input type="radio"/> 1 a 2 habitaciones | <input type="radio"/> 7 a 8 habitaciones |
| <input type="radio"/> 3 a 4 habitaciones | <input type="radio"/> 9 a 10 habitaciones |
| <input type="radio"/> 5 a 6 habitaciones | <input type="radio"/> más de 10 habitaciones |

1.4 ¿Cuál es la superficie aproximada en metros cuadrados del espacio habitado en su hogar? (No incluya el garage, bodega o el sótano)

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="radio"/> Menos de 50 | <input type="radio"/> 301 a 350 |
| <input type="radio"/> 51 a 100 | <input type="radio"/> 351 a 400 |
| <input type="radio"/> 101 a 150 | <input type="radio"/> 401 a 450 |
| <input type="radio"/> 150 a 200 | <input type="radio"/> 451 a 500 |
| <input type="radio"/> 201 a 300 | <input type="radio"/> Más de 500 |

II. CALENTAMIENTO DE AGUA



- 2.1 ¿Utiliza electricidad para calentar agua?
(no se refiere al agua con destino a la cocina)
- Sí
- No (pase a lavado y secado de ropa, pregunta 1)
- 2.2 ¿Cuál de las siguientes respuestas describe mejor el calentador eléctrico principal de agua de su hogar?
- Tanque independiente pequeño (30 galones o menos)
- Tanque independiente mediano (Entre 40 y 80 galones)
- Tanque independiente grande (Más de 80 galones)
- Calentador de paso (no ducha)
- Calentador de ducha
- 2.3 Aproximadamente ¿qué antigüedad tiene el calentador principal de agua de su hogar?
- Nuevo (menos de un año) 11 a 15 años
- 1 a 5 años 16 a 30 años
- 6 a 10 años Más de 30 años
- 2.4 ¿Cuál es la temperatura más utilizada del calentador de agua?
- Alto (más de 65 grados centígrados)
- Mediano (55 a 65 grados centígrados)
- Bajo (menos de 55 grados centígrados)
- 2.5 Considerando la cantidad total de personas que habitan en su hogar, indique la cantidad total de baños y duchas que se toman durante un día típico, haciendo uso del calentador principal de agua.
- Menos de uno 3 6 9
- 1 4 7 10
- 2 5 8 Más de 10



III. LAVADO Y SECADO DE ROPA

Lavadora de ropa

3.1 ¿Tiene lavadora de ropa?

- Sí
- No (pase a secado de ropa, pregunta 3)

3.2 ¿Cuántas cargas de ropa se lavan cada semana en su casa usando esta lavadora? (una respuesta para cada temperatura)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Agua caliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agua tibia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agua fría	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Secado de ropa

3.3 ¿Tiene secadora de ropa?

- Sí
- No (pase a Refrigeradores, pregunta 1)

3.4 ¿Aproximadamente cuántas cargas de ropa se secan en su casa cada semana en esta secadora de ropa?

- Ninguna
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15 ó más



IV. CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

4.1 ¿Cuántos refrigeradores eléctricos tiene conectados en su hogar?

- Ninguno (Pase a congeladores, pregunta 1)
 1 3
 2 4 ó más

4.2 ¿Qué estilo describe mejor el (los) refrigerador (es)?

	Refrigerador 1	Refrigerador 2	Refrigerador 3
Una puerta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puertas arriba y abajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puertas a los lados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.3 ¿Cuántos pies cúbicos tiene (n) el (los) refrigerador (es) anterior (es)?
(La información del refrigerador se encuentra generalmente en una placa en el interior de la puerta)

	Refrigerador 1	Refrigerador 2	Refrigerador 3
Muy pequeño (menos de 13 pies cúbicos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pequeño (13 -16 pies cúbicos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mediano (17-20 pies cúbicos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grande (21 - 23 pies cúbicos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Extra grande (más de 23 pies cúbicos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

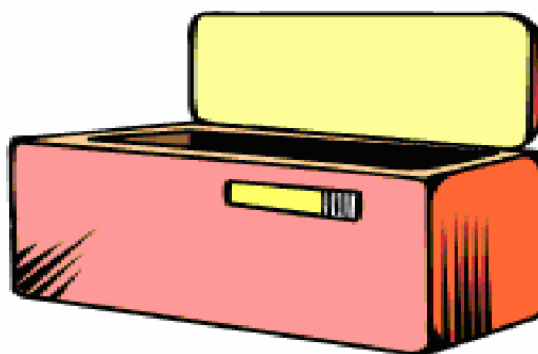
4.4 ¿Qué tipo de descongelador tiene(n) el(los) refrigerador (es) anteriores?

	Refrigerador 1	Refrigerador 2	Refrigerador 3
Automático (sin escarcha)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Parcialmente automático*	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*Estos tienen refrigerador sin escarcha y un descongelador manual en el congelador).

4.5 ¿Qué antigüedad tiene(n) el(los) refrigerador (es) anteriores?

	Refrigerador 1	Refrigerador 2	Refrigerador 3
Nuevo (menos de un año)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 a 5 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6 a 10 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11 a 15 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16 a 20 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Más de 20 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



IV.1 CONGELADORES INDIVIDUALES

4.6 ¿Cuántos congeladores eléctricos individuales tiene conectados en el hogar?
(No incluya los congeladores que son parte de su refrigerador)

- Ninguno (Pase a preparación de alimentos, pregunta 1)
 1 2 ó más

4.7 ¿Cuál respuesta describe mejor el(los) congelador(es)?

	Congelador 1	Congelador 2
Vertical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De baúl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.8 ¿Cuántos pies cúbicos tiene(n) el(los) congelador(es) anterior(es)? (La información del congelador se encuentra generalmente en una placa en la parte interior de la puerta).

	Congelador 1	Congelador 2
Pequeño (menos de 13 pies cúbicos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mediano (13-16 pies cúbicos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grande (21-23 pies cúbicos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Extra grande (más de 23 pies cúbicos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.9 ¿Qué tipo de descongelador tiene(n) el(los) congelador(es) anterior(es)?

	Congelador 1	Congelador 2
Automático (sin escarcha)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4.10 ¿Qué antigüedad tiene(n) el(los) congelador(es) anterior(es)?

	Congelador 1	Congelador 2
Nuevo (menos de un año)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1 a 5 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6 a 10 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11 a 15 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16 a 20 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Más de 20 años	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

V. PREPARACIÓN DE ALIMENTOS



5.1 ¿Qué tipo de estufa utiliza?

- No usa electricidad para cocinar (pase a pregunta 3)
- Eléctrica solamente
- Combinación: Eléctrica y otro combustible (gas propano, leña)

5.2 Durante una semana típica ¿con qué frecuencia se preparan las siguientes comidas en su casa? (Seleccione una respuesta para el desayuno, el almuerzo y la cena).

	Nunca	Rara vez (1 a 2 veces)	Algunas veces (3 a 4 veces)	Con frecuencia (5 a 7 veces)
Desayuno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Almuerzo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

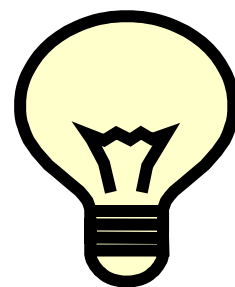
5.3 ¿Con qué frecuencia utiliza su horno de microondas en el día?

- Nunca
- Rara vez
- Algunas veces
- Con frecuencia
- No tenemos horno de microondas

5.4 ¿Con qué frecuencia utiliza su lavaplatos cada semana?

- No tenemos o no utilizamos lavaplatos
(Pase a la pregunta 1 de la sección de iluminación)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10 ó más



VI. ILUMINACIÓN

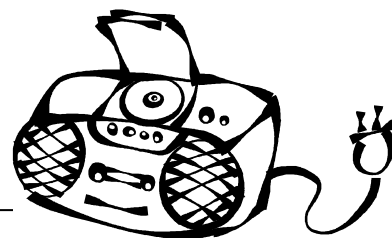
6.1 ¿Cuántas de las siguientes lámparas utiliza en el interior o exterior de su casa?

	Ninguna	1 a 4	5 a 9	Más de 10
Focos incandescentes estándar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reflectores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tubos fluorescentes (gasneones)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Focos fluorescentes compactos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lámparas de sodio o haluro de metal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6.2 ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor la frecuencia con que se utilizan las luces del interior durante las noches hasta la hora de dormir?

- La mayoría de las luces (más de 10 lámparas/focos) están encendidos simultáneamente.
- Muchas de las luces (de seis a nueve lámparas /focos) están encendidos simultáneamente.
- Algunas de las luces (de tres a cinco lámparas/focos) están encendidos simultáneamente.
- Muy pocas luces (dos o menos lámparas /focos) están encendidos simultáneamente.

VII. OTROS APARATOS ELÉCTRICOS



7.1 Indique cuántos de los siguientes aparatos eléctricos se utilizan en su casa (Seleccione solo una respuesta para cada aparato de la lista).

	1	2	3	4 ó más
Televisores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planchas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Videocaseteras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estéreo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Computadora personal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deshumidificador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bomba de cisterna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bomba de riego	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acuario	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7.2 ¿Cuántas horas en total están sus televisores encendidos al día (incluya todos los televisores de su casa).

- | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Menos de una | <input type="radio"/> 7 a 10 | <input type="radio"/> 21 a 26 |
| <input type="radio"/> 1 a 3 | <input type="radio"/> 11 a 14 | <input type="radio"/> 27 a 35 |
| <input type="radio"/> 4 a 6 | <input type="radio"/> 15 a 20 | <input type="radio"/> Más de 35 |

7.3 ¿Cuántas horas de planchado de ropa se hace en una semana típica en su hogar?

- | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Menos de una | <input type="radio"/> 7 a 10 | <input type="radio"/> 21 a 26 |
| <input type="radio"/> 1 a 3 | <input type="radio"/> 11 a 14 | <input type="radio"/> 27 a 35 |
| <input type="radio"/> 4 a 6 | <input type="radio"/> 15 a 20 | <input type="radio"/> Más de 35 |

7.4 ¿Si usa con regularidad (3 ó más horas a la semana) algún otro aparato eléctrico no mencionado, por favor selecciónelo a continuación.

- | | |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="radio"/> Horno | <input type="radio"/> Equipo médico |
| <input type="radio"/> Herramienta de taller | <input type="radio"/> Equipo de soldadura |

Otro (describa) _____



VIII. INFORMACIÓN ADICIONAL

8.1 Indique cuántas personas viven en su casa por lo menos la mitad del año

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 o más
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8.2 Indique por favor cual fue el consumo de electricidad realizado durante los últimos tres meses en su hogar (El dato está en su última factura, en la información de *Historial de servicio*). Aparece como kWhm y se lee kilovatios hora al mes.

Mes	Consumo kWh

8.3 Indique la zona, el municipio y el departamento en que se encuentra su residencia

Zona	
Municipio	
Departamento	

¿Tiene algún comentario o pregunta que hacer respecto al presente cuestionario? _____

Agradecemos su colaboración a la presente encuesta, la información proporcionada permitirá caracterizar el consumo residencial de energía eléctrica.

Con esto se podrá orientar a la población en general, sobre cómo hacer un uso más eficiente de este producto.

No.	Electrodoméstico	Potencia kW										Consumo anual Kwh/año		
		EEGSA	ICE	EDENOR	CSG	CFE	Marca 1	Marca 2	Marca 3	CSG	Marca 1			
1	Bomba de cisterna 3/4 HP	0.56		0.55		0.4	0.5							
2	Bomba de riego	0.56		0.55		0.4	0.5							
3	Cafetera	0.8	1.1	0.72	1.5	0.75								
4	Calentador de ducha		3	3.5			2.5	4	3.5					
5	Calentador de paso			2.5			1.1	1.5						
6	Calentador de terma pequeño			3			4.5	3.5	4				3000	4624
7	Calentador de terma mediano			3			4.5	3.5	4				3500	4624
8	Calentador de terma grande			3			4.5	3.5	4				4000	4747
9	Computadora			0.3			0.3		0.40**					
10	Ducha eléctrica	3	3.5				4	4						
11	Equipo de sonido	0.08					0.08							
12	Estufa eléctrica	4	4.8											
13	Horno tostador	1.5	1.5			1.1	1	1						
14	Lavadora de ropa	3	0.58	0.524		0.84	400	0.5	0.5					
15	Lavaplatos					1200								
16	Licuadora	0.4	0.04	0.3		0.3	0.35	0.25						
17	Máquina de coser	0.2		0.9		0.13								
18	Microhondas	1	1.7	0.64	1.5			1.3	1.25	1.2				
19	Plancha	1	1.1	1			1	1.2						
20	Refrigeradores (12 pies)	0.3		0.098*		0.4	0.3	0.4	0.4	0.45				
	Pequeños modelos recientes					0.4							612	
	Medianos modelos recientes					0.475							684	464
	Grandes o extragrandes modelos recientes												828	
	Pequeños modelos antiguos (mas de 15 años)												684	
	Medianos modelos antiguos						0.5						828	
	Grandes modelos antiguos						0.65						960	
21	Radiograbadora			0.06	0.06	0.04								
22	Secadora de pelo	0.4				1.6								
23	Secadora de ropa	3.5		2.4	2.5	5.6								
24	Televisor	0.08		0.05		0.07								
25	Videograbadoras		0.2	0.1		0.25								

* Consumo por hora

** No incluye impresora, monitor de 14" (clon)

Siglas	Nombre de la fuente
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
EDENOR	Empresa Distribuidora y Comercializadora Norte Sociedad Anónima, Argentina
CSG	California South Generation
CFE	Comisión Federal de Energía de México
Marcas 1, 2 y 3	Mercado internacional

C. Cuadro de consumo de electrodomésticos

CUADRO DE CONSUMOS DE ELECTRODOMÉSTICOS DE VENTA EN EL MERCADO NACIONAL
(SE OMITEN MARCAS Y MODELOS)

	1			2			3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Hornos microondas									
Marca									
Modelo									
Tamaño pies cúbicos	1.6	0.8	2.2	1.2	1.1	1.4	2.1	0.7	1.1
Potencia Watts	1250	800	1250	1200	1150	1150	1100	700	1000
Marca	4								
Modelo	a								
Tamaño pies cúbicos	1								
Potencia Watts	1100								
Marca	1			3		4			
Modelo	a	b	c	a	b	c			
Potencia Watts	1400	1200	1200	1200	1000	1200			
Marca	1						5	6	7
Modelo	a	a	b	a	b	a	a	a	a
Descongelado	Automático	Automático	Automático	Semiaut.	Semiaut.	Automática	Automático	Manual	Automático
Tipo	2 puertas h.	2 puertas v.	2 puertas v.	1 puerta	1 puerta	2 pts. Verti.	2 pts. Hor.	2 pts. Hor.	2 pts. Vert.
Tamaño pies cúbicos	15	26	20	1.7	4.5	25	10	11	22
Consumo anual Kwh	485	727	509	298	310	505	430	565	828
Marca		8							
Modelo	a	b	c						
Descongelado	Manual	Semiautom.	Semiaut.						
Tipo	2 pts. Hor.	2 pts. Hor.	2 pts. Hor.						
Tamaño pies cúbicos	8	14	11						
Consumo anual Kwh	319	354	376						
Marca	1			2					
Modelo	a	b	a	b	c				
Descongelado	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual				
Tipo	Baúl	Baúl	Baúl	Baúl	Baúl				
Tamaño pies cúbicos	3.4	7	5	7	9				
Consumo anual Kwh	210	270	245	245	251				
Marca	1			3					
Modelo	a	b	a	b					
Potencia Watts	1500	1400	1500	1250					
Marca	1	2	3						
Modelo	a	a	a						
Potencia Watts	900	850	900						

CUADRO DE CONSUMOS DE ELECTRODOMÉSTICOS DE VENTA EN EL MERCADO NACIONAL
(SE OMITEN MARCAS Y MODELOS)

Calentador de paso	Marca	1	2	3	4				
	Modelo	a	b	a	a				
	Tipo								
	Potencia Watts	11800	8500	11000	5000				
Licudadora	Marca	1	2	3					
	Modelo	a	a	b	a				
	Potencia Watts	450	500	600	450				
Calentador tipo termo	Marca	1		2					
	Modelo	a	b	c	a				
	Capacidad	50	80	30	50				
	Tipo	Alto	Alto	Bajo	Alto				
	Potencia Watts	4500	4500	4500	4500				
	Consumo anual Kwh	4879	5106	4671	5125				
Ducha eléctrica	Marca	1	2	3					
	Modelo	a	a	a					
	Potencia Watts	3500	3000	4500					
Lavadoras	Marca	1	2	3	4	5			
	Modelo	a	b	a	a	a			
	Capacidad	6 a 6.5 Kg	6 a 6.5 Kg	13 Kg	13 Kg	15 Kg			
	Tipo	Tambor	Tambor	Tambor	Agitador	Agitador			
	A/SA/M	Automático	Automático	Automático	Automático	Automático			
	Potencia Watts	320	320	419	110	451			
Secadora	Marca	1							
	Modelo	a							
	Capacidad	10 Kg							
	Tipo	Tambor							
	Potencia Watts	5250							
Secadora de pelo	Marca	1	2	3	4	5			
	Potencia Watts	1875	2000	1875	1875	1875			