PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Nº 4

MATERIA 4: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Proyecto de investigación 4: Estudio de herramientas de medición de la contaminación en los subsectores hogar y transporte.

Objetivo 1: Investigación aplicada para el desarrollo de una herramienta web de cálculo del gasto eléctrico teórico para hogares españoles

NOVIEMBRE 2021

ecodes
tiempo de actuar

tiempo de actuar

Autores

Elaborado por Eva Arenas Pinilla, Roberto Barrella, Álvaro Cosín López-Medel, José Ignacio Linares Hurtado y José Carlos Romero Mora de la **Cátedra de Energía y Pobreza de la Universidad Pontificia Comillas** con la coordinación y apoyo técnico de Cecilia Foronda Diez y Leire Díez Alzueta de **ECODES-Fundación Ecología y Desarrollo**

Titularidad y responsabilidad

El derecho de autor corresponde a los miembros del equipo investigador y redactor, los cuales deberán ser citados en cualquier uso que se haga del resultado de su trabajo.

Conforme a los usos de la comunidad científica, las conclusiones y puntos de vista reflejados en los informes y resultados son los de sus autores y no comprometen ni obligan en modo alguno a ECODES- Fundación Ecología y Desarrollo y a la Universidad Pontificia Comillas

Por tanto, cualquier cita o referencia que se haga de este documento deberá siempre mencionar explícitamente el nombre de los autores, y en ningún caso mencionará exclusivamente a la Fundación o la Universidad

Edita: ECODES-Fundación Ecología y Desarrollo.

Fecha: Noviembre de 2021

Índice

1. INTRODUCCIÓN 6

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO 7

2. MODELO DE GASTO TEÓRICO AVANZADO 2.0 9

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO 11
2.2 FACTORES DEL MODELO AVANZADO 2.0. 14
2.3 CONSUMO TOTAL SEGÚN LA OCUPACIÓN DE LOS MIEMBROS DE LOS HOGARES. 15
2.3.1 OCUPACIÓN – OCUPADO/A 15
2.3.2 OCUPACIÓN – PARADO/A 17
2.3.3 OCUPACIÓN – ESTUDIANTES 18
2.3.4 OCUPACIÓN – JUBILADOS 20
2.3.5 OCUPACIÓN – COBRANDO UNA PENSIÓN DE INCAPACIDAD PERMANENTE O INVALIDEZ 21
2.3.6 OCUPACIÓN – COBRANDO UNA PENSIÓN DE VIUDEDAD U ORFANDAD 23
2.3.7 OCUPACIÓN – REALIZANDO TAREAS DEL HOGAR 24
2.3.8 OCUPACIÓN – OTRA SITUACIÓN DE INACTIVIDAD 26

3. APLICACIÓN DEL MODELO AVANZADO 2.0 A LA BASE DE DATOS DEL PROYECTO "NI UN HOGAR SIN ENERGÍA" 27

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS 28
3.2 RESULTADOS OBTENIDOS 28
3.3 CONCLUSIONES DE LA APLICACIÓN DEL MODELO AVANZADO 2.0 A LA BASE DE DATOS DEL PROYECTO "NI UN HOGAR SIN ENERGÍA" 31

4. OBTENCIÓN DEL GASTO ELÉCTRICO A PARTIR DEL CONSUMO 32

5. CONCLUSIONES 33

5.1 TRABAJO FUTURO 34

6. PROGRAMACIÓN DEL MODELO DE GASTO ELÉCTRICO AVANZADO 2.0 34

6.1 CONSUMO MEDIO POR USO DE ELECTRODOMÉSTICOS EN UN HOGAR 34
6.2 CONSUMO MEDIO POR ILUMINACIÓN EN UN HOGAR 36
6.3 CORRECCIÓN SEGÚN LA OCUPACIÓN 36
6.4 CÁLCULO DEL COSTE 38

7. BIBLIOGRAFÍA 39

ANEXO 1 40

1. SIMULADOR DESARROLLADO EN EXCEL 40

2. HERRAMIENTA WEB 41

1. Introducción

El artículo 47 de la Constitución Española establece el derecho a gozar de una vivienda digna y adecuada y el artículo 43.1 el derecho a la protección de la salud. Para garantizar esos derechos, se considera imprescindible el poder asegurar a los hogares españoles el suministro de energía adecuado, asequible y limpio, con el objetivo de cumplir, adicionalmente, el ODS 7 de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Además, conseguir un uso eficiente de la energía en los hogares de nuestro país es clave en la lucha contra el cambio climático y la pobreza energética, dos pilares importantes dentro del reto de la sostenibilidad.

En la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética (ENPE) [1] se plantea como objetivo la profundización en el conocimiento del consumo energético requerido por los hogares españoles atendiendo a variables como la tipología de vivienda, las características constructivas, el equipamiento para climatización, iluminación y agua caliente sanitaria, los aparatos electrodomésticos, la zona climática, las características socioeconómicas: número de ocupantes, edad, renta, etc. Este conocimiento del consumo energético requerido por los hogares es fundamental para formular estrategias y planes que permitan tanto garantizar los derechos de los hogares como afrontar la pobreza energética y el cambio climático.

En consecuencia, es necesario trabajar en la caracterización energética de los hogares españoles y desarrollar modelos de predicción del gasto energético en sus viviendas. Con ese objetivo, ECODES y la Cátedra de Energía y Pobreza de la Universidad Pontificia Comillas realizaron en 2019 el estudio denominado “Caracterización del comportamiento energético en una muestra de hogares españoles” [2], financiado por el MITECO.

En ese trabajo se desarrolló un modelo de demanda térmica que permite calcular el gasto térmico teórico (GTT), así como el requerido definido según la Estrategia Nacional (GTR). Ese modelo se aplicó a la base de datos del programa «Ni un hogar sin energía», desarrollado por ECODES, y que recoge información sobre las características y usos de la energía de una muestra de hogares españoles, obteniendo conclusiones relacionadas con su comportamiento energético. Respecto a la componente eléctrica del gasto energético, los datos facilitados en la muestra permitieron obtener correlaciones con las que poder realizar una estimación en función de parámetros de composición del hogar y superficie de la vivienda.

Así como el Código Técnico de la Edificación (CTE) [3] establece un estándar para definir la demanda térmica de una vivienda, y ha sido utilizado para desarrollar el modelo de gasto térmico ya citado, no existe algo tan exhaustivo para la demanda eléctrica. Por ello, en el año 2020, trabajando en esa línea de investigación, se desarrolló un modelo de gasto eléctrico teórico a través del estudio financiado por MITECO denominado “Desarrollo de un modelo de cálculo de gasto eléctrico teórico en los hogares españoles” [4]. El modelo conseguía determinar el gasto eléctrico teórico de una familia española a partir del cálculo del consumo eléctrico utilizando datos básicos como el número de miembros, tamaño de la vivienda y la presencia de determinados electrodomésticos, convirtiendo al final el consumo en gasto a través de la aplicación de la tarifa regulada (PVPC) y de los impuestos propios de la factura de electricidad.

Sumando las contribuciones del gasto térmico y del gasto eléctrico, se dispone del gasto energético teórico, que permite tener una referencia del gasto mínimo en el que debería incurrir un hogar para poder tener sus necesidades energéticas cubiertas.

No obstante, se ha seguido trabajando en el modelo eléctrico para profundizar en el estudio de las diferentes demandas que generan las diferentes ocupaciones que pueden tener las personas que forman parte de un hogar.

Además, para que el uso de estos modelos pueda extenderse entre los ciudadanos y en particular en hogares vulnerables, y para voluntarios y técnicos de auditoría energética, se deben migrar a una plataforma web, de modo que puedan ser empleados en remoto.

Actualmente, el modelo térmico ya ha sido migrado y el objetivo que se persigue con este proyecto es la investigación aplicada para la migración del modelo eléctrico en su última versión para disponer de los dos modelos en formato web.

1.1. Objetivos del proyecto

Para que los modelos de gasto energético desarrollados en proyectos anteriores y, en concreto el modelo de gasto eléctrico, puedan tener una aplicación real se considera fundamental el poder disponer de ellos en un formato web que permita su uso en remoto.

De esta forma, las familias, o las personas que les atiendan (trabajadores/as sociales, técnicos/as o voluntarios/as de ONG de carácter social) a través de un sencillo cuestionario podrán conocer el gasto eléctrico teórico de su vivienda, lo que les permitirá tener una referencia del gasto en el que deberían incurrir para poder tener sus necesidades de energía eléctrica cubiertas adecuando por tanto el consumo.

Por ello, el objetivo general del proyecto es la investigación aplicada para la migración a una herramienta web del modelo teórico de gasto eléctrico desarrollado tras el estudio que tuvo lugar en el año 2020 y su desarrollo posterior.

Los objetivos específicos del proyecto se pueden resumir en:

- Adaptación del modelo de gasto eléctrico, de tal forma que pueda ser programado en un servidor web.
- Realización de protocolos de pruebas para la verificación de su correcta adaptación y funcionamiento en la plataforma web.

En base a los objetivos formulados, el proyecto se ha dividido en las siguientes partes:

i. Tomando como base el modelo de gasto eléctrico que se desarrolló en el estudio ya citado de 2020, ese modelo se ha mejorado, añadiendo como parámetro la ocupación de quienes residen en el hogar.
ii. El modelo se ha adaptado y reescrito para que poder ser programado en un servidor web. En particular, el modelo fue realizado en Excel y en R y para poder disponer de él en formato web es necesario escribir el código en un lenguaje apropiado.
iii. Después de programar el modelo en la herramienta web, para verificar que se ha migrado de forma correcta se han llevado a cabo baterías de pruebas comparando los resultados obtenidos con los del modelo original en Excel y/o R.
iv. Se ha elaboración un informe con los resultados de la investigación aplicada y la descripción de la herramienta web.
v. La última parte del proyecto es la difusión de la plataforma web mediante los canales de ECODES, así como las redes y foros relacionados con energía, ODS7 y pobreza energética en los que ECODES participa.

El informe se ha organizado de la siguiente forma: en el capítulo 2 se describe el modelo de cálculo de consumo eléctrico que se ha denominado Avanzado 2.0, y que se ha desarrollado a partir del de 2020, basándose como éste en los perfiles de uso obtenidos en la Encuesta de Empleo de Tiempo (EET) [5] del Instituto Nacional de Estadística (INE). En el capítulo 3 se aplica el modelo a la muestra de hogares

disponible del proyecto “Ni un hogar sin energía” y en el 4 se indica cómo se obtendría el gasto eléctrico a partir de la estimación del modelo de consumo. En el capítulo 5 se describen las conclusiones obtenidas y en el capítulo 6 se describe la programación que se ha llevado a cabo a partir del modelo de gasto eléctrico teórico avanzado 2.0, dedicando el capítulo 7 a recoger la bibliografía y las referencias. En el Anexo 1 se muestran imágenes tanto del simulador que se realizó en Excel en una primera programación, como de la herramienta web final.

2. Modelo de Gasto Teórico Avanzado 2.0

El Modelo de Gasto Teórico Avanzado 2.0 se trata de una versión obtenida a partir del Modelo de Gasto Teórico Avanzado descrito en el informe presentado en noviembre de 2020 y denominado *"Desarrollo de un modelo de cálculo de gasto eléctrico teórico en los hogares españoles"* [4]. En este modelo 2.0 no solo se tiene en cuenta el tamaño del hogar (número de miembros) y la superficie del mismo, sino también la ocupación de sus miembros.
Para ello se ha tomado como referencia la Encuesta de Empleo de Tiempo (EET) [5] realizada por el INE en 2010, de donde se han extraído los hábitos de vida de los hogares en función de su composición y su ocupación, de forma similar a como se hacía en la versión anterior del modelo. Dicha encuesta se realizó a 9541 hogares, cuya distribución según el tamaño viene recogida en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Distribución de los hogares en la EET 2010 [5].

Personas	Nº Hogares	%
1	1714	18%
2	2931	31%
3	2259	24%
4	1964	21%
Más de 4	673	7%
Total	**9541**	**100%**

La encuesta recoge la información referente a cada uno de los 9541 hogares encuestados con datos como la comunidad autónoma a la que pertenecen, tamaño del municipio, composición del hogar (hogar unipersonal, pareja sin hijos, con hijos menores de 25, etc.), número total de miembros del hogar, etc. También contiene información sobre cada uno de los miembros de los hogares, siendo en total 25895, con datos como su sexo, mes y año de nacimiento u ocupación. Este modelo se centra principalmente en esta última característica de los entrevistados, la ocupación, ya que se considera que el consumo de energía eléctrica de los hogares está muy relacionado con ese parámetro y que, por tanto, varía según su composición.

Por lo tanto, para la elaboración del modelo se ha tomado de los resultados de la EET la información referente a los siguientes factores, que ya se utilizaban en el modelo anterior:

- Número de personas que compone cada hogar.
- Actividad principal y secundaria que está realizando en cada intervalo de diez minutos.
- Si la persona está realizando la actividad sola o acompañada, y si está acompañada por otro miembro del hogar.

En la evolución del modelo, se tiene en cuenta la ocupación del miembro del hogar que realiza cada actividad, distinguiendo entre las siguientes posibilidades:

- Ocupado/a (es decir, trabajando).
- Parado/a.
- Estudiante.
- Jubilado/a, prejubilado/a.
- Cobrando una pensión de incapacidad permanente o invalidez (se abreviará como *pensiones1* en adelante).

- Cobrando una pensión de viudedad u orfandad (se abreviará como *pensiones2* en adelante).
- Realizando tareas de voluntariado social.
- Realizando tareas del hogar.
- Otra situación de inactividad.

El número de hogares que contienen o no miembros con las diferentes ocupaciones se recogen en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Hogares según la ocupación de los miembros.

Ocupación/Hogares	Sin	Con
Ocupados	3360	6181
Parados	7516	2025
Estudiantes	6153	3388
Jubilados	6683	2858
Pensiones1	9036	505
Pensiones2	8647	894
Voluntarios	9536	5
Tareas de hogar	7059	2482
Otros	8701	840

El número de hogares de la EET, según su tamaño, que tiene algún miembro con las diferentes ocupaciones se recogen en la Tabla 2.3:

Tabla 2.3: Número de hogares según su composición y ocupación.

Ocupación/Hogares	1	2	3	4 o más	Total
Ocupados	3166	2608	346	61	**6181**
Parados	1616	331	62	16	**2025**
Estudiantes	1806	1319	228	35	**3388**
Jubilados	2239	600	19	0	**2858**
Pensiones1	467	37	1	0	**505**
Pensiones2	883	11	0	0	**894**
Voluntarios	5	0	0	0	**5**
Tareas de hogar	2457	24	1	0	**2482**
Otros	737	95	7	1	**840**

En este modelo se combinará la estimación del consumo de aquellos electrodomésticos que tienen un consumo variable a lo largo del día (cocina, lavadora, secadora, lavavajillas, televisión y ordenador) utilizando la EET con el consumo del resto de aparatos/electrodomésticos, estimados en el Modelo de Gasto Teórico Simplificado elaborado en el informe de 2020, obteniendo el consumo total de los hogares en función de la composición y ocupación de sus miembros.

2.1 Descripción del modelo

En primer lugar, se estima el consumo de aquellos electrodomésticos que se pueden asociar a alguna de las actividades contempladas en la Encuesta de Empleo de Tiempo, al igual que se hizo en el Modelo de Gasto Teórico Avanzado. A diferencia de lo que se hacía en este modelo, ahora también se tiene en cuenta la ocupación de los miembros de los hogares. Estos electrodomésticos son: cocina, lavadora, secadora, lavavajillas, televisión y ordenador. La cocina incluye el horno, igual que sucedía en el modelo de 2020, puesto que con la EET no se puede distinguir si alguien está cocinando en cocina o en horno.

Para cada uno de esos electrodomésticos se ha realizado una hipótesis de potencia media y se han tenido en cuenta los factores de penetración descritos en la Tabla 2.4. Esto se realiza cuando se quieren calcular valores de consumo medios. Si se quiere aplicar el modelo a una familia concreta, de la que se conoce qué electrodomésticos posee, simplemente habrá que sumar los consumos de éstos.

Para el resto de aparatos (frigorífico, congelador, móvil, tableta y microondas) y para la iluminación, se hará uso de las estimaciones de consumo eléctrico contempladas en el Modelo de Gasto Teórico Simplificado descrito en el informe de 2020; se parte de la hipótesis de que su consumo no varía significativamente según la ocupación de sus miembros. Se utilizan también las penetraciones de la Tabla 2.4 para calcular el consumo de un hogar medio.

Tabla 2.2: Penetración de los diferentes dispositivos y fuentes utilizadas.

Aparato	Penetración	Fuente
Secadora	28.30%	SECH-SPAHOUSEC [6]
Congelador	24.80%	SPAHOUSEC II [7]
Horno	77.10%	SECH-SPAHOUSEC [6]
Lavavajillas	54.80%	SPAHOUSEC II [7]
Ordenador	80.90%	España en cifras 2020 [8]
Tableta	54.50%	España en cifras 2020 [8]

Para el cálculo del consumo teórico de los hogares según su ocupación se necesita suficiente evidencia estadística, por lo que se ha calculado el tamaño de la muestra mínima de los hogares en la Encuesta de Empleo de Tiempo necesarios para cada tipo de ocupación.

Se ha utilizado la Ecuación 2.1 para calcular el tamaño de la muestra (n) conociendo el tamaño de la población (T).

$$n = \frac{T \cdot Z_a^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (T-1) + Z_a^2 \cdot p \cdot q} \tag{2.1}$$

donde T es el tamaño de la población (los 9541 hogares), Z_a el nivel de confianza, p la probabilidad de éxito, q la probabilidad de fracaso y d la precisión (error máximo admisible en términos de proporción)[1].

Aplicando esa ecuación al caso de los hogares de la EET, para obtener el número de hogares mínimo necesarios para cada tipo de ocupación, se ha tomado un nivel de confianza del 95% al que le corresponde una Z_a = 1.96, p es la proporción de hogares con algún miembro que se dedica a una ocupación

[1] https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra
https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html

determinada, *q* proporción de hogares en los que ningún miembro que se dedica a esa ocupación y la precisión *d* se ha tomado del 5%. En la Tabla 2.5 se muestran los valores de *n* obtenidos para cada tipo de ocupación. Si el número de hogares disponibles para una categoría es inferior a *n*, la muestra no sería válida.

Tabla 2.5: Cálculo del número mínimo de hogares para calcular su consumo según las ocupaciones de sus miembros.

	T	Z	p	q	e	n
Ocupados	9541	1.96	0.65	0.35	0.05	338.19
Parados	9541	1.96	0.21	0.79	0.05	250.21
Estudiantes	9541	1.96	0.36	0.64	0.05	339.41
Jubilados	9541	1.96	0.30	0.70	0.05	311.91
Pensiones1	9541	1.96	0.05	0.95	0.05	76.42
Pensiones2	9541	1.96	0.09	0.91	0.05	128.75
Voluntarios	9541	1.96	0.00	1.00	0.05	0.80
Tareas de hogar	9541	1.96	0.26	0.74	0.05	286.89
Otros	9541	1.96	0.09	0.91	0.05	121.81

Aunque el número mínimo de hogares con algún voluntario es muy bajo, al haber muy pocos hogares en los que se realiza la actividad de voluntariado, no se va a considerar dicho tipo de ocupación en el modelo.

Para cada ocupación, se van a considerar las siguientes posibilidades, teniendo en cuenta tanto la Tabla 2.5 como la Tabla 2.3:

Ocupados: 1, 2, 3 o más.
Parados: 1, 2 o más.
Estudiantes: 1, 2 o más.
Jubilados: 1, 2 o más.
Pensiones por incapacidad permanente o invalidez: 1 o más.
Pensiones de viudedad u orfandad: 1 o más.
Voluntario social: se desecha la categoría por haber sólo 5 hogares.
Personas que realizan tareas del hogar: 1 o más.
Otros: 1 o más.

Para la formulación se ha llamado *r* a la ocupación y *s* al número de miembros que tienen la ocupación de tipo r, según las variantes que se acaban de describir. Por tanto, se consideran los tipos de hogares que se recogen en la Tabla 2.6:

Tabla 2.6: Tablas de tipo de ocupación.

Ocupación (r)	Variante (s)	Tipo de hogar (rs)
Ocupados (A)	1 ocupado (1)	A1
	2 ocupados (2)	A2
	3 o más ocupados (3)	A3
Parados (B)	1 parado (1)	B1
	2 parados o más (2)	B2
Estudiantes (C)	1 estudiante (1)	C1
	2 estudiantes o más (2)	C2
Jubilados (D)	1 jubilado (1)	D1
	2 jubilados o más (2)	D2
Pensiones 1 (E)	1 o más (1)	E1
Pensiones 2 (F)	1 o más (1)	F1
Cuidacasas (G)	1 o más (1)	G1
Otros (H)	1 o más (1)	H1

Una vez que se han analizado los grupos que se pueden hacer según la ocupación, el cálculo del consumo de cada aparato se realiza de la misma forma que se describió en el informe de 2020 pero incorporando el subgrupo *rs* al que se puede adscribir el hogar según la ocupación de sus miembros.

Para calcular el consumo de cada aparato, por un lado, se ha calculado la potencia media (P_{jklrs}) [kW] de cada aparato *j* en cada uno de los intervalos de tiempo *k* (intervalos de 10 minutos a lo largo de un día, por tanto, *k*=1…144), para cada tipo de hogar *l* según el tamaño (1, 2, 3, 4 y más de 4) y según la ocupación *rs*. La unión de estos intervalos de tiempo dará lugar a curvas de potencia media a lo largo del día debidas al uso del aparato *j*, según la siguiente ecuación.

$$P_{jklrs} = \frac{(\sum_{i=1}^{n} FAP_{ijrs} + \sum_{i=1}^{n} FAS_{ijrs})}{N_{lrs}} \cdot P_j \; [kW] \qquad (2.2)$$

siendo *n* el número de personas encuestadas, FAP_{ijrs} y FAS_{ijrs} son factores que representan a las actividades primarias y secundarias[2] respectivamente y que toman valor 1 si el encuestado *irs* está utilizando el aparato *j* o 0 si no lo está utilizando, P_j potencia del aparato *j* [kW] y N_{lrs} el número de hogares que tienen *l* número de miembros y de ocupación *rs*.

Para cada tipo de hogar según el número de miembros *l* y el tipo ocupación *rs*, el cálculo del consumo medio de los aparatos *j* (C_{jlrs}) se realiza multiplicando la potencia promedio obtenida según la Ecuación 2.2 en cada intervalo *k* por la duración de dicho intervalo de tiempo (10 minutos), pasando después a kWh y multiplicando por 360 días en los que se ha supuesto dividido el año (12 meses x 30 días), como se muestra en la Ecuación 2.3.

$$C_{jlrs} = \left(\sum_{k=1}^{n=144} P_{jkl}\right) \cdot \left(\frac{10}{60}\right) \cdot 360 \; [kWh] \qquad (2.3)$$

Una vez calculado el consumo de los diferentes electrodomésticos en función de la composición y ocupación de los hogares, se calcula el consumo total de los 6 aparatos *j* (cocina, lavadora, secadora, lavavajillas, televisión y ordenador) según los tipos de hogares *rs* y del número de miembros *l*.

[2] El encuestado debe anotar la actividad principal que realiza en cada momento y la actividad secundaria que realiza al mismo tiempo (en su caso). A partir de esas actividades se deduce si están utilizando o no cada uno de los electrodomésticos.

$$C_{Total\ 6\ aparatos,lrs} = \sum_{j=1}^{n=6} C_{jlrs} \quad (2.4)$$

Se definen unos factores de ajuste de este consumo (f_{lrs}), que dependen del tamaño de los hogares y de la ocupación de sus miembros y que se determinan como la diferencia entre el consumo total de los 6 aparatos de cada tipo de hogar según su tamaño *l* y ocupación *rs*, $C_{Total\ 6\ aparatos,lrs}$, y el consumo total de los 6 aparatos del hogar medio $C_{Total\ 6\ aparatos,l}$, calculado en el modelo avanzado desarrollado previamente, que no tenía en cuenta la ocupación.

$$f_{lrs} = C_{Total\ 6\ aparatos,lrs} - C_{Total\ 6\ aparatos,l} \quad (2.5)$$

Por último, para calcular el consumo total de energía eléctrica de los hogares hay que tener en cuenta también el resto de aparatos o electrodomésticos (iluminación, frigorífico, congelador, microondas, móvil, tableta). Para ello se han utilizado los valores de consumo obtenidos en el modelo de gasto teórico simplificado recogido en el informe 2020 [4], [9]. Sumando el consumo de todos los electrodomésticos y los factores según la ocupación, se obtiene la Ecuación 2.7.

$$C_{Total\ hogar} = \sum_{j=1}^{12} C_{jl} \cdot \beta_j + \sum_{i=1}^{l} f_{lrs_i} \cdot \alpha_{lrs_i} \quad (2.7)$$

siendo C_{jl} el consumo de cada uno de los electrodomésticos *j* para un hogar de tamaño *l* y β un factor que toma valor 1 si el hogar cuenta con el aparato/electrodoméstico *j* y 0 si el hogar no cuenta con dicho electrodoméstico. Respecto al segundo término representa lo que el consumo sube o baja con respecto al valor medio por las ocupaciones de los diferentes miembros, por lo que es el sumatorio para cada uno de los miembros *i* del hogar del producto del factor calculado para cada tamaño *l* y ocupación *rs* y α es un factor que toma valor 1 si el hogar corresponde al tipo *rs* y 0 si no corresponde. De esta manera se podrán combinar diferentes hogares con diferentes tipos de ocupación, como, por ejemplo, un hogar con 2 estudiantes, 1 parado y 2 ocupados.

2.2 Factores del Modelo Avanzado 2.0.

Una vez calculado el consumo de los diferentes tipos de hogares según su tamaño y la ocupación de sus miembros se han calculado los factores de ajuste por ocupación *flrs* como la diferencia entre el consumo total de los 6 aparatos de cada tipo de hogar y el consumo total de los 6 aparatos del hogar medio, calculados en el Modelo de Gasto Teórico elaborado en 2020, según la Ecuación 2.5.

Esos 6 aparatos, que son aquellos cuyo consumo varía según la ocupación de los miembros son los siguientes:

- Cocina (incluye horno)
- Lavadora
- Secadora
- Televisión
- Ordenador
- Lavavajillas

La Tabla 2.7 muestra los factores que se han obtenido para cada tamaño y tipo de ocupación siguiendo la Ecuación 2.5. Los valores negativos de algunos factores indican que el tipo de ocupación al que corresponden supone una disminución del consumo.

Tabla 2.7: Factores calculados según el tamaño de los hogares y el tipo de ocupación [kWh/año]

		Factores				
		1	2	3	4	Más de 4
fx11	F. Con 1 ocupado	-159.48	-100.12	101.47	31.20	134.25
fx12	F. Con 2 ocupados	0.00	-242.16	-136.29	-125.21	-128.49
fx13	F. Con 3 o más ocupados	0.00	0.00	-82.71	317.90	173.63
fx21	F. Con 1 parado	263.53	26.17	128.69	112.44	-69.98
fx22	F. Con 2 o más parados	0.00	88.31	179.65	363.74	188.13
fx31	F. Con 1 estudiante	-266.71	-68.23	-2.39	41.97	-143.42
fx32	F. Con 2 o más estudiantes	0.00	-438.96	-183.48	-95.06	2.12
fx41	F. Con 1 jubilado	-54.94	93.55	176.89	376.06	54.59
fx42	F. Con 2 o más jubilados	0.00	123.12	116.36	204.04	165.43
fx51	F. Con pensionistas 1	83.52	21.23	173.91	364.98	416.19
fx61	F. Con pensionistas 2	9.29	95.24	104.52	206.31	273.04
fx71	F. Con Realizadores tarea hogar	224.34	170.61	219.65	230.74	218.35
fx81	F.Con Otros	-138.47	-278.65	-370.61	-430.56	40.46

2.3 Consumo total según la ocupación de los miembros de los hogares.

Partiendo de las ecuaciones anteriores y de los factores obtenidos para cada tipo de ocupación, se ha calculado el gasto de energía eléctrica consumida por los hogares en función de esas ocupaciones de cada uno de sus miembros.

2.3.1 Ocupación – Ocupado/a

Se ha calculado el gasto de energía eléctrica consumida por los hogares ligados al tipo de ocupación "ocupado/a", diferenciando los tipos de hogares que se enumeran a continuación.

- Hogar medio
- Hogar sin ocupados
- Hogar con ocupados
- Hogar con 1 ocupado
- Hogar con 2 ocupados
- Hogar con 3 o más ocupados

Las Figuras 2.1 y 2.2 muestran el consumo total de los diferentes tipos de hogares y la diferencia de estos hogares con respecto al hogar medio. En el eje x se muestran los tipos de hogares según su tamaño y número de ocupados, mientras que en el eje y se muestra el consumo total en [kWh/año] (Figura 2.1) y la diferencia con respecto al hogar medio de dichos hogares (Figura 2.2).

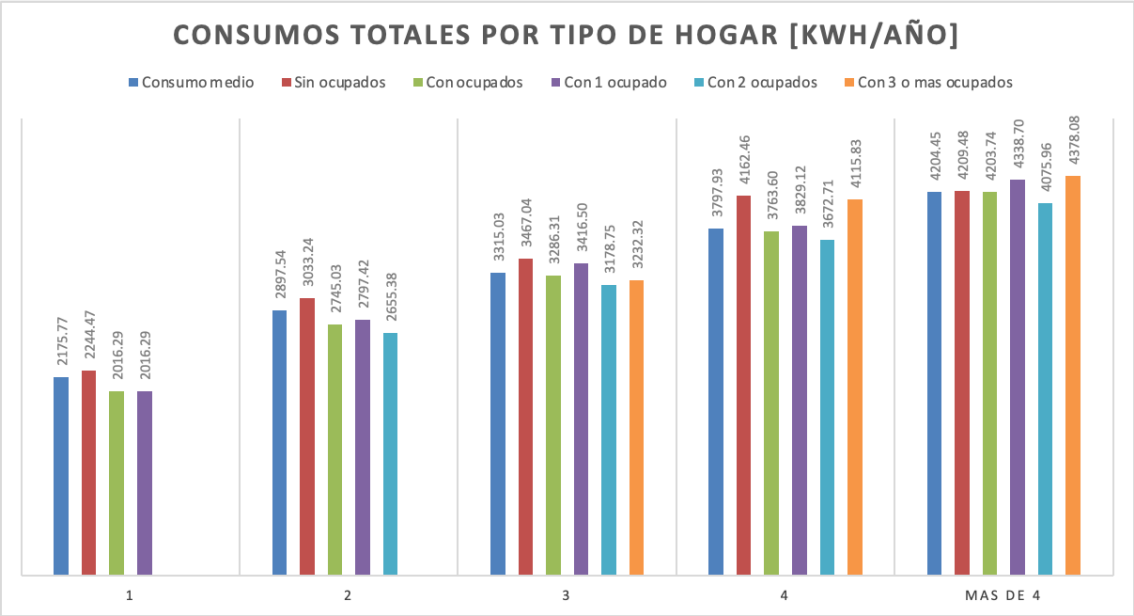


Figura 2.1. Consumos totales por tamaño de hogar [kWh/año], según el tipo de ocupación Ocupado/a.

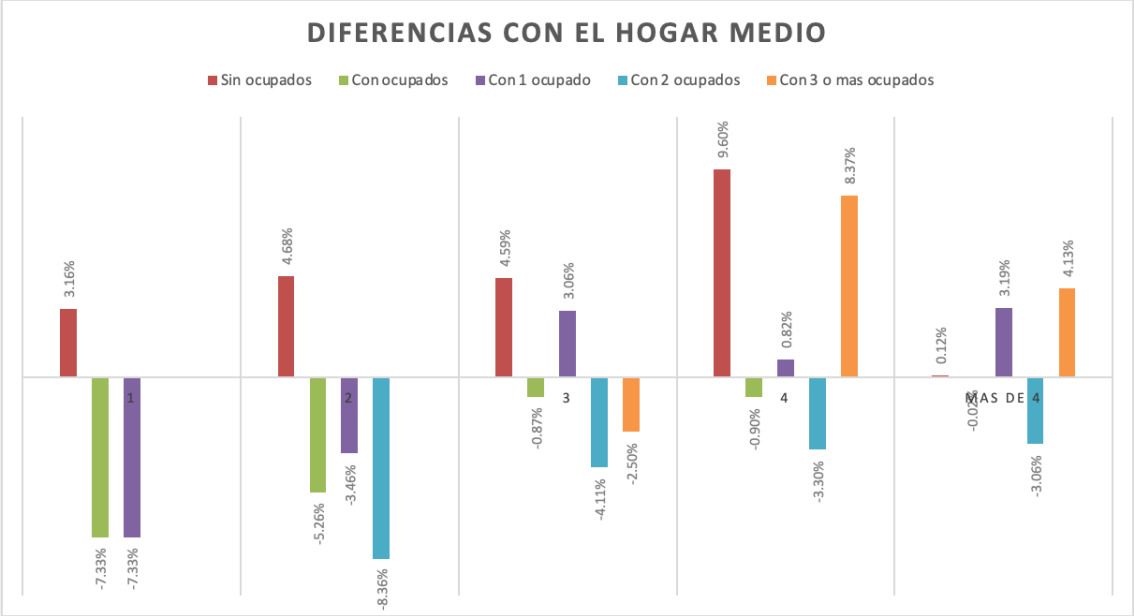


Figura 2.2: Diferencias de consumo con respecto al hogar medio, según el tamaño del hogar y el tipo de ocupación Ocupado/a.

De las gráficas anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los hogares con ocupados, por lo general, tienen un consumo menor de energía eléctrica que la media. Y por el contrario los hogares sin ocupados tienen un consumo mayor.
- Los hogares donde todos los miembros del hogar están ocupados, tienen un consumo menor que la media, como se puede observar en los hogares de 1 persona con 1 ocupado, de 2 personas con 2 ocupados y de 3 personas con 3 o más ocupados. Sin embargo, los hogares de 4 y más de 4 miembros que contienen 3 o más ocupados tienen un consumo por encima de la media, un 8.37% y un 4.13% respectivamente.

- Los hogares que cuentan con dos ocupados tienen un consumo menor que el resto de hogares para el mismo número de miembros en el hogar.

2.3.2 Ocupación – Parado/a

Se ha calculado el gasto de energía eléctrica consumida por los hogares ligados al número de parados/as, diferenciando los siguientes tipos de hogares:

- Hogar medio
- Hogar sin parados
- Hogar con parados
- Hogar con 1 parado
- Hogar con 2 o más parados

Las Figuras 2.3 y 2.4 muestran el consumo total de los diferentes tipos de hogares y la diferencia de estos hogares con respecto al hogar medio. En el eje x se muestran los tipos de hogares según su tamaño y el número de parados, mientras que en el eje y se muestra el consumo total en [kWh/año] (Figura 2.3) y la diferencia con respecto al hogar medio de dichos hogares (Figura 2.4).

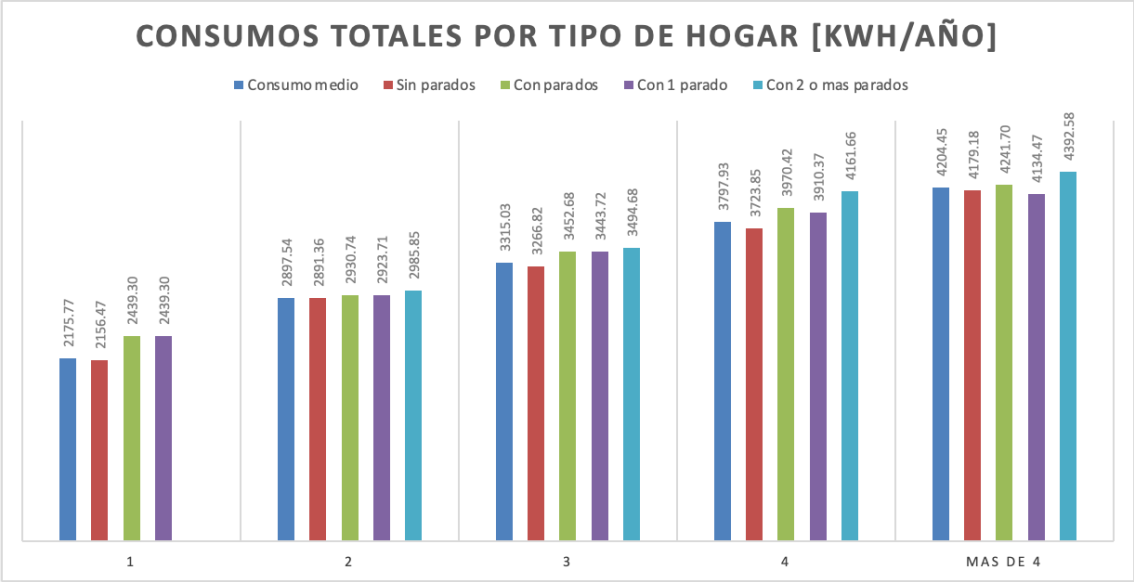


Figura 2.3: Consumos totales por tamaño de hogar [kWh/año], según el tipo de ocupación "Parado/a"

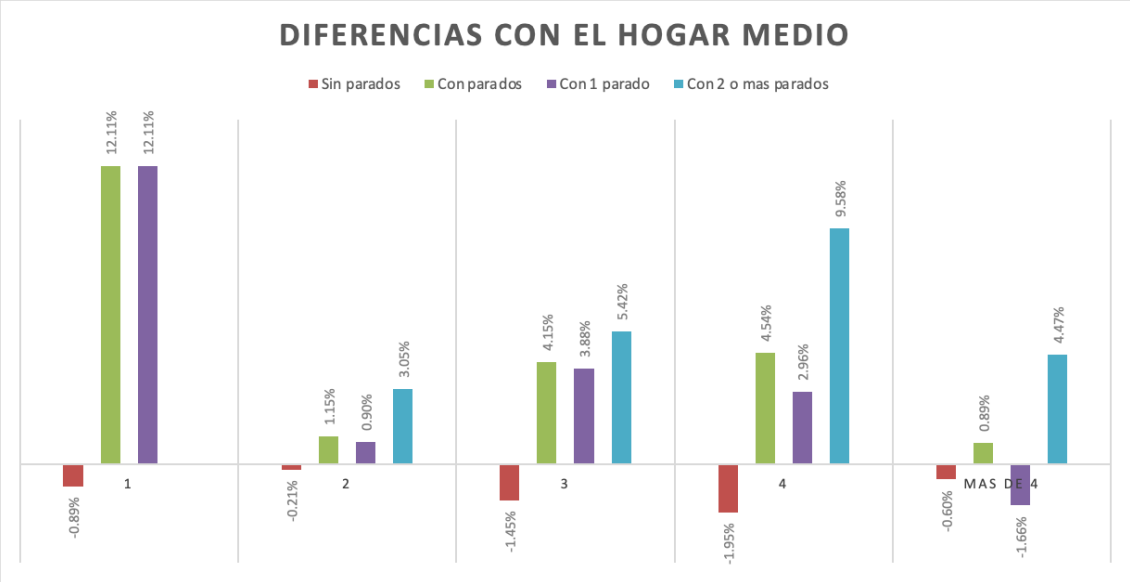


Figura 2.4: Diferencias de consumo con respecto al hogar medio, según el tipo de ocupación "Parado/a".

De las gráficas anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Por lo general los hogares con parados consumen más que la media. En el caso de los hogares de más de cuatro personas, con 1 parado se ha obtenido que consume menos que la media, y por tanto no sigue el comportamiento anterior.
- Cuantos más parados tenga el hogar más consumo de energía eléctrica, pero no consumen mucho más que la media. La mayor diferencia se produce en los hogares de 4 personas en los que hay 2 o más de 2 parados, en los que el consumo es casi un 10% superior a la media.

2.3.3 Ocupación – Estudiantes

Se ha calculado el gasto de energía eléctrica consumida por los hogares ligados a la ocupación "estudiantes". Se han diferenciado los siguientes tipos de hogares:

- Hogar medio
- Hogar sin estudiantes
- Hogar con estudiantes
- Hogar con 1 estudiante
- Hogar con 2 o más estudiantes

Las Figuras 2.5 y 2.6 muestran el consumo total de los diferentes tipos de hogares y la diferencia de estos con respecto al hogar medio. En el eje x se muestran los tipos de hogares según su distribución y el número de estudiantes, mientras que en el eje y se muestra el consumo total en [kWh/año] (Figura 2.5) y la diferencia con respecto al hogar medio de dichos hogares (Figura 2.6).

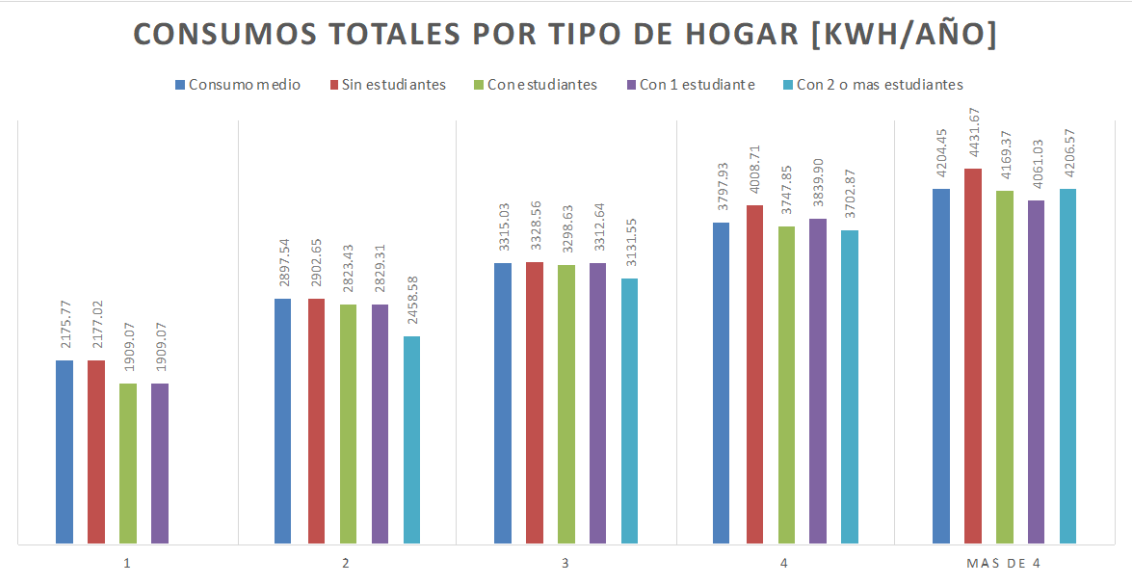


Figura 2.5: Consumos totales por tamaño de hogar [kWh/año], según el tipo de ocupación "Estudiantes".

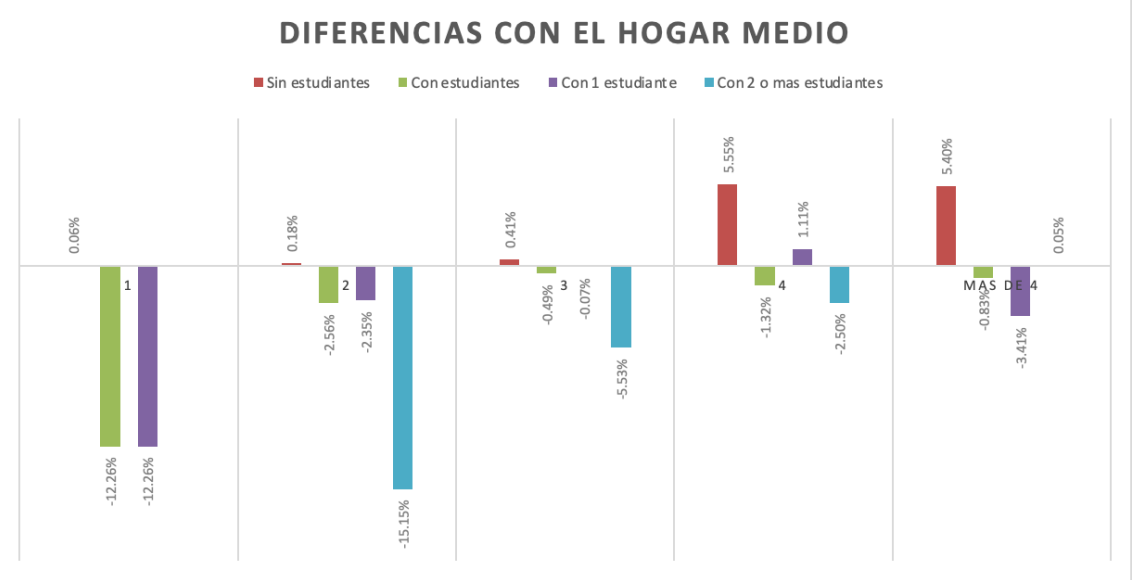


Figura 2.6: Diferencias de consumo con respecto al hogar medio, según el tipo de ocupación Estudiantes.

De las gráficas anteriores se pueden extraer las siguientes concusiones:

- Por lo general los hogares con estudiantes consumen menos que la media, salvo en los hogares de 4 personas con un estudiante en los que el consumo es prácticamente igual a la media, con un ligero incremento del 1.11%. Esto se puede deber a que los estudiantes pasan menos tiempo en casa.
- El efecto de que los hogares con estudiantes consumen menos energía es más significativo en los hogares de 1 persona con un 12.26% menos consumo que la media. Y a medida que aumenta el número de miembros de los hogares este efecto disminuye. Es especialmente significativo el efecto en los hogares de 2 personas donde ambos son estudiantes, donde el consumo es un 15.15% menor que la media.

2.3.4 Ocupación – Jubilados

Se ha calculado el gasto de energía eléctrica consumida por los hogares ligados a la ocupación "jubilados", diferenciando los siguientes tipos de hogares:

- Hogar medio
- Hogar sin jubilados
- Hogar con jubilados
- Hogar con 1 jubilado
- Hogar con 2 o más jubilados

Las Figuras 2.7 y 2.8 muestran el consumo total de los diferentes tipos de hogares y la diferencia de estos hogares con respecto al hogar medio. En el eje x se muestran los tipos de hogares según su tamaño y el número de jubilados, mientras que en el eje y se muestra el consumo total en [kWh/año] (Figura 2.7) y la diferencia con respecto al hogar medio de dichos hogares (Figura 2.8).

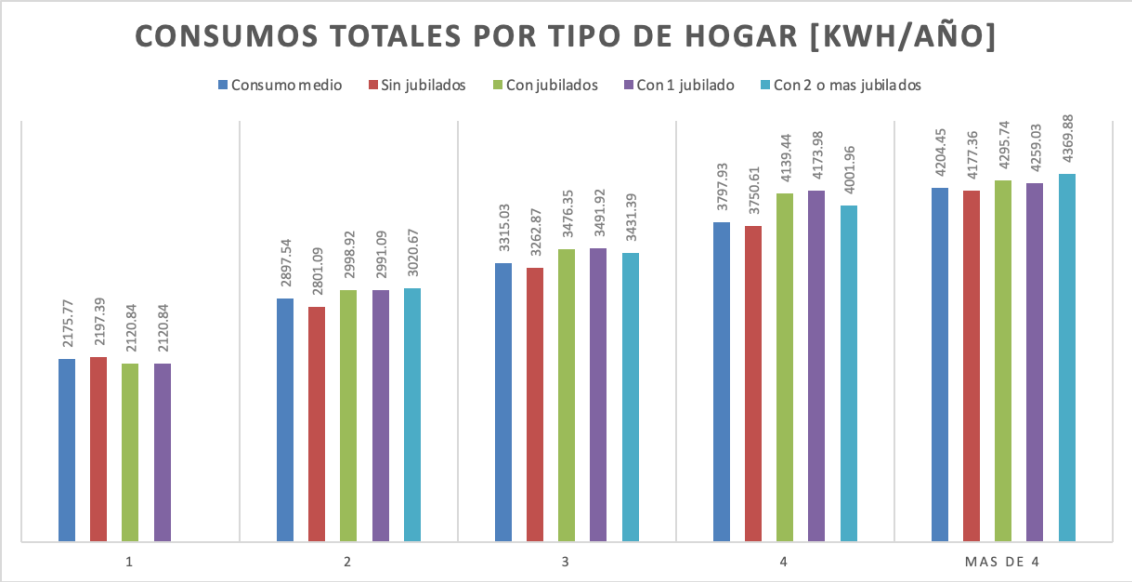


Figura 2.7: Consumos totales por tipo de hogar [kWh/año], según el tipo de ocupación Jubilados.

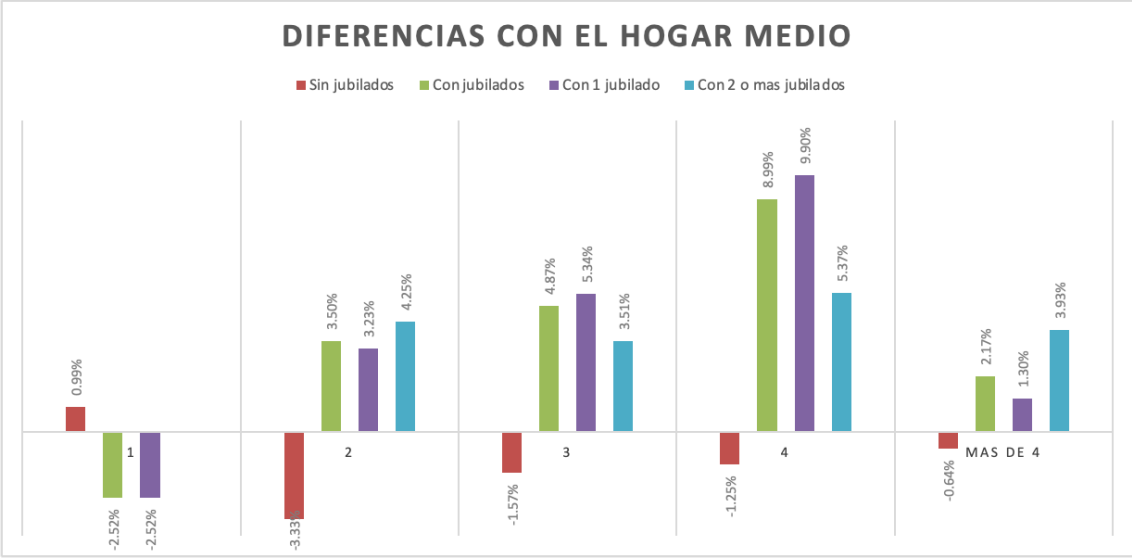


Figura 2.8: Diferencias de consumo con respecto al hogar medio, según el tipo de ocupación Jubilados.

De las gráficas anteriores se pueden extraer las siguientes concusiones:

- Por lo general los hogares con jubilados consumen más que la media, salvo en los hogares de 1 persona estando ésta jubilada.
- En los hogares con jubilados aumenta su diferencia de consumo con respecto al hogar medio a medida que aumenta el número de personas de los hogares, salvo en los hogares de más de 4 personas donde dicha tendencia se revierte, aunque se mantiene por encima de la media.
- Se puede observar como los hogares sin jubilados con dos o más personas por hogar consumen menos que la media y a medida que aumenta el número de personas de los hogares este efecto disminuye.
- No hay una tendencia clara con respecto al número de jubilados en el hogar, en los de 2 y más de 4 consumen más aquellos que tienen más de 2 jubilados. Por el contrario, los de 3 y 4 personas consumen más aquellos con 1 jubilado. No obstante, estos efectos no son muy notables.

2.3.5 Ocupación – Cobrando una pensión de incapacidad permanente o invalidez

Se ha calculado el gasto de energía eléctrica consumida por los hogares ligados a la ocupación "pensionistas de incapacidad permanente o invalidez" (pensionistas tipo 1), diferenciando los siguientes tipos de hogares:

- Hogar medio
- Hogar sin pensionistas tipo 1
- Hogar con pensionistas tipo 1

Las Figuras 2.9 y 2.10 muestran el consumo total de los diferentes tamaños de hogares y la diferencia de estos hogares con respecto al hogar medio. En el eje x se muestra los tamaños de hogar según su distribución y el número de pensionistas de incapacidad permanente o invalidez, mientras que en el eje y se muestra el consumo total en [kWh/año] (Figura 2.9) y la diferencia con respecto al hogar medio de dichos hogares (Figura 2.10).

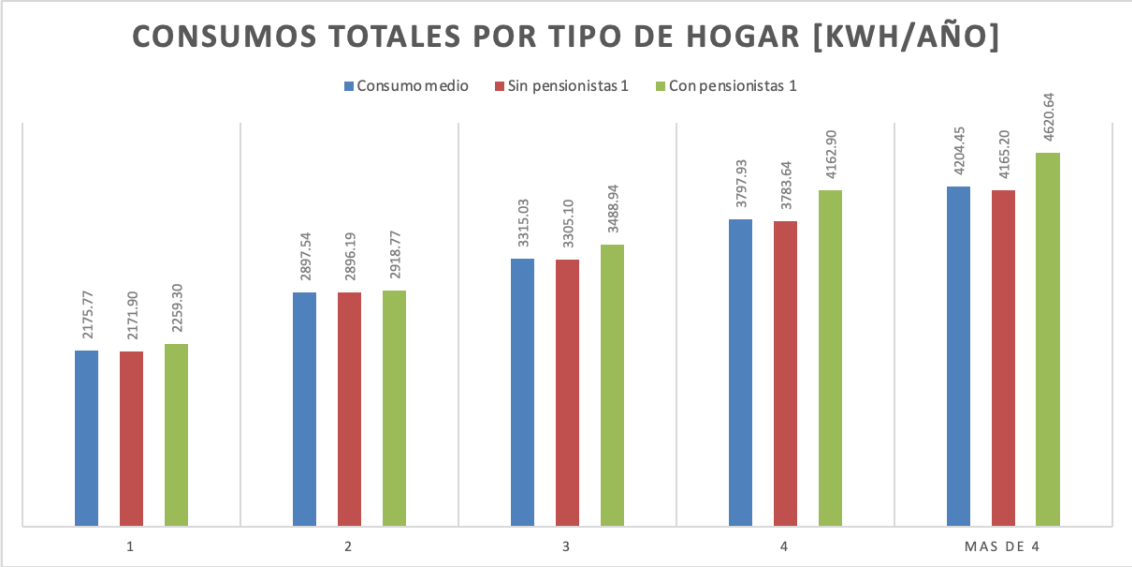


Figura 2.9: Consumos totales por tamaño de hogar [kWh/año], según el tipo de ocupación "pensionistas de incapacidad permanente o invalidez".

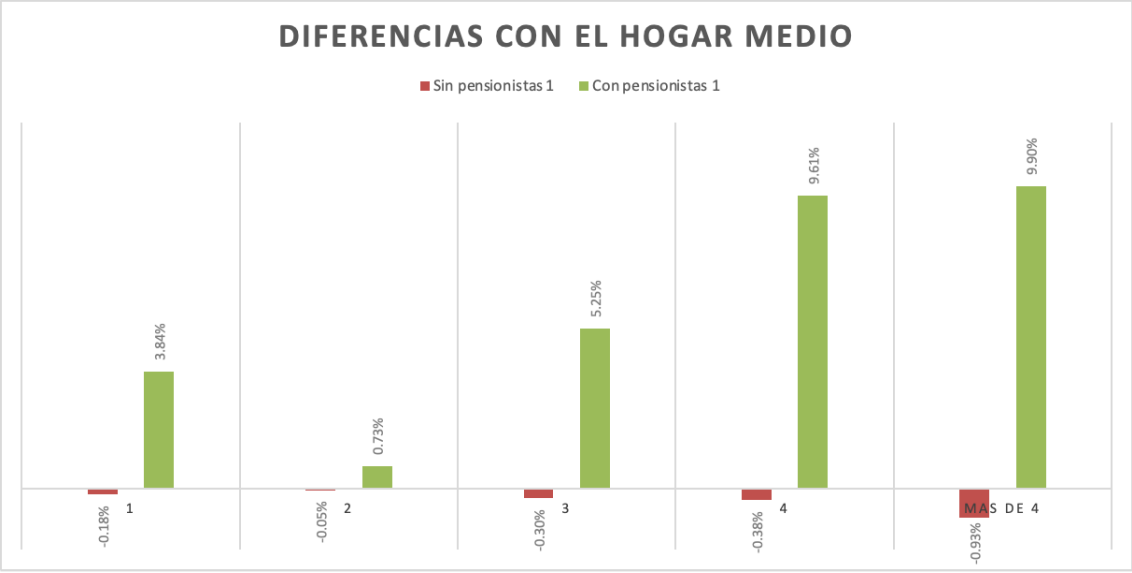


Figura 2.10: Diferencias de consumo con respecto al hogar medio, según el tipo de ocupación pensionistas de incapacidad permanente o invalidez.

De las gráficas anteriores se pueden extraer las siguientes concusiones:

- Los hogares que cuentan con miembros que reciben una pensión de incapacidad permanente o invalidez, tienen un mayor consumo de energía eléctrica. Esto se debe presumiblemente a que estas personas pasan más tiempo en el hogar.
- Se puede observar también una tendencia clara para los hogares de 3 personas o más donde la presencia de este tipo de pensionista aumenta significativamente el consumo de energía eléctrica. Llama la atención que los hogares de 2 personas con al menos una con este tipo de pensionistas el consumo es solo levemente mayor que el hogar medio, un 0.73%.

2.3.6 Ocupación – Cobrando una pensión de viudedad u orfandad

Se ha calculado el gasto de energía eléctrica consumida por los hogares ligados a la ocupación pensionistas por viudedad u orfandad (pensionista tipo 2), diferenciando los siguientes tipos de hogares:

- Hogar medio
- Hogar sin pensionistas tipo 2
- Hogar con pensionistas tipo 2

Las Figuras 2.11 y 2.12 muestran el consumo total de los diferentes tipos de hogares y la diferencia de estos hogares con respecto al hogar medio. En el eje x se muestra los tamaños de hogares según su distribución y el número de pensionistas por viudedad u orfandad, mientras que en el eje y se muestra el consumo total en [kWh/año] (Figura 2.11) y la diferencia con respecto al hogar medio de dichos hogares (Figura 2.12).

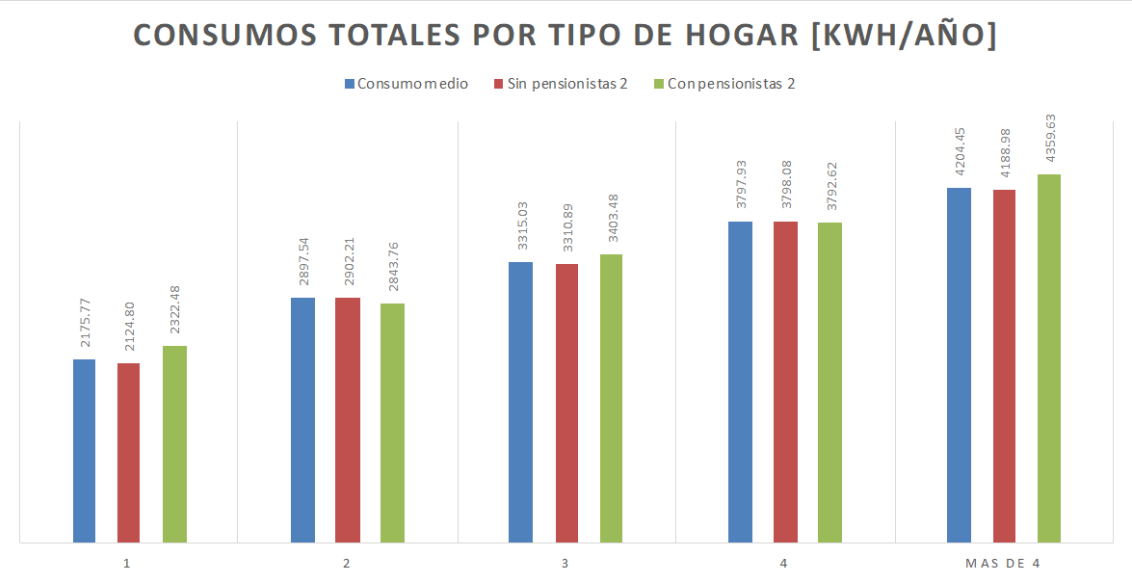


Figura 2.11: Consumos totales por tipo de hogar [kWh/año], según el tipo de ocupación pensionistas por viudedad u orfandad.

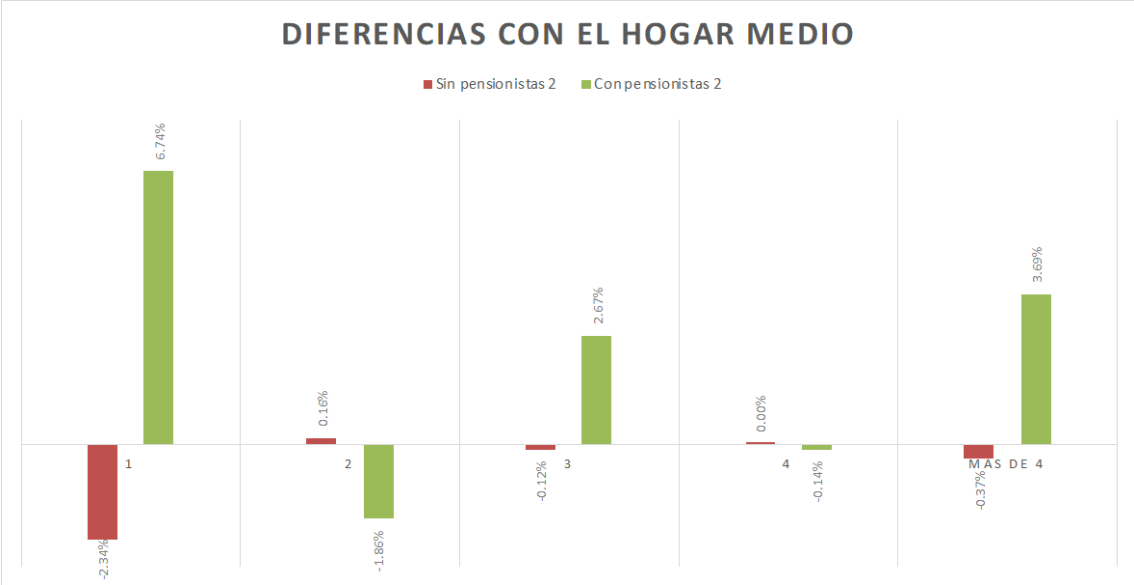


Figura 2.12: Diferencias de consumo con respecto al hogar medio, según el tipo de ocupación pensionistas por viudedad u orfandad.

De las gráficas anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los hogares que cuentan con miembros que perciben una pensión por viudedad u orfandad no tienen una tendencia clara. Esto se puede deber a que la pensión por viudedad y orfandad por lo general lo perciben personas de características diferentes.
- La situación más significativa es en la que una persona pensionista de este tipo vive sola, que consumiría un 6,74% más que la media. El resto de hogares con pensionistas de tipo 2 no ven afectado apenas su consumo

2.3.7 Ocupación – Realizando tareas del hogar

Se ha calculado el gasto de energía eléctrica consumida por los hogares ligados a la ocupación de personas que se dedican exclusivamente a realizar las tareas propias del hogar, diferenciando los siguientes tipos de hogares:

- Hogar medio
- Hogar sin personas que exclusivamente se dedican a las tareas del hogar
- Hogar con personas que exclusivamente se dedican a las tareas del hogar

Las Figuras 2.13 y 2.14 muestran el consumo total de los diferentes tamaños de hogares y la diferencia de estos hogares con respecto al hogar medio. En el eje x se muestra los tipos de hogares según su distribución y el número de personas cuya ocupación es exclusivamente realizar tareas del hogar, mientras que en el eje y se muestra el consumo total en [kWh/año] (Figura 2.13) y la diferencia con respecto al hogar medio de dichos hogares (Figura 2.14).

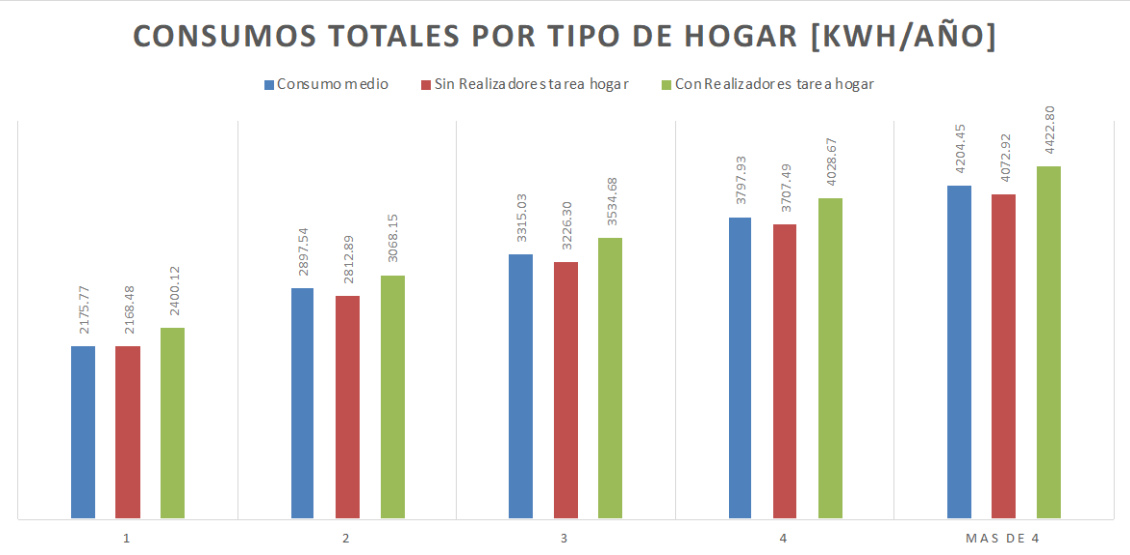


Figura 2.13: Consumos totales por tamaño de hogar [kWh/año], según el tipo de ocupación de personas que realizan tareas del hogar.

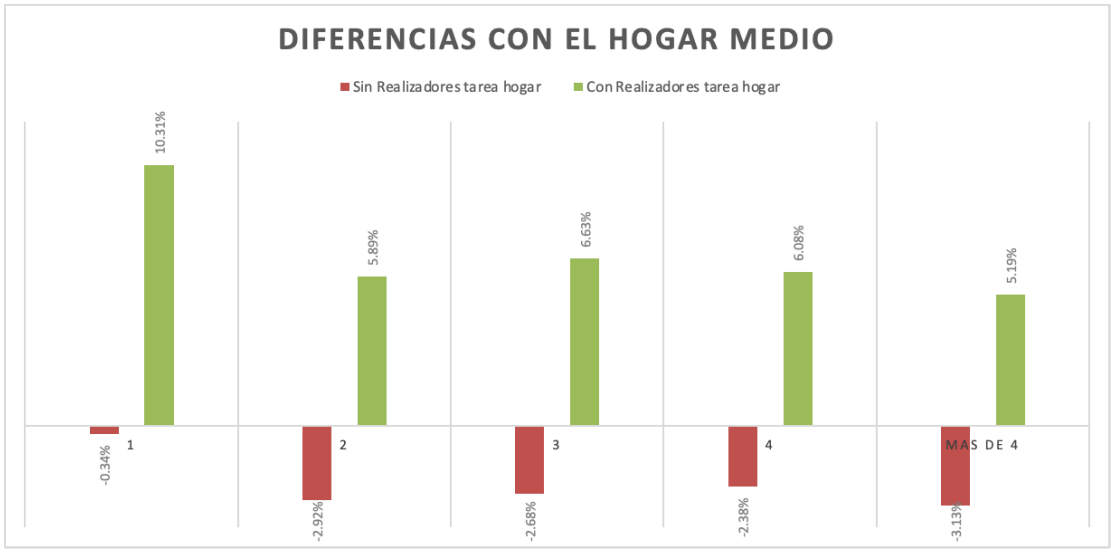


Figura 2.14: Diferencias de consumo con respecto al hogar medio, según el tipo de ocupación de personas que realizan tareas del hogar.

De las gráficas anteriores se pueden extraer las siguientes concusiones:

- Los hogares que cuentan con miembros cuya ocupación principal es realizar las tareas del hogar consumen mayor energía eléctrica que el hogar medio, por encima del 5%.
- Destacan los hogares unipersonales en los que la persona se dedica únicamente a las tareas del hogar ya que su consumo está por encima del 10.13% del hogar medio.
- Aquellos hogares que no cuentan con personas cuya ocupación es realizar tareas del hogar consumen menos energía eléctrica que el hogar medio.

2.3.8 Ocupación – Otra situación de inactividad

Se ha calculado el gasto de energía eléctrica consumida por los hogares ligados a la ocupación con personas que se encuentran en "otra situación de inactividad", diferenciando los siguientes tipos de hogares:

- Hogar medio
- Hogar sin personas en otra situación de inactividad
- Hogar con personas en otra situación de inactividad

Las Figuras 2.15 y 2.16 muestran el consumo total de los diferentes tipos de hogares y la diferencia de estos hogares con respecto al hogar medio. En el eje x se muestran los tipos de hogares según su distribución y el número de personas cuya ocupación se encuentra en otra situación de inactividad, mientras que en el eje y se muestra el consumo total en [kWh/año] (Figura 2.15) y la diferencia con respecto al hogar medio de dichos hogares (Figura 2.16).

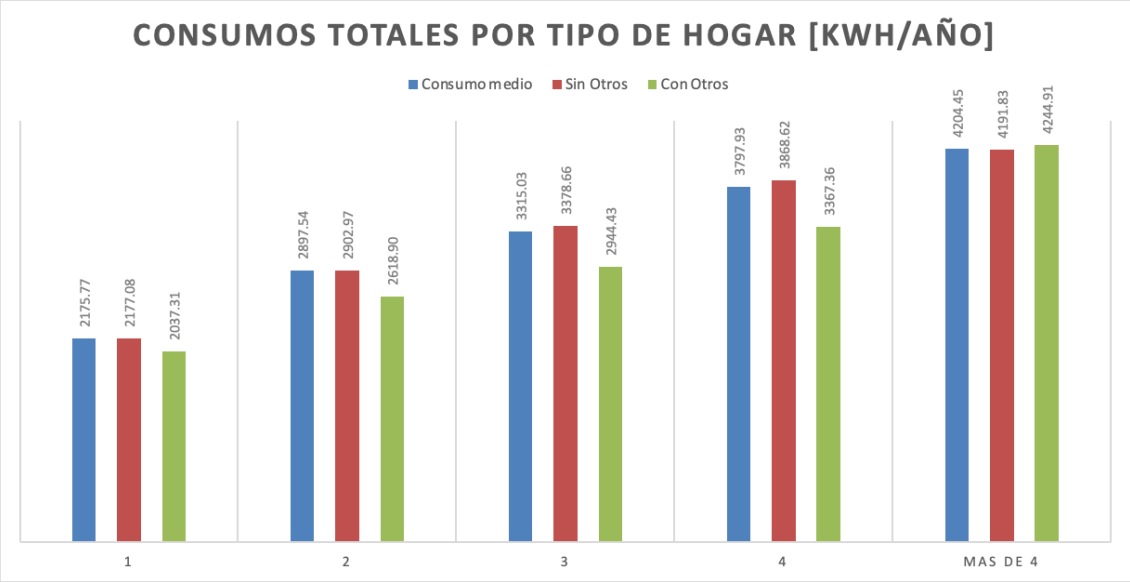


Figura 2.15: Consumos totales por tamaño de hogar [kWh/año], según el tipo de ocupación de personas que se encuentran en otra situación de inactividad.

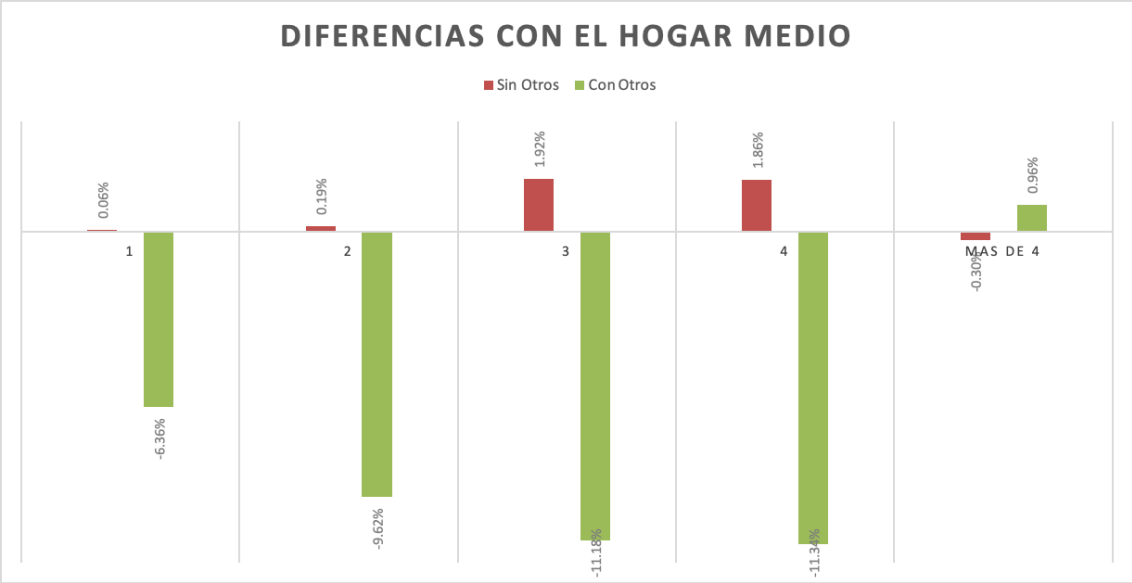


Figura 2.16: Diferencias de consumo con respecto al hogar medio, según el tipo de ocupación de personas que se encuentran en otra situación de inactividad.

De las gráficas anteriores se pueden extraer las siguientes concusiones:

- El consumo de estos hogares es significativamente menor que el hogar medio y su diferencia aumenta cuando crece el número de miembros, siendo un 6.36%, 9.52%, 11.18% y 11.34% menores en los hogares de 1, 2, 3 y 4 personas respectivamente. Sin embargo, esta tendencia se rompe con los hogares de más de 4 personas, donde su consumo es un 0.96 superior.

No obstante, como esta categoría es muy abierta y no puede asociarse con un tipo de inactividad concreta, no se tendrá en cuenta en el modelo.

3. Aplicación del modelo Avanzado 2.0 a la base de datos del proyecto "Ni un hogar sin energía"

Desde 2013 ECODES promueve el programa "Ni un hogar sin energía" para la lucha contra la pobreza energética y la mejora de la eficiencia energética en los hogares españoles. En estos años ha ayudado a más de 11.000 familias de 50 provincias españolas a reducir sus facturas de energía y mejorar el confort de sus hogares a través de auditorías energéticas y consejos personalizados.

El presente apartado describe la metodología y los resultados de la aplicación del Modelo de Avanzado 2.0 descrito en el apartado anterior, a la base de datos del programa "Ni un hogar sin energía", y se destacan las principales conclusiones sobre la situación de los hogares acogidos por el programa con respecto al consumo de energía eléctrica.

3.1 Descripción de la base de datos

El diagnóstico energético del programa se ha realizado recogiendo datos sobre las siguientes características de los hogares: (1) situación socioeconómica, (2) estado de eficiencia energética y equipamiento de la vivienda, (3) hábitos de los hogares y (4) información sobre el consumo energético y los contratos de suministro. Además, esta base de datos tiene dos fuentes de información diferentes:

- Fuente1: Datos recopilados durante las visitas a los hogares vulnerables o puntos de asesoramiento energético (entrevistas individuales).
- Fuente2: Datos recogidos por una herramienta de la web ("autodiagnósticos online").

Una descripción detallada de los campos de la base de datos se realiza en [2]. Aunque el programa tiene datos desde antes, fue en 2017 cuando las preguntas del cuestionario de diagnóstico energético empezaron a incluir el consumo medio mensual en electricidad, que es el parámetro clave para poder aplicar el modelo presentado en este informe. Por tanto, para la aplicación del Modelo de Avanzado 2.0 se usará la base de datos desde octubre de 2017. Se han utilizado datos hasta junio de 2021, contando con los datos correspondientes a 6748 hogares.

Para llevar a cabo el análisis de la base de datos y su comparación con el Modelo Avanzado 2.0, se ha llevado a cabo una filtración de la base de datos para que se ajuste de la mejor manera al modelo.
En primer lugar, se han descartado aquellos que se considera que tienen algún error en el proceso de toma de datos como, por ejemplo, aquellos que tienen un consumo eléctrico anual nulo o aquellos que tienen una ocupación nula.

Posteriormente, con el objetivo de filtrar los datos atípicos (outliers), se ha calculado el percentil del 5% y del 95% del consumo real anual de los hogares encuestados, que son 672.6 kWh y 7920 kWh respectivamente y se han filtrado de la muestra.

Finalmente, se han descartado del estudio todos los hogares que utilizan electricidad para calefacción y para ACS, así como los que tienen aire acondicionado, ya que esos consumos están excluidos del modelo propuesto por tratarse en el de gasto térmico.

Con el filtrado realizado se han obtenido 1650 datos que son los que finalmente se han utilizado para comprobar el modelo y obtener unos indicadores de vulnerabilidad energética de la muestra.

Los campos que se han considerado para dicho análisis son los siguientes: tamaño de la vivienda (m^2), tamaño del hogar (medido por el nº de miembros), consumo medio mensual en electricidad (kWh/mes), aparatos o electrodomésticos contemplados en la base de datos (fogones de cocina, horno, lavavajillas, secadora y congelador) y ocupación de los miembros de los hogares. Para este último parámetro tan solo se han podido diferenciar cuatro tipos de ocupaciones dentro de la base de datos: ocupado/a, parado/a, estudiante y jubilado/a.

3.2 Resultados obtenidos

Primero, se ha calculado el consumo real anual en electricidad (CELR) de cada uno de los 1650 hogares analizados a partir del dato de consumo medio mensual declarado en la base de datos. En una segunda fase se ha estimado el consumo eléctrico teórico (CELT) de estos mismos hogares, utilizando el Modelo Avanzado 2.0, a partir de la información sobre el tamaño de la vivienda, el número de miembros y su ocupación.

Por último, para poder analizar los resultados obtenidos, estos dos valores se han dividido entre sí para calcular el cociente entre el consumo eléctrico real declarado en la base de datos y el teórico calculado

con el modelo (CELR/CELT) para cada hogar de la muestra. A partir de los resultados obtenidos, se ha procedido a la aplicación del modelo de CELT a través del análisis de los siguientes indicadores:

(1) Mediana muestral del cociente CELR/CELT;
(2) Proporción de hogares cuyo CELR es inferior al correspondiente CELT.

El primero estima el ajuste del modelo al consumo real de los hogares (se ha elegido la mediana porque elimina los casos extremos que podrían distorsionar el resultado de la estimación), mientras que el segundo calcula el porcentaje de hogares que tienen un consumo menor del teórico calculado con el modelo, es decir, un consumo insuficiente para cubrir sus necesidades eléctricas, y que, por tanto, podrían estar potencialmente en situación de pobreza energética escondida.

En la Figura 3.1 se puede observar como el consumo eléctrico real de los hogares recogidos en la base de datos es inferior al teórico, 2148 kWh al año frente a 2575.96 kWh al año.

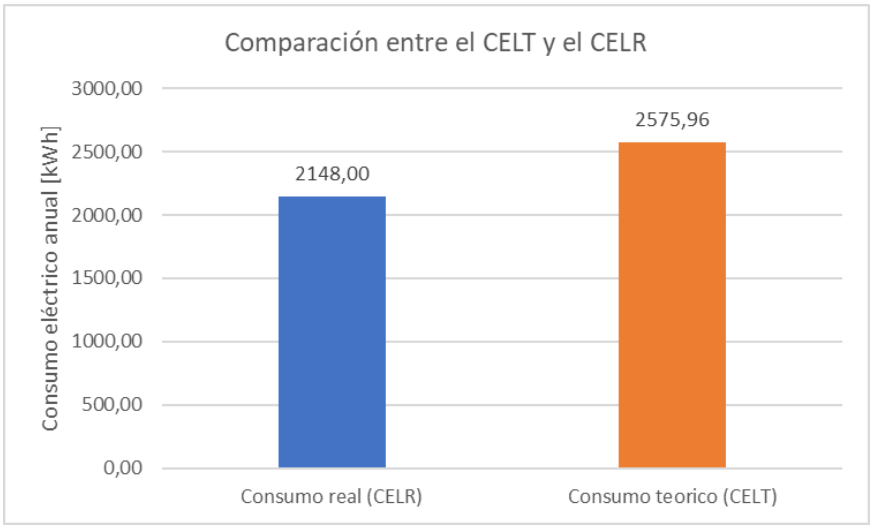


Figura 3.1: Medianas de consumo eléctrico teórico para el hogar medio (CELT) y del consumo real (CELR).

En la Figura 3.2 se muestran los indicadores de los hogares recogidos en la base de datos; el primero de ellos (CELR/CELT) señala un ajuste del modelo al consumo real de 0.83, mientras que el segundo indicador (CELR<CELT) señala que un 64% de los hogares tienen un consumo real menor que el teórico y que son potenciales hogares vulnerables.

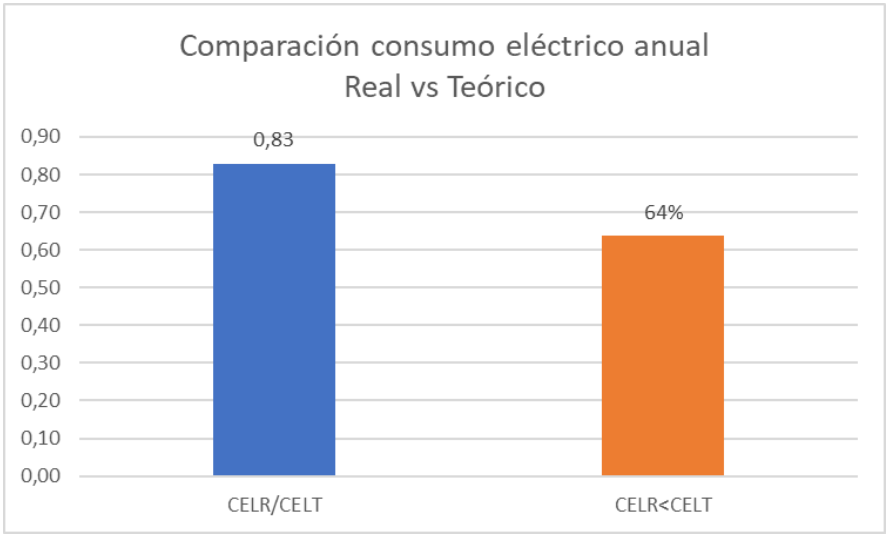


Figura 3.2: Comparación entre las medianas de consumo eléctrico teórico para el hogar medio (CELT) y del consumo real (CELR).

Estos valores se deben principalmente a que la base de datos contiene los valores de hogares vulnerables, los cuales tienen un consumo eléctrico menor, aunque también puede deberse a una sobreestimación del consumo eléctrico de los hogares.

Haciendo un desglose del consumo de los hogares según su tamaño, se puede observar en la Figura 3.3 que la mediana del consumo real en hogares unipersonales es levemente superior al teórico, pero a medida que aumenta el número de miembros de los hogares, mientras el consumo real crece levemente, el aumento es mucho mayor en el consumo teórico.

Este hecho se puede observar también en la Figura 3.4, donde la mediana de los indicadores CELR/CELT y CELR<CELT son 1 y 50% respectivamente, lo que refleja el buen comportamiento del modelo para los hogares unipersonales. Sin embargo, con el aumento del número de miembros del hogar, el primer indicador (CELR/CELT) decrece y el segundo indicador crece (CELR<CELT), lo que muestra un menor ajuste del modelo al consumo real, así como una mayor desproporcionalidad entre los hogares con menor consumo real que teórico.

Esto se puede interpretar como que la vulnerabilidad de los hogares aumenta con el número de miembros de los hogares. También puede indicar una sobre estimación del modelo teórico.

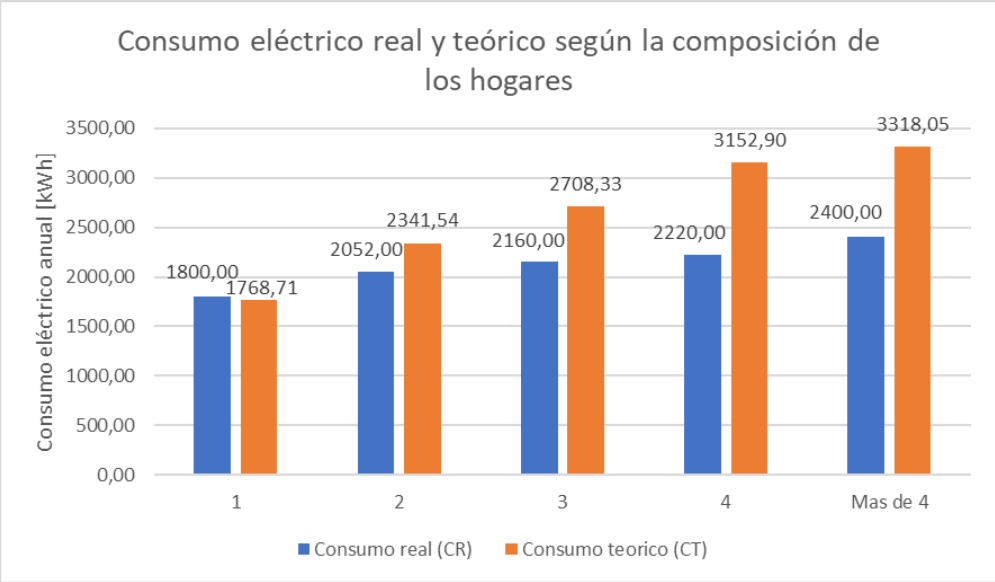


Figura 3.3: Medianas de consumo eléctrico real y teórico [kWh/año] según la composición de los hogares.

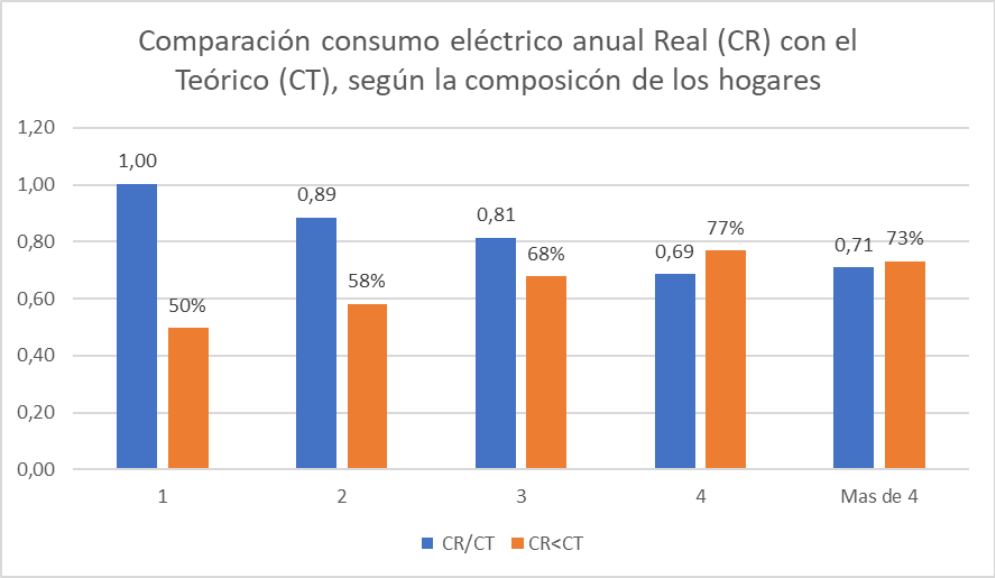


Figura 3.4: Comparación entre las medianas de consumo eléctrico teórico para el hogar medio (CELT) y del consumo real (CELR), según el tamaño de los hogares.

3.3 Conclusiones de la aplicación del modelo Avanzado 2.0 a la base de datos del proyecto "Ni un hogar sin energía"

El modelo CELT ha sido contrastado comparando los consumos estimados por el propio modelo con los reales de la base de datos de hogares de ECODES. En promedio, el consumo real de electricidad de estas familias es moderadamente inferior al consumo teórico modelado (un 16% menor que el CELT).
El modelo se ajusta relativamente bien al consumo real de los hogares, especialmente en los hogares unipersonales, sin embargo, a medida que aumenta el número de miembros este ajuste va disminuyendo,

principalmente en los hogares de cuatro miembros. Esto puede ir ligado a que la condición de vulnerabilidad aumenta con el tamaño de los hogares, ya que el consumo real crece en menor proporción que el consumo teórico, aumentando la desproporcionalidad entre los hogares con menor consumo real. En otras palabras, los hogares de ECODES tienden a moderar el consumo al aumentar el número de miembros, hecho que puede estar relacionado con el "miedo a la factura".

El análisis presentado en este capítulo sugiere que las medidas de lucha contra la pobreza energética se deben diseñar en función de las características de los hogares, prestando especial atención a la variación de las necesidades energéticas (en particular las vinculadas al uso de la electricidad).

4. Obtención del gasto eléctrico a partir del consumo

Como se ha mencionado anteriormente, el modelo persigue obtener el gasto eléctrico que un hogar debe alcanzar para satisfacer sus necesidades energéticas relacionadas con electricidad (gasto eléctrico teórico, GELT). Sin embargo, la parte más importante en la obtención del modelo es la determinación del consumo eléctrico, que ha sido el objetivo de los puntos anteriores.

En este apartado se señala como se obtendrá el GELT a partir del consumo, utilizando la tarifa de mercado regulado (2.0 TD), que se implementó el 1 de junio de 2021 en España [10], [11]. El coste depende del tramo del día en el que se produce el consumo, dividiéndose el día en tres tramos horarios: punta (de 10:00 a 14:00 y de 18:00 a 22:00), valle (de 8:00 a 10:00 y de 14:00 a 18:00) y llano (de medianoche a las 8:00 los días de diario y las 24 horas del día los festivos y fines de semana) [11].

Para calcular el coste se han asumido unos valores medios en cada tramo, para el término fijo (potencia) y para el término variable (consumo), dados en la Tabla 4.1, que corresponden a los valores medios a 31 de octubre de 2021. Esos valores medios se irán actualizando con la frecuencia deseada.

Tabla 4.1. Tarifas eléctricas consideradas (datos promediados del 01/06/2021 al 31/10/2021, antes de impuestos)[3]

Tramo de consumo	Término fijo [€/kW-año]	Término variable [€/kWh]
Punta	28.58	0.27
Llano		0.19
Valle	1.29	0.15

Debido a lo reciente del cambio en el sistema de facturación, actualmente no se ha implementado de forma completa el nuevo modelo y se han realizado los siguientes cálculos.

El término fijo se calcula a partir de los valores medios de la Tabla 4.1 según la Ecuación 4.1:

$$tarifa_{fijo} = \frac{fijo_{punta} * Potencia_{punta} + fijo_{valle} * Potencia_{valle}}{Potencia_{punta}} \quad (4.1)$$

[3] https://comparador.cnmc.gob.es/facturaluz/inicio/

El término variable se calcula a partir de la Ecuación 4.2., asumiendo que el consumo se reparte en las tres franjas horarias de la siguiente forma: $peso_{punta}$=29% $peso_{llano}$=26% y $peso_{valle}$=45%[4].

$$tarifa_{variable} = tarifa_{punta} * peso_{punta} + tarifa_{valle} * peso_{valle} + tarifa_{llano} * peso_{llano} \quad (4.2)$$

Después se aplican los impuestos correspondientes, para obtener el gasto que se obtendría en la factura. Actualmente se está trabajando en la implementación de la tarifa regulada 2.0 TD de forma completa.

5. Conclusiones

Las principales conclusiones que se pueden obtener del trabajo realizado se resumen en los siguientes puntos:

- Se ha desarrollado el Modelo de Gasto Teórico Avanzado 2.0 como evolución del modelo Avanzado desarrollado en el año 2020.
- El Modelo de Gasto Teórico Avanzado 2.0 parte de los hábitos de consumo recogidos en la EET [12], a los que se asocia el uso de aparatos o electrodomésticos y se cruza con la información que se tiene de la composición de cada familia según su ocupación. Este modelo a su vez es combinado con el Modelo de Gasto Teórico Simplificado para incorporar aquellas fuentes de consumo no contemplados por la encuesta. El consumo también depende del tamaño de la vivienda, su equipamiento y el número de miembros.
- El análisis del Modelo de Gasto Teórico Avanzado 2.0 refleja que los hogares con ocupados y, estudiantes, en general, consumen menos energía eléctrica. Por el contrario, los hogares con parados, jubilados, pensionistas por incapacidad permanente o invalidez, pensionistas por viudedad u orfandad y los que realizan tareas del hogar en general consumen más energía eléctrica.
- Se ha aplicado el Modelo de Gasto Teórico Avanzado 2.0 a la base de datos del programa “Ni un hogar sin energía”, con el objetivo de comparar el consumo teórico del modelo con el consumo real declarado por cada hogar.
- En la aplicación del Modelo de Gasto Teórico Avanzado 2.0 a la base de datos del programa “Ni un hogar sin energía” de ECODES se concluye que el modelo reproduce relativamente bien el consumo real de los hogares, especialmente en los hogares unipersonales; sin embargo, a medida que aumenta el número de miembros este ajuste va disminuyendo, principalmente en los hogares de cuatro miembros. Esto se puede deber principalmente a que dicha base de datos está formada por hogares vulnerables en su mayoría.
- Por tanto, mediante la comparación anterior queda reflejado cómo a través del modelo se puede detectar una mayor vulnerabilidad en los hogares cuanto mayor es el número de miembros.
- Se ha elaborado un simulador del Modelo de Gasto Teórico Avanzado 2.0 en Excel y en R que posteriormente se ha programado en una herramienta web para que los usuarios puedan comprobar si su consumo está por encima o por debajo del gasto teórico e identificar los hogares que se encuentran en pobreza energética escondida [12].
- Esa herramienta web está incorporada al programa ENERSOC, junto con un modelo de gasto térmico, para ser obtener entre los dos modelos el gasto energético total. Puede ser utilizada por todos los usuarios de ENERSOC y por los del programa Ni un hogar sin energía de forma gratuita

[4] Consumidor medio del antiguo peaje 2.0 A (https://www.cnmc.es/file/304518/download)

5.1 Trabajo futuro

A lo largo del trabajo desarrollado se ha visto la posibilidad de profundizar en la mejora de los modelos y del análisis realizado. En concreto se podrían abordar las siguientes tareas:

i. Incorporación al modelo de la eficiencia energética de los electrodomésticos, con la posibilidad de hacer un análisis cuantitativo del peso de ésta en el gasto teórico total.

ii. Estudio de la optimización del uso de los diferentes electrodomésticos con la nueva estructura de la tarifa en vigor a partir del pasado 1 de junio de 2021.

iii. Mejora en el modelado de algunos de los electrodomésticos, como por ejemplo el frigorífico, que se ha modelado con consumo constante, o la iluminación que puede variar según la posición geográfica.

iv. Validación del modelo utilizando una muestra de hogares no vulnerables, para poder estudiar de forma exhaustiva su comportamiento.

6. Programación del modelo de gasto eléctrico avanzado 2.0

En este apartado se describe los pasos concretos que se han llevado a cabo para realizar la programación del modelo de gasto eléctrico que se ha desarrollado en los apartados anteriores, a partir de las tablas y factores obtenidos en esos apartados.

6.1 Consumo medio por uso de electrodomésticos en un hogar

Los datos de entrada para calcular el consumo medio por uso de electrodomésticos son:

- Número de miembros: 1, 2, 3, 4, más de 4 (dato ya disponible del modelo de gasto térmico)
- Presencia o no de los siguientes electrodomésticos (respuestas posibles: si, no, no sé):

Tabla 6.1: Datos de entrada para calcular el consumo medio por uso de electrodomésticos (presencia o no de los siguientes electrodomésticos)

Aparatos / Electrodomésticos[5]			
Cocina eléctrica	Si	No	No sé
Horno eléctrico	Si	No	No sé
Lavadora	Si	No	No sé
Secadora	Si	No	No sé
Frigorífico	Si	No	No sé
Congelador	Si	No	No sé
TV	Si	No	No sé
Ordenador	Si	No	No sé
Lavavajillas	Si	No	No sé
Móvil	Si	No	No sé
Tableta	Si	No	No sé
Microondas	Si	No	No sé

Para cada familia se entra en la Tabla 6.2 por el número de miembros y se toman los valores correspondientes para los electrodomésticos de los que dispone la familia (si dispone del electrodoméstico del que se trate, se toma el valor y si no, cero).

Tabla 6.2: Consumo medio anual de cada electrodoméstico cuando se sabe si hay o no

	Consumo medio anual electrodomésticos (se sabe si hay o no) (kWh)				
	1	**2**	**3**	**4**	**Más de 4**
Cocina	227,86	394,95	417,74	474,70	558,25
Horno	48,96	84,86	89,76	102,00	119,95
Lavadora	209,83	262,29	332,23	384,69	437,17
Secadora	203,38	254,55	322,34	373,08	424,17
Frigorífico	748,80	748,80	748,80	748,80	748,80
Congelador	599,04	599,04	599,04	599,04	599,04
TV	197,27	341,69	296,73	314,38	359,95
Ordenador	73,64	163,00	313,10	424,68	397,79
Lavavajillas	214,97	254,06	293,14	351,77	371,31
Móvil	3,60	7,20	10,80	14,40	18,00
Tableta	4,11	6,17	8,23	10,29	12,34
Microondas	54,00	59,40	64,80	70,20	78,30

[5] Aunque el modelo avanzado recoge de forma conjunta el consumo de la cocina y el horno, se ha separado el consumo de ambos a la hora de calcular el consumo total, utilizando las proporciones entre ellos que se obtienen del modelo de gasto eléctrico simplificado. Se considera más útil y que aporta más información el tenerlo separado.

Si no se sabe si hay alguno de los electrodomésticos, se acude a la Tabla 6.3 (se asume que en todos los hogares hay cocina, lavadora, frigorífico, TV, móvil y microondas y para el resto se han aplicado las penetraciones medias de cada uno de ellos en España (Tabla 2.4)):

Tabla 6.3: Consumo medio anual de cada electrodoméstico si se desconoce si hay o no

	Consumo medio anual electrodomésticos (no se sabe si hay o no) (kWh)				
	1	2	3	4	Más de 4
Cocina eléctrica	227,86	394,95	417,74	474,70	558,25
Horno	37,75	65,43	69,20	78,64	92,48
Lavadora	209,83	262,29	332,23	384,69	437,17
Secadora	57,56	72,04	91,22	105,58	120,04
Frigorífico	748,80	748,80	748,80	748,80	748,80
Congelador	148,56	148,56	148,56	148,56	148,56
TV	197,27	341,69	296,73	314,38	359,95
Ordenador	59,57	131,87	253,29	343,57	321,81
Lavavajillas	117,80	139,22	160,64	192,77	203,48
Móvil	3,60	7,20	10,80	14,40	18,00
Tableta	2,24	3,36	4,48	5,61	6,73
Microondas	54,00	59,40	64,80	70,20	78,30

6.2 Consumo medio por iluminación en un hogar

Para calcular el consumo eléctrico por iluminación en un hogar, se necesita el dato de la superficie útil de la vivienda. Para cada uno de los tamaños de la familia, el consumo en iluminación para un hogar cuya vivienda tiene una superficie igual a la media (103,7 m2) se puede ver en la Tabla 6.4:

Tabla 6.4: Consumo medio anual por iluminación en función del tamaño de la familia

	1	2	3	4	Más de 4
Iluminación (kWh/año)	167,02	334,05	501,07	668,09	835,12

Para obtener la estimación del consumo por iluminación para un hogar concreto cuya superficie útil sea de *A* (m^2) se aplica la Ecuación 6.1:

$$Consumo\ iluminación\ (kWh/año) = \frac{Consumo\ hogar\ medio\ (valor\ de\ la\ tabla\ 6.3)}{103{,}7} \cdot A \qquad (6.1)$$

6.3 Corrección según la ocupación

Para obtener el consumo total en el hogar debido a los electrodomésticos y a la iluminación, se suman los valores obtenidos en las tablas anteriores, para todos los electrodomésticos que estén presentes o con la penetración supuesta, si no se tiene información. Se añade además el consumo por iluminación.

Con eso se tiene un valor base de consumo, que se corrige en función de los factores que se han obtenido tras el estudio de la encuesta de empleo de tiempo.

Para aplicar estos factores se necesita saber la ocupación de las personas que forman parte de la familia. Las posibles ocupaciones consideradas, así como la cantidad de cada uno de ellos que se ha visto significativa en la encuesta, se resumen en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5: Ocupaciones posibles consideradas en base a la encuesta de empleo de tiempo

Ocupaciones	Respuestas			
Ocupado/a	0	1	2	3 o más
Parado/a	0	1	2 o más	
Estudiante	0	1	2 o más	
Jubilado/a, prejubilado/a	0	1	2 o más	
Cobrando una pensión de incapacidad permanente o invalidez (pensionista tipo 1)	0	1 o más		
Cobrando una pensión de viudedad u orfandad	0	1 o más		
Realizando tareas del hogar	0	1 o más		

Los factores (en valor absoluto, es decir kWh) que se han obtenido en función de la ocupación, que suman o restan al valor promedio de cada tamaño de hogar, se muestran en la Tabla 6.6:

Tabla 6.6: Factores a aplicar (sumando o restando) al valor promedio de consumo de cada tamaño de hogar

		Factores (kWh/año)				
		1	**2**	**3**	**4**	**Más de 4**
f11	**1 ocupado**	-159,48	-100,12	101,47	31,20	134,25
f12	**2 ocupados**	0,00	-242,16	-136,29	-125,21	-128,49
f13	**3 o más ocupados**	0,00	0,00	-82,71	317,90	173,63
f21	**1 parado**	263,53	26,17	128,69	112,44	-69,98
f22	**2 o más parados**	0,00	88,31	179,65	363,74	188,13
f31	**1 estudiante**	-266,71	-68,23	-2,39	41,97	-143,42
f32	**2 o más estudiantes**	0,00	-438,96	-183,48	-95,06	2,12
f41	**1 jubilado**	-54,94	93,55	176,89	376,06	54,59
f42	**2 o más jubilados**	0,00	123,12	116,36	204,04	165,43
f51	**pensionistas tipo 1**	83,52	21,23	173,91	364,98	416,19
f61	**pensionistas tipo 2**	9,29	95,24	104,52	206,31	273,04
f71	**Realizadores tarea hogar**	224,34	170,61	219,65	230,74	218,35

Para aplicar los factores, se define el número de personas que hay en cada categoría según la tabla de ocupaciones y se aplican tantos factores como diferentes categorías haya.

Tras obtener el valor de consumo medio total (teniendo en cuenta la ocupación), se suma el valor correspondiente a Stand-by de todos los electrodomésticos, estimado en un 7% de ese valor total.

Con eso se obtendría el consumo medio eléctrico anual de la familia en cuestión, medido en kWh/año, que se resume en la siguiente ecuación:

$$CELT\ \left(\frac{kWh}{año}\right) = \sum_{j=1}^{12} Consumo\ electrodoméstico\ \ _j\ (n) + Consumo\ iluminación\ (n) \cdot A + \sum_{i=1}^{n} f_{rs_i}(n) \cdot \alpha_{rs}(n)_i + Stand - by \quad (6.2)$$

donde el sumatorio de i se extiende a los 12 electrodomésticos de las Tablas 6.2 o 6.3, *n* es el número de miembros del hogar, *A* la superficie de la vivienda, f son los factores de la Tabla 6.5 y α es un factor que toma valor 1 si el hogar corresponde al tipo *rs* y 0 si no corresponde.

Como ejemplo práctico, para una familia de 3 miembros con los 3 miembros ocupados y una vivienda de 101 a 120 m^2, que disponen de los 12 tipos de electrodomésticos contemplados, la aplicación de la ecuación:

$$CELT\ \left(\frac{kWh}{año}\right) = 417{,}74\ +\ 89{,}76 + 332{,}23 + 322{,}34 + 748{,}80 + 599{,}04 + 296{,}73 + 313{,}10 + 293{,}14 + 10{,}80 + 8{,}23 + 64{,}80 + 501{,}07 - 82{,}17 + 7\%\ del\ total = 4221{,}69\ kWh/año$$

Si esa misma familia de 3 miembros tuviera un miembro ocupado, uno parado y un estudiante, los factores a aplicar serían 101.47, 128,69 y -2.39, o sea, sumando todo con su signo, +227,77 kWh/año. Por tanto, el cálculo quedaría:

$$CELT\ \left(\frac{kWh}{año}\right) = 417{,}74\ +\ 89{,}76 + 332{,}23 + 322{,}34 + 748{,}80 + 599{,}04 + 296{,}73 + 313{,}10 + 293{,}14 + 10{,}80 + 8{,}23 + 64{,}80 + 501{,}07 + 101{,}47 + 128{,}69 - 2{,}39 + 7\%\ del\ total = 4553{,}90\ kWh/año$$

6.4 Cálculo del coste

Como se ha descrito en el apartado 4, se para calcular el coste se han asumido unos valores medios en cada tramo, para el término fijo (potencia) y para el término variable (consumo), dados en la Tabla 4.1.
El término fijo se calcula a partir de esos valores medios según la Ecuación 4.1 El término variable se calcula a partir de la Ecuación 4.2.

Respecto a la potencia contratada, para un ocupante se ha supuesto que se podría producir simultaneidad de cocina (fogón grande), lavadora, frigorífico y 1/5 de la iluminación. La potencia del resto de ocupaciones se incrementa proporcionalmente al aumento del consumo teórico respecto al caso de 1 ocupante (es un "factor de uso global"). Los valores según el número de miembros se muestran en la Tabla 6.7. Hay que recalcar que esa estimación de la potencia es una mera hipótesis para poder realizar el cálculo del gasto eléctrico y que en ningún caso supone una recomendación de potencia contratada para los hogares.

Se ha considerado el mismo valor de potencia en valle que en punta, ya que, en general, no se puede disminuir la potencia en horas valle, al incluir todas las horas de los fines de semana y festivos, donde a priori no se re reducen las necesidades de potencia.

Tabla 6.7: Potencia contratada supuesta en función del tamaño de la familia

Nº miembros	Potencia contratada (kW)
1	2.79
2	3.31
3	3.84
4	4.37
Más de 4	4.92

Después se aplican los impuestos correspondientes, para obtener el gasto que se obtendría en la factura. Actualmente se está trabajando en la implementación de la tarifa regulada 2.0 TD de forma completa.

7. Bibliografía

[1] Ministerio para la Transición Ecológica, Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019-2024, 2019. https://www.miteco.gob.es/es/prensa/estrategianacionalcontralapobrezaenergetica2019-2024_tcm30-496282.pdf.

[2] E. Arenas Pinilla, R. Barrella, J.I. Linares Hurtado, J.C. Romero Mora, Caracterización del comportamiento energético en una muestra de hogares españoles., Zaragoza, 2019. https://ecodes.org/documentos/analisis_politicas_palanca_uso_eficiente_energia_hogares.pdf (accessed February 17, 2020).

[3] Ministerio de Fomento, Documento Básico HE. Ahorro de energía, 2019. https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/AhorroEnergia.html.

[4] E. Arenas Pinilla, R. Barrella, Á. Cosín López-Medel, J.I. Linares Hurtado, J.C. Romero Mora, Desarrollo de un modelo de cálculo de gasto eléctrico teórico en los hogares españoles, 2020. https://ecodes.org/images/que-hacemos/03.Energia_y_personas/pdf/Desarrollo_modelo_calculo_gasto_electrico_teorico_en_hogares.pdf.

[5] INE [Spanish National Institute of Statistics], Encuesta de Empleo del Tiempo (EET), (2011). https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176815&menu=resultados&idp=1254735976608.

[6] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Informe Final, 2011. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Informe_SPAHOUSEC_ACC_f68291a3.pdf.

[7] Departamento de Planificación y Estudios - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), SPAHOUSEC II: Análisis estadístico del consumo de gas natural en las viviendas principales con calefacción individual, Madrid, 2019. https://www.idae.es/publicaciones/spahousec-ii-analisis-estadistico-del-consumo-de-gas-natural-en-las-viviendas.

[8] INE [Spanish National Institute of Statistics], España en Cifras, (n.d.). https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INEPublicacion_C&cid=1259924856416&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout&param1=PYSDetalleGratuitas (accessed March 23, 2020).

[9] R. Barrella, A. Cosin, E. Arenas, J.I. Linares, J.C. Romero, E. Centeno, Modeling and analysis of

electricity consumption in Spanish vulnerable households, 2021 IEEE Madrid PowerTech, PowerTech 2021 - Conf. Proc. (2021). https://doi.org/10.1109/PowerTech46648.2021.9494785.
[10] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Orden TED/371/2021, de 19 de abril, por la que se establecen los precios de los cargos del sistema eléctrico y de los pagos por capacidad que resultan de aplicación a partir del 1 de junio de 2021, 2021.
[11] La nueva factura de la luz | CNMC, (n.d.). https://www.cnmc.es/la-nueva-factura-de-la-luz (accessed May 17, 2021).
[12] R. Barrella, J.C. Romero, J.I. Linares, E. Arenas, M. Asín, E. Centeno, The dark side of energy poverty: who is underconsuming in Spain and why?, Madrid, 2021. https://www.iit.comillas.edu/publicacion/working_paper/es/437/The_dark_side_of_energy_poverty:_who_is_underconsuming_and_why?

ANEXO 1

1. Simulador desarrollado en Excel

En las Figuras A.1 y A.2 se muestra la salida del simulador que se ha desarrollado en Excel para calcular el consumo anual y el gasto eléctrico teórico, para los ejemplos detallados en el apartado 6.3:
El cálculo del gasto no corresponde al sistema tarifario vigente, sino al anterior, que fue el utilizado en las primeras versiones del modelo. El sistema de tarifas actual sí se ha implementado en la herramienta web.

Número de miembros del hogar	3
Tamaño de la vivienda (m2)	101 a 120

Cosumo total al año [kW/h]	4221,69
Gasto anual PVPC 2.0A (€/año)	787,14
Gasto anual PVPC 2.0DHA (€/año)	674,39

Ocupaciones	
Ocupado/a	3 o mas
Parado/a	0
Estudiante	0
Jubilado/a, prejubilado/a	0
Cobrando una pensión de incapacidad permanente o invalidez	0
Cobrando una pensión de viudedad u orfandad	0
Realizando tareas del hogar	0
Otra situación de inactividad	0

Aparatos / Electrodomésticos	
Cocina electrica (Fogones)	Si
Horno eléctrico	Si
Lavadora	Si
Secadora	Si
Frigorifico	Si
Congelador	Si
TV	Si
Ordenador	Si
Lavavajillas	Si
Movil	Si
Tablet	Si
Microondas	Si

Figura A.1: Cálculo en el simulador del gasto eléctrico teórico de una familia de 3 miembros todos ellos ocupados, con una vivienda de entre 101 y 120 m^2.

Número de miembros del hogar	3
Tamaño de la vivienda (m2)	101 a 120

Ocupaciones	
Ocupado/a	1
Parado/a	1
Estudiante	1
Jubilado/a, prejubilado/a	0
Cobrando una pensión de incapacidad permanente o invalidez	0
Cobrando una pensión de viudedad u orfandad	0
Realizando tareas del hogar	0
Otra situación de inactividad	0

Aparatos / Electrodomésticos	
Cocina electrica (Fogones)	Si
Horno eléctrico	Si
Lavadora	Si
Secadora	Si
Frigorifico	Si
Congelador	Si
TV	Si
Ordenador	Si
Lavavajillas	Si
Movil	Si
Tablet	Si
Microondas	Si

Cosumo total al año [kW/h]	4553,90
Gasto anual PVPC 2.0A (€/año)	834,05
Gasto anual PVPC 2.0DHA (€/año)	712,41

Figura A.2: Cálculo en el simulador del gasto eléctrico teórico de una familia de 3 miembros con un ocupado, un parado y un estudiante, con una vivienda de entre 101 y 120 m^2.

2. Herramienta web

En la Figura A.3. se muestra cómo se piden los datos sobre el tipo de electrodomésticos presentes en la vivienda en la herramienta web mientras que en la Figura A.4 se muestra el resultado obtenido para el gasto anual de electricidad.

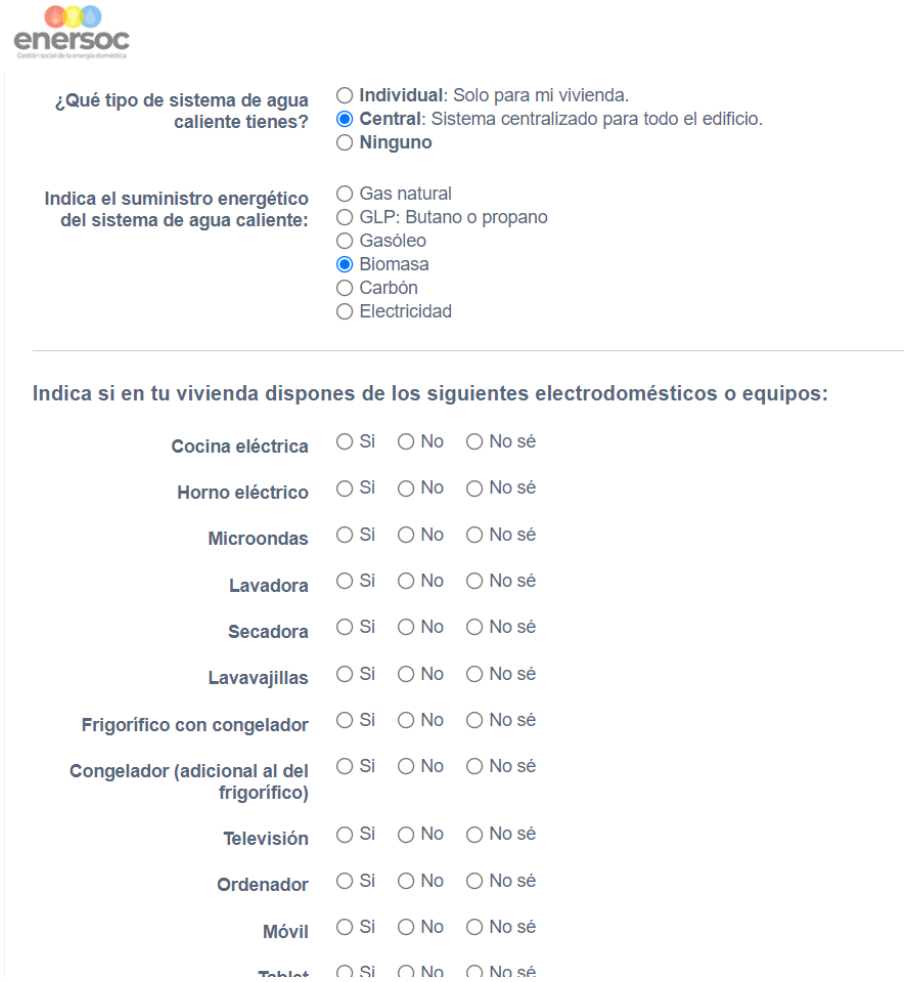


Figura A.3: Muestra de la entrada de datos en la herramienta web programada

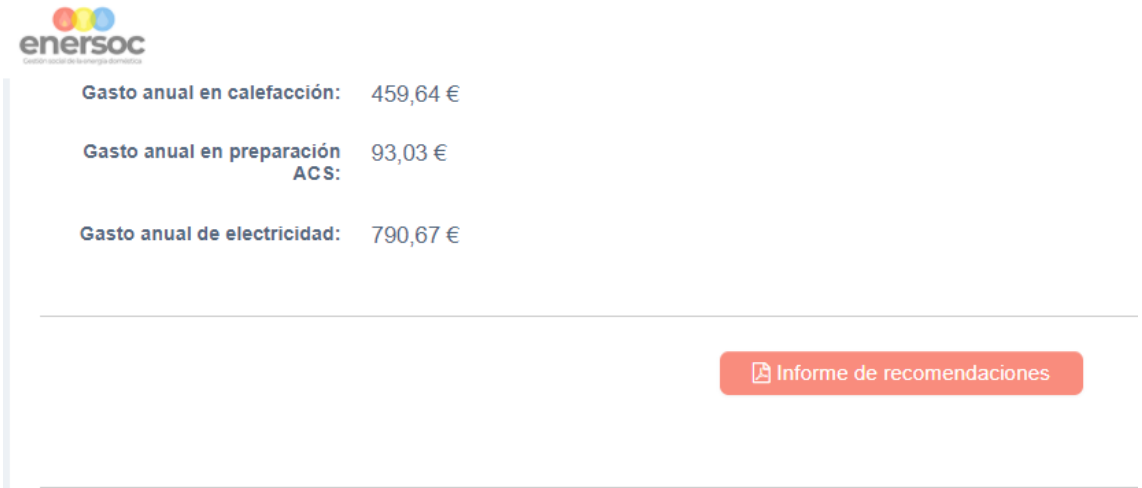


Figura A.4: Muestra de la salida de datos de los gastos anuales (en concreto el eléctrico) en la herramienta web programada



Con el apoyo de:

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Elaborado por:

ecodes tiempo de actuar

CÁTEDRA DE ENERGÍA Y POBREZA

COMILLAS ICAI