



Universidad de Oviedo  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

GRADO EN ECONOMIA

CURSO 2022/2023

TRABAJO FIN DE GRADO

**ANÁLISIS DEL CONSUMO DE GAS NATURAL POR  
PARTE DE LOS HOGARES ASTURIANOS.**

IGNACIO DE LA CUESTA ALONSO

OVIEDO, a 30 de junio de 2023

**DECLARACIÓN RELATIVA AL ARTÍCULO 8.3 DEL REGLAMENTO SOBRE  
LA ASIGNATURA TRABAJO FIN DE GRADO**

*(Acuerdo de 5 de marzo de 2020, del Consejo de Gobierno de la Universidad de  
Oviedo)*

Yo Ignacio de la Cuesta Alonso, con DNI

**DECLARO**

que el TFG titulado (poner título del TFG) es una obra original y que he citado debidamente todas las fuentes utilizadas.

30 de junio de 2023

## ANALISIS DEL CONSUMO DE GAS NATURAL POR PARTE DE LOS HOGARES ASTURIANOS.

---

### **RESUMEN**

La importancia del sector energético en la economía es indiscutible, por lo que este estudio propone analizar, desde la perspectiva econométrica, el comportamiento del consumo de gas natural por parte de los hogares asturianos. Concretamente, se pretende estudiar la respuesta de los consumidores en su demanda de gas ante cambios en las principales magnitudes económicas y sociodemográficas, y hacer un análisis del sector gasista tanto a nivel nacional como autonómico. De entre los principales hallazgos está el demostrar como el consumo reacciona en menor proporción ante aumentos en el precio, como la estructura del hogar determina el consumo o de qué manera las políticas repercuten en la demanda por medio de los precios.

## ANALYSIS OF NATURAL GAS CONSUMPTION BY ASTURIAN HOUSEHOLDS.

---

### **ABSTRACT**

The importance of the energy sector in the economy is indisputable, so this study proposes to analyze, from an econometric perspective, the behavior of natural gas consumption by Asturian households. Specifically, the aim is to study the response of consumers in their gas demand to changes in the main economic and socio-demographic magnitudes, and to make an analysis of the gas sector at both national and regional level. Among the main findings is to demonstrate how consumption reacts less in proportion to price increases, how the structure of the household determines consumption or how policies affect demand through prices.

## INDICE DEL TRABAJO

---

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. BREVE REVISIÓN DEL SECTOR GASISTA EN ESPAÑA Y ASTURIAS .....	8
3. BASE DE DATOS Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS .....	16
4. PLANTEAMIENTO DEL MODELO .....	17
5. VARIABLES DEL MODELO .....	18
5.1. Variable dependiente .....	18
5.2. Variables independientes .....	18
5.2.1. Variables Económicas .....	19
5.2.2. Variables Sociodemográficas .....	20
6. ESTIMACIÓN PARÁMETROS (AJUSTE MINIMO-CUADRÁTICO) .....	21
7. ANÁLISIS CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES .....	22
8. ERRORES EN LA ESPECIFICACIÓN DEL MODELO .....	24
8.1. Linealidad .....	24
8.2. Normalidad de las Perturbaciones .....	25
8.3. Homocedasticidad .....	25
8.4. Multicolinealidad .....	26
9. SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL MODELO .....	27
9.1. Estimación de un nuevo modelo .....	28
9.2. Validación del modelo SEMILOG .....	29
10. DISCURSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	30
10.1. Análisis estructural .....	30
10.2. Análisis económico .....	31
10.2.1. Estructura del hogar .....	33
10.2.2. Nivel de precios .....	34
10.2.3. Medidas político-económicas .....	35
11. CONCLUSIONES .....	36
12. BIBLIOGRAFÍA .....	38

## INDICE DE CUADROS

---

Cuadro 2.1. Balance energético de España (en GW/h) .....	8
Cuadro 6.1. Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-149 .....	22
Cuadro 7.1. Coeficientes de correlación, usando las observaciones 1 – 149. Valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.1587 para n = 149 .....	23
Cuadro 8.1. Factores de inflación de varianza (VIF) .....	26
Cuadro 9.1. Modelo 6: MCO, usando las observaciones 1-149 .....	28

## INDICE DE GRÁFICOS

---

Gráfico 2.2. Cantidad media anual de gas natural consumida por los hogares en España y Asturias en el periodo 2006 - 2022 (en kW/h por hogar) .....	13
Gráfico 2.3. Cantidad media mensual de gas natural consumida por los hogares y temperatura media en España y Asturias en el periodo 2006-2022 (en kW/h) .....	14
Gráfico 2.4. Coste mensual de aprovisionamiento de gas natural (€/ MW/h) en el periodo 2006-2022. ....	15

## 1. INTRODUCCIÓN

El sector energético y el desarrollo económico de un país están fuertemente relacionados. Los datos revelan que la demanda de energía de un país está estrechamente vinculada no sólo a su Producto Interior Bruto, sino también a su capacidad industrial. Por ello, a medida que un país experimenta un crecimiento económico se desarrollan diversas industrias que requieren de grandes cantidades de energía para la producción de bienes y servicios, consumidos tanto por sus ciudadanos como exportados a otras naciones. De este modo, la energía se ha convertido en el motor impulsor de la economía y se posiciona como una pieza clave en el desarrollo económico.

En cuanto al sector del gas, a pesar de ser una industria relativamente joven y con una menor presencia en comparación con la electricidad, proporciona importantes beneficios para la economía de nuestro país, generando una industria que contribuye aproximadamente con un 0,5% al producto interior bruto de España, según estimaciones realizadas por el propio sector. En Asturias, la terminal de gas natural licuado de El Musel, en Gijón, ha generado alrededor de cincuenta puestos de trabajo y en torno a cien empleos indirectos, además de su correspondiente aportación a la economía local y nacional.

Desde el comienzo del conflicto bélico en Ucrania, el suministro de gas ruso a la Unión Europea -en 2021 supuso el 40% de todas las importaciones de gas de la UE- ha caído aproximadamente un 80%, suponiendo un considerable desafío para las economías comunitarias que han tenido que sufrir una escalada de los precios. No obstante, mientras que países como Letonia o Alemania dependen energéticamente de Rusia en más del 60%, otros como España no superan el 10%, teniendo un impacto mucho menor que en el resto de estados miembros. Esto podría hacer pensar que estos países evitarían los efectos negativos de la escalada de precios energéticos, sin embargo, el aumento de las importaciones de gas procedentes del norte de África (principal suministrador de España), ha provocado que los oferentes hayan aumentado sus precios, afectando indirectamente a la economía española. De esta manera, Europa ha aumentado sus reservas de gas natural de manera considerable, lo cual explica en parte que actualmente los precios hayan retomado valores pre-crisis.

Este estudio tiene como objetivo establecer un marco general del sistema gasista asturiano y señalar los factores determinantes del consumo residencial de gas natural, a fin de analizar la demanda desde una perspectiva estructural y económica que permita entender no solo la importancia del sector en la economía nacional, sino también la repercusión en la demanda de los hogares del territorio de Asturias.

Se verá, en el siguiente, una comparativa y análisis del sector gasista dentro del Principado de Asturias y España, examinando, entre otros, la dependencia nacional de este recurso por medio del balance energético, la demanda energética desde la perspectiva sectorial, geográfica y temporal, la procedencia, la implicación político-social.

En el tercer apartado, se indica la base de datos empleada en este estudio, obtenido a través de la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) y elaborada por el Instituto Nacional de Estadística. A continuación, se plantea el modelo inicial, para en siguientes apartados especificar las variables empleadas en dicho modelo de regresión lineal.

En el sexto apartado se lleva a cabo la estimación, es decir, la cuantificación de los parámetros que aparecen en el modelo, en base a la información numérica obtenida de nuestra base de datos, y empleando un método de estimación por medio de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). A continuación, se procede a validar el modelo a fin de reconocer si aceptamos o rechazamos la teoría inicial, para en el noveno apartado plantear un nuevo modelo dada la invalidez de la teoría inicial.

Finalmente, una vez se establece que el modelo es adecuado y coherente con los datos, se analiza estructuralmente (análisis del signo y magnitud de los parámetros, y por tanto la relación entre variables), y además se lleva a cabo todo el análisis económico, para finalmente alcanzar una serie de conclusiones.

## 2. BREVE REVISIÓN DEL SECTOR GASISTA EN ESPAÑA Y ASTURIAS

La energía es clave en el desenvolvimiento de las economías actuales, pero el sector energético está sometido a constantes cambios y crisis que afectan de modo intenso al conjunto de la actividad económica. Ajustes en materias primas, guerras o conflictos, problemas de suministro en las distintas fuentes energéticas están detrás de muchas de las crisis económicas vividas en el siglo XX, como ocurrió en la gran crisis de 1973 a 1979. Todo esto hace necesario estudiar los aspectos que tienen que ver con la energía desde distintas perspectivas.

Este trabajo se centra en el gas natural como uno de los recursos energéticos principales, analizando su consumo doméstico dentro del territorio de Asturias, su evolución y los posibles factores que lo determinan.

Antes de realizar nuestro análisis se propone, en esta sección, hacer una revisión de cómo funciona el sector gasístico a nivel nacional y autonómico, repasando las características de un mercado, el del gas, muy particular.

Un rasgo importante del sector energético español, y particularmente del gas natural, es la existencia de un alto déficit energético, con importaciones que se mantienen a lo largo del tiempo por encima del 99,5% sobre el consumo energético total, lo que implica una alta dependencia de los mercados externos para cubrir el consumo interno.

Cuadro 2.1. Balance energético de España (en GW/h)

ENERGIAS PRIMARIAS	CONSUMO	PRODUCCIÓN	SALDO IMPORTADOR	%
2008	450.726	179,035	450.546,965	99,96%
2012	365.351	674,287	364.676,713	99,98%
2016	319.957	619,594	319.337,406	99,98%
2022	363.942	529,417	363.412,583	99,85%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico



Como se aprecia en el (Cuadro 2.1), en el último balance energético español de 2022 el consumo de este recurso ascendió a 363.942 Giga Watios por hora (GW/h en adelante), lo que suponen unos 31,293 millones de Toneladas Equivalentes de Petróleo (tep en adelante), con una producción interna de 0,0455 millones de tep, arrojando un saldo importador bruto (sin tener en cuenta variaciones en el stock) de 31,247 millones de tep, implicando un grado de dependencia del exterior del 99,85% en el abastecimiento de este producto energético.

Cabe destacar que mientras la economía española mantiene una alta dependencia externa de recursos como el gas o el petróleo, otros como el carbón no mantienen un saldo importador tan elevado respecto al consumo nacional, por ejemplo, en 2019 España mantenía un grado de autoabastecimiento del 23,72% en este recurso. Si se analizan las principales fuentes de energía primaria (carbón, petróleo, gas natural, hidráulica, y nuclear), se observa que en 2021 el grado de dependencia energética nacional alcanzó el 68,9%. Esto significa que para su funcionamiento la economía española depende en aproximadamente dos terceras partes de suministros energéticos del exterior, mientras que la media de la Unión Europea se sitúa en torno al 56%, suponiendo 13 puntos porcentuales por encima de la media. Esto deja a España en una posición desfavorable frente a cualquier problema que se produzca en los mercados internacionales, originándose problemas de precios y de escasez.

Una vez tratada la dependencia energética de España como uno de factores determinantes de este sector, se procede a explicar brevemente la distribución de la demanda de gas natural, a nivel sectorial, geográfico y temporal.

Por sectores, en el 2021 la demanda de gas natural en el mercado español alcanzó los 378,4 Teravatios por hora (TW/h en adelante), destinándose el 76,2% al sector industrial - *destacando refinerías, la industria química y farmacéutica o la industria de materiales de construcción*-, sector doméstico y comercial, y en menor proporción al sector eléctrico en un 23,81%, viéndose reducida su demanda desde el 2013 debido a la caída de producción eléctrica a través de centrales de ciclo combinado, principales consumidoras de carbón, gasóleo y gas natural.

Por otro lado, Asturias mantiene un consumo doméstico-comercial del 17,18%, lo cual equivale a 2.070.981 megavatios por hora, mientras que el consumo industrial supone el 45,63%, -*compuesto principalmente por la siderurgia y fundición, seguida por la*

*metalurgia no férrea y la industria de cemento, cales y yeso*-. Finalmente, el sector eléctrico mantiene un consumo de 4.484.671 megavatios por hora, es decir, el restante 37,19%.

Espacialmente, durante el año 2021, las comunidades autónomas con mayores niveles de consumo de gas natural han sido Cataluña, Andalucía, Comunidad Valenciana y Comunidad de Madrid, las cuales reúnen casi la mitad del consumo de gas natural en España. Su elevada demanda de este recurso se debe a la concentración de sectores industriales intensivos en el consumo de gas como los nombrados anteriormente. En el caso de la comunidad de Madrid se debe a la alta demanda por parte del sector doméstico-comercial. El Principado de Asturias se sitúa entre las autonomías con menor consumo, 12.057.479 megavatios hora anuales (MW/h en adelante), entre las que también destaca Baleares con un consumo de 7.357.197 MW/h, Cantabria, La Rioja y Extremadura en último lugar alcanzando los 2.972.692 MW/h.

Temporalmente, la evolución de la demanda de gas natural puede dividirse en tres periodos. A finales de los años cincuenta se abandona el modelo autárquico, lográndose un fuerte dinamismo industrial, que irá acompañado de un abaratamiento del coste de la energía. En este periodo, de 1960 a 1974 aparecen dos nuevas fuentes primarias en el balance energético español, la energía nuclear y el gas natural. No será hasta 1969 que llega a la planta de regasificación de Barcelona el primer buque metanero. Entre 1975 – 1983 la economía española se ve afectada por un proceso contractivo-inflacionista por causa de la crisis energética, dañando el tejido productivo español. En este periodo el gas natural incrementa su importancia de forma notable y se posiciona como quinta fuente primaria, además de entrar en producción el yacimiento pirenaico de *Serrablo*. A pesar de ello su participación sigue siendo escasa. A partir de 1984 comienza una desregulación y privatización del sector energético, y el gas natural ve incrementado notablemente su consumo, que en estos primeros años supone entre el 6% y el 9%, convirtiéndose así en la tercera fuente primaria. Desde 2003 el gas ha logrado superar al carbón (*15,8% frente a 14,9%*) y actualmente, según datos del 2021, ocupa el 25% del consumo total únicamente superado por los productos petrolíferos con un 42,8%.

En Asturias, a partir de 1960 comienza a caer la producción y exportación del principal recurso energético hasta el momento, la hulla. Esto se debe en parte a los movimientos reivindicativos de las cuencas y la emigración minera a Europa que desencadenó una

escasez de mano de obra. Pero fundamentalmente, esta reducción y remodelación del consumo energético fue consecuencia de la sustitución de éste por combustibles líquidos en la demanda de energía primaria, siguiendo el ejemplo de las nuevas plantas de procesamiento de derivados del petróleo, entre las que destacó la planta catalana de gas en Barcelona. El fracaso de los diferentes proyectos de suministro de gas natural con el norte de España y la dependencia con el gaseoducto de Barcelona, retrasó la llegada de este recurso al Principado hasta 1988. Desde este momento, su demanda continuó aumentando, sin embargo, la estructura de consumo está dominada por el carbón en un 65%, frente al 10% del gas natural. Tal circunstancia resulta única a nivel nacional, y es consecuencia del importante sector de generación termoeléctrica y siderúrgica instalado en la región.

Como se ha indicado, dada la escasa producción nacional, este gas procede prácticamente en su totalidad de un flujo de importaciones. Argelia lidera con el 42,7% de los aprovisionamientos, seguido por Estados Unidos con un 14,2%, Nigeria 11,4%, Rusia 8,9% y Qatar 6,3% entre otros, según datos de 2021. Si bien, cabe destacar que el estado de este gas, bien sea gas natural o gas natural licuado, determina su manera de entrada a la península. En 2019 las importaciones de gas natural a través de conexiones por gaseoductos fueron de 177.389 GW/h, destacando el gaseoducto de El Magreb (71% de entradas de gas natural) y El Medgaz (28%). Por otro lado, el gas natural licuado fue introducido principalmente a través de buques y las correspondientes plantas regasificadoras, las cuales en este mismo año permitieron almacenar 240.478 GW/h, destacando las instalaciones de Barcelona, Bilbao y Huelva. Actualmente se han incorporado otras plantas regasificadoras como medida para hacer frente a la crisis energética desencadenada por la guerra de Ucrania, y entre las que destaca la regasificadora de El Musel de Gijón, con una capacidad de almacenaje de 300.000 metros cúbicos = 3.510 GW/h repartidos en dos tanques.

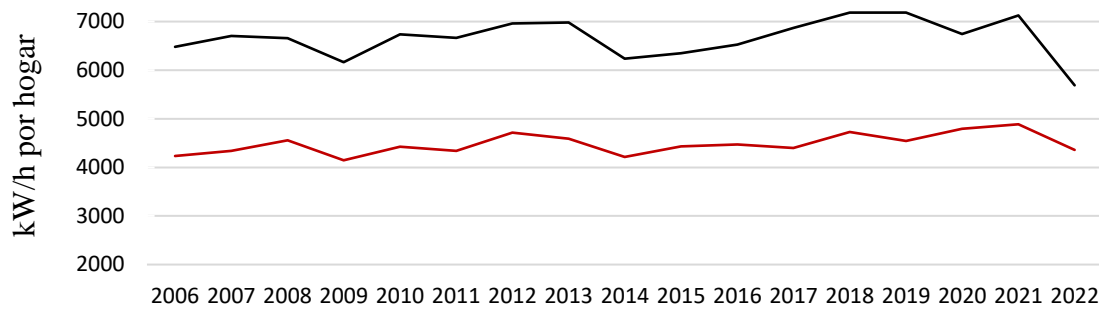
En Asturias, por otro lado, la red de transporte de gas permite conectar los principales núcleos urbanos e industriales y en particular con el gaseoducto del Musel. Este último tiene la capacidad de permitir la entrada y abastecimiento al resto de España. Esta red se distribuye de este a oeste a lo largo de la costa asturiana a través del gaseoducto Llanera-Villalba y Treto-Llanera que a su vez se disgrega en otros gaseoductos como el de Corvera-Tamón o el de Villaviciosa. De norte a sur se encuentra el gaseoducto de Musel-Llanera y el de León-Oviedo que conecta a Asturias con el resto de la península.

Hamermesh (1982) y Parker (1999) encuentran que las reducciones de gasto motivadas por un retroceso de las rentas se concentran en los bienes y servicios de lujo, que suelen ser aquellos que presentan una mayor elasticidad de sustitución intertemporal. De esta manera, dado que en las economías desarrolladas se clasifica el gas natural, al igual que al resto de productos energéticos, como un bien básico, es de imaginar que el consumo de estos productos presente una reducida sensibilidad a las variaciones en los precios o, dicho de otra manera, que mantenga una elasticidad-precio relativamente baja. A pesar de ello, de entre todos los recursos energéticos, la gasolina y el gas natural presentan mayores elasticidades, por lo que de alguna manera responderán ante variaciones en los precios.

“En cualquier caso, hay que tener en cuenta que los valores obtenidos de las elasticidades no son muy elevados, de manera que el incremento de los precios de la energía dará lugar, ceteris paribus, a una reducción menos que proporcional en la demanda tanto a corto como a largo plazo” (Xavier Labandeira, José M. Labeaga y Xiral López, 2016: 79). Esta afirmación puede dar lugar, por un lado, a que toda política orientada a influir sobre la demanda de los recursos energéticos y más concretamente el gas natural, se vea limitada siempre y cuando se centre en una intervención de los precios y no sea complementaria a otras políticas adicionales. De manera análoga ante un afán recaudatorio, este tipo de bienes de consumo tenderá a sostener un mayor gravamen, dado su menor efecto corrector sobre su consumo por parte de los agentes económicos.

Si se analiza la evolución anual de la demanda media de este recurso energético por parte de los hogares españoles (Gráfico 2.2), se observa que el volumen consumido oscila entre el año 2006 y 2022, entre los 480 metros cúbicos o lo que es lo mismo, y teniendo en cuenta el coeficiente de conversión, 5616 kilovatios por hora aproximadamente y los 625 metros cúbicos equivalente a 7312,5 kilovatio por hora. Sin embargo, la evolución del consumo interanual mantiene ciertas incoherencias, pues si partimos de la crisis de 2008 observamos una clara tendencia a aumentar dicho consumo, pero ¿A qué se debe ese aumento en plena etapa de recesión económica? ¿De qué depende la variación en el consumo? Estas y otras cuestiones se responderán más adelante a medida que se profundice en el estudio.

Gráfico 2.2. Cantidad media anual de gas natural consumida por los hogares en España y Asturias en el periodo 2006 - 2022 (en kW/h por hogar)



Fuente: Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos, elaboración propia.

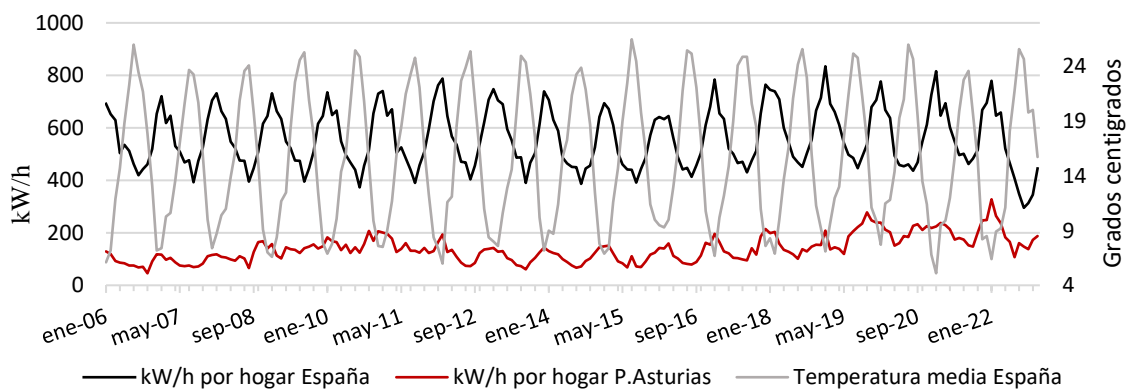
Desde la perspectiva autonómica, el consumo interanual de este recurso se mantiene mayoritariamente por debajo de la media española dadas, entre otros factores, las características climáticas de este territorio. El consumo medio oscila entre los 4.000 kW/h y los 5.000 kW/h, mostrando una leve tendencia alcista en la demanda de dicho recurso durante los últimos años.

Para complementar el análisis anterior, es objeto de estudio el comportamiento mensual del consumo medio de gas natural por parte de los hogares españoles y autonómicos, dada la particularidad de su conducta a lo largo del tiempo. Para ello se toman como muestra los meses comprendidos entre enero de 2006 y noviembre de 2022 ambos incluidos.

Como se ve en el (Gráfico 2.3), esta variable se caracteriza por un marcado componente estacional, manteniendo dicho patrón durante todos los años. Tanto España como Asturias se comportan de manera similar a lo largo de los distintos meses, sin embargo, esta comunidad autónoma no tiene una estacionalidad tan marcada como otros territorios, dado el clima atlántico que mantiene unas temperaturas relativamente estables a lo largo del año. Los valores más altos se concentran en los meses de diciembre y enero, coincidiendo con las bajas temperaturas características de este periodo. El consumo de gas alcanza su máximo en el invierno de 2019, sobrepasando los 830 Kilovatio por hora (kW/h en adelante) de promedio en España, mientras que en Asturias el máximo alcanzó los 327 kW/h en enero de 2022. Análogamente los valores mínimos se concentran en los meses de verano, donde el uso de electrodomésticos alimentados por gas disminuye. Sin

embargo, en estos puntos con menor consumo de gas natural, se logra alcanzar una cantidad que supera los 400 kW/h a nivel nacional, mientras que en la autonomía esta cantidad varía a lo largo del periodo muestral, pasando de los 95 kW/h promedio a los 175 kW/h. Se observa que a raíz de la crisis sanitaria del Covid-19, se eleva el consumo, posiblemente por las medidas restrictivas de movilidad que obligaban a permanecer en las viviendas y que posiblemente supusieran incrementos del consumo.

Gráfico 2.3. Cantidad media mensual de gas natural consumida por los hogares y temperatura media, en España y Asturias en el periodo 2006-2022 (en kW/h)



Fuente: Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos / SADEI, elaboración propia.

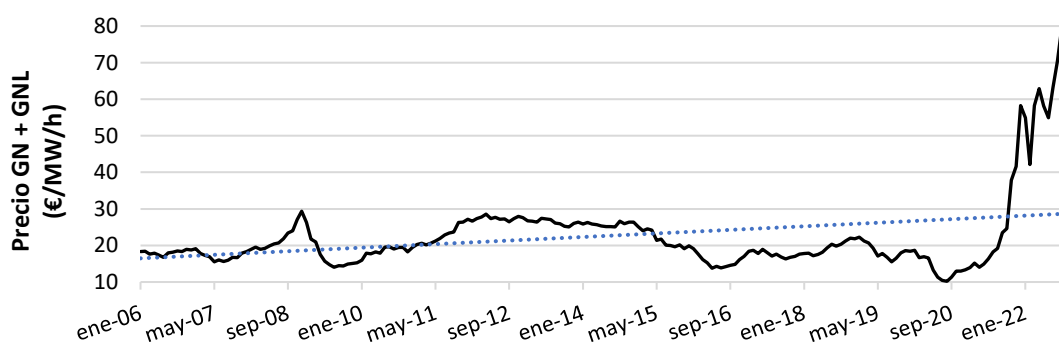
Visualizando esta gráfica y observando la estacionalidad de ambas variables, es lógico afirmar que pudiera existir una correlación entre ambas. Sin embargo, es necesario recurrir a métodos más exactos para poder llevar a cabo esta afirmación.

Los valores nacionales crecen a lo largo del periodo. Si se compara el consumo de enero 2022 (778,95 kW/h) respecto a enero de 2006 (691,58 kW/h) observamos que en los meses con menores temperaturas el consumo histórico se ha incrementado. Por otro lado, en los meses más calurosos, donde el consumo se encuentra en niveles más bajos, se observa que este es cada vez mayor a lo largo de nuestro periodo de muestra. Para respaldar esta afirmación se podría comparar el consumo de agosto 2006 (419,38 kW/h) respecto a nuestros últimos datos de agosto 2021 (462,68 kW/h). A partir de abril de 2022 el consumo comienza a caer debido a problemas de abastecimiento originados por los diversos conflictos internacionales, dejando un consumo mínimo histórico de 295,30

kW/h en el mes de agosto, y de 445 kW/h en noviembre de este año, es decir, una caída del 33,42% respecto al año anterior. Sin embargo, a pesar de que Asturias mantiene un comportamiento similar al nacional, existe cierta dispersión, sobre todo a partir de 2022 puesto que mientras a nivel nacional hay una clara caída el consumo, Asturias no solo lo mantiene, sino que en promedio sigue aumentando a lo largo del tiempo.

Dada la dificultad de determinar un precio exacto para este recurso energético, puesto que en el mercado libre este depende de la compañía de gas que lo distribuya, utilizo el precio según coste de aprovisionamiento como un factor altamente determinante del precio de mercado. Esta información se recoge a través de los datos de aduanas publicados por la Agencia Tributaria, al igual que lo hacen otros reguladores europeos como por ejemplo la CRE (Comisión Reguladora de la Energía, Francia) o la BAFA (Agencia de Aduanas Nacional Alemana) que publica los precios fronterizos del gas natural mensualmente. En la página web de la Agencia Tributaria se encuentran publicadas las estadísticas de comercio exterior para todos los productos registrados en la aduana. Entre estos productos se encuentra el gas natural y el gas natural licuado (siendo ambos considerados en nuestro estudio como un único recurso energético, pues únicamente detalla la vía de entrada a nuestro país).

Gráfico 2.4. Coste mensual de aprovisionamiento de gas natural (€/ MW/h) en el periodo 2006-2022.



Fuente: Comisión Nacional de Energía, elaboración propia.

Respondiendo a una de las preguntas planteadas anteriormente, como vemos en el gráfico 2.3 y según datos de la Comisión Nacional de Energía y la Agencia Tributaria, durante la crisis económica de 2008 se redujo considerablemente el coste de aprovisionamiento de

gas natural en la frontera española, descendiendo desde los 29,366 € el Megavatio por hora (MW/h en adelante) en diciembre de este año a los 14,033 € el MW/h en julio de 2009, es decir, cayó un 52,21% en solo siete meses, teniendo un efecto constrictivo de los precios de mercado de dicho recurso. A partir de 2010 comienza a incrementarse el precio, reflejando un consumo con un crecimiento cada vez menos acelerados que termina por decrecer y situarse en la actualidad a niveles pre-crisis.

Lo mismo sucede entre el 2015 y el 2019, donde observamos una caída relativa de los precios provocando un incremento de la demanda de gas natural. A partir de 2020 observamos un incremento acelerado de los precios como resultado de los conflictos internacionales, dando como resultado un aumento de hasta el 227,38% si comparamos el precio de septiembre 2022 (80,57 € / MW/h) respecto al mismo mes del año anterior (24,61 € / MW/h).

Para concluir brevemente, observando las gráficas nos damos cuenta de que el consumo de gas natural no va a sufrir fuertes distorsiones ante variaciones en los precios, dada su reducida elasticidad-precio que la insensibiliza ante posibles cambios en esta variable. Sin embargo, y como veremos más adelante, su consumo sí que mantiene cierta relación con características de la vivienda, el número de miembros, e incluso la renta percibida por las familias.

### **3. BASE DE DATOS Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS**

Los datos con los que se trabajará a lo largo de este estudio han sido extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE), utilizándose aquellos datos que muestran las variaciones de consumo registradas en diferentes hogares, dentro de un territorio (Asturias) y en un mismo periodo de tiempo (2018).

Respecto al tratamiento de los datos empleados en el desarrollo del modelo de regresión, la EPF ofrece de manera directa los datos referentes al número de miembros del hogar, superficie útil de la vivienda y los ingresos mensuales netos totales del hogar. Sin embargo, en la obtención del consumo de gas natural en kW/h y el coste o precio de cada kW/h ha requerido de un procesamiento de los datos, tal como vemos a continuación.



- 1) Consumo de gas natural en kW/h: Por medio de la EPF se obtienen unos datos de consumo elevados a un factor poblacional, de manera que es necesario dividir estos datos entre dicho factor dando como resultado los metros cúbicos consumidos en cada hogar. Puesto que este estudio trabaja con kW/h como unidad de medida, se multiplica este cociente por un factor de conversión denominado “poder calorífico superior” (PCS) que corresponde a 11,70 kW/h por cada metro cubico. Este factor de conversión indica el calor total recibido en la combustión completa de un gas, aunque no todo sea aprovechado.
  
- 2) Precio: Para determinar el precio o el coste por cada kW/h se observa que en el mercado no existe un precio unificado, sino que cada compañía energética establece un importe determinado. De esta manera, el precio por unidad se cuantifica como el gasto total desembolsado por la familia, entre el consumo en kW/h de gas natural. Este precio irá determinado en euros.

Todo ello empleando el programa informático Microsoft Excel para trabajar con los datos exportados desde la página del INE procedentes de la EPF (Encuesta de Presupuestos Familiares).

Los datos utilizados en gráficos explicativos en el apartado donde se revisa el sector gasista en España y Asturias, proceden de fuentes como el Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, CORES (Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos), AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), SADEI (sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales), CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia)

Se ha empleado el programa econométrico Gretl para la explotación de los datos y la construcción de los diferentes modelos econométricos, realización de los contrastes de hipótesis y test.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL MODELO**

El objetivo de esta sección es determinar un modelo que recoja una relación lineal causa-efecto entre las variables explicativas detalladas en el siguiente apartado y el consumo anual de gas natural por parte de los hogares asturianos, con el fin de analizar la

dependencia entre la variable dependiente y varias variables independientes. Puesto que la intención de este estudio considera introducir, en el modelo de regresión, más de una variable explicativa, se utiliza un modelo de regresión lineal múltiple en donde la línea de regresión poblacional viene dada por la recta

$$\begin{aligned} \text{CONSUMO}_i &= \beta_0 - \beta_1 \text{PRECIO}_i + \beta_2 \text{MIEMB}_i + \beta_3 \text{SUPERF}_i + \beta_4 \text{RENTA}_i \\ i &= 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (4.1)$$

que recoge la componente sistemática del modelo y asigna a cada valor de la variable explicativa, el correspondiente valor esperado de la variable dependiente.

Por cuestiones de uniformidad de la notación, en adelante se considera **CONSUMO** (consumo de gas natural en los hogares asturianos) como la variable dependiente, y una serie de variables dependientes **PRECIO** (precio en euros por cada kW/h), **MIEMB** (número de miembros del hogar), **SUPERF** (superficie útil de la vivienda), y **RENTA** (ingresos mensuales netos por hogar).

## 5. VARIABLES DEL MODELO

A partir de la información disponible, se establece una relación de variables para explicar, de manera satisfactoria, el comportamiento de la variable dependiente que corresponde al consumo de gas natural por parte de las familias residentes en el territorio del Principado de Asturias. El desarrollo del modelo econométrico parte de la conceptualización de la variable endógena como se observa a continuación.

### 5.1. Variable dependiente

La variable dependiente (o endógena) es el consumo de gas natural por hogar en Asturias. Esta variable recoge información acerca de la demanda de gas natural de cada uno de los hogares y sus miembros residentes dentro del territorio de la comunidad autónoma nombrada anteriormente. Estos datos se han extraído de la Encuesta de presupuestos familiares (EPF). La variable se define a lo largo de todo el estudio como **CONSUMO**

### 5.2. Variables independientes

Para la especificación del modelo se han dividido las variables explicativas en dos subgrupos, diferenciados por su carácter económico o sociodemográfico.

### 5.2.1 Variables económicas

Dentro de este grupo las variables más empleadas a la hora de determinar o explicar el consumo son las siguientes:

**1) Ingresos mensuales netos totales del hogar (RENTA).** Este factor resulta fundamental en el estudio puesto que según la teoría económica las decisiones de consumo dependen principalmente de la renta disponible. Es por ello que se utilizan los ingresos mensuales netos de los hogares, es decir, una vez han recibido las transferencias del estado y han pagado los tributos correspondientes. Estos datos se presentan numéricamente.

Sin embargo, antes de reconocer esta variable, se debe mencionar alguna de las teorías del consumo que podrían sugerir que el uso de la renta neta no es del todo correcto, sin necesidad de excluirla de nuestro modelo.

Destaca la “teoría del consumo del ingreso permanente” de Milton Friedman (1958) según la cual, las familias tienen en cuenta el nivel de ingresos que se espera obtener en periodos futuros, por lo que se pone énfasis en que los consumidores no consideran únicamente su renta actual *-utilizada en el modelo-* sino que además adoptan una perspectiva intertemporal. No obstante, atendiendo a una visión más realista de las decisiones de consumo, a pesar de que esta tiene un componente intertemporal, mantienen una alta reacción ante variaciones de la renta actual, es por ello que tomamos la variable “Ingresos mensuales netos totales del hogar” como una variable representativa a la hora de explicar el comportamiento en el consumo, pero ¿Por qué el consumo reacciona tanto a variaciones en la renta actual? En resumen, la teoría del consumo basada en las expectativas, no tiene en cuenta la capacidad de disponer de liquidez o crédito por parte del consumidor, ni la disposición de este a desplazar renta futura a favor de consumo presente, o simplemente una cuestión de preferencias.

Por consiguiente, se afirma que esta variable supondrá, por el momento, un factor explicativo sobre la demanda de gas por parte de las familias.

2) **Precios.** En el modelo de consumo se incluye el precio del gas natural consumido por las familias. Los precios han sido calculados como el cociente entre el gasto y el consumo anual de kW/h de gas natural.

El precio unitario de cada kilovatio por hora se ha obtenido como el coeficiente del gasto anual total en gas natural por parte de las familias de la muestra, y el consumo en kW/h anual de las mismas.

### 5.2.2 Variables sociodemográficas

Aparte de los precios y los ingresos mensuales netos o renta, se ha optado por introducir una serie de variables que reúnen los factores sociodemográficos más relevantes a la hora de cuantificar el consumo de gas por parte de las familias. Estos datos se pueden encontrar en la encuesta de presupuestos familiares haciendo referencia a las características de los propios hogares y las personas que los conforman. Basándose en la literatura, se considera más significativa a la hora de analizar el consumo las siguientes variables, por lo que ahora se procede a explicar cada una de ellas:

3) **Número de miembros del hogar (MIEMB).** La composición del hogar puede influir en el volumen de consumo de este recurso energético, lo que lleva de manera instintiva a pensar que pudiera existir una relación positiva entre ambas variables, sin embargo, y como se ve más adelante, será necesario un mayor análisis para poder confirmar dicha afirmación.

Esta variable se encuentra cuantificada numéricamente según la cantidad de individuos que conforman el hogar y oscila entre un único miembro hasta los cuatro miembros.

4) **Superficie útil de la vivienda (SUPERF).** Esta variable recoge el número de metros cuadrados que conforman el espacio útil de la vivienda.

Se debe tener en cuenta que los datos han sido filtrados, de manera que los hogares que forman parte de la muestra presentan características semejantes respecto a la fuente de energía utilizada. Por tanto, la muestra recoge hogares cuya fuente de energía destinada al agua caliente y la calefacción es únicamente gas natural.

## 6. ESTIMACIÓN PARÁMETROS (AJUSTE MINIMO-CUADRÁTICO)

Dado que (4.1) no es directamente observable, se tratará de estimar la *línea de regresión muestral* a partir del método mínimo-cuadrático.

$$\widehat{CONSUMO}_i = \widehat{\beta}_0 - \widehat{\beta}_1 PRECIO_i + \widehat{\beta}_2 MIEMB_i + \widehat{\beta}_3 SUPERF_i + \widehat{\beta}_4 RENTA_i \quad (6.1)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

Dados los datos recogidos a través de la Encuesta de Presupuestos Familiares sobre el consumo de gas natural en cada uno de los hogares de la muestra ( $n = 149$ ) correspondientes a Asturias, se lleva a cabo la estimación del modelo.

En este estudio el método de estimación de los parámetros de regresión es el de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), por lo que se propone obtener una recta de regresión próxima a la información real minimizando los errores de estimación, es decir, minimizando la suma de los residuos al cuadrado para la muestra dada.

De esta manera, a través de la herramienta Gretl, se obtienen las estimaciones obtenidas de los parámetros, de manera que el modelo especificado en la ecuación (6.1) será:

$$\widehat{CONSUMO}_i = 4955,05 - 44163 PRECIO_i + 650,07 MIEMB_i + 29,42 SUPERF_i + 0,328 RENTA_i \quad (6.2)$$

Como muestra el (Cuadro 2) la medida de la bondad de ajuste que se utilizará en este trabajo será el coeficiente de determinación (*R-cuadrado*). Este coeficiente medirá la proporción de la variabilidad observada de la variable dependiente *CONSUMO* que se explica en el modelo a través de las variables exógenas. En este caso la regresión explica el 66,55% de la variación observada en el consumo de gas natural en los hogares de Asturias.

Cuadro 6.1. Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-149

Variable dependiente: CONSUMO					
	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	4955.05	1182.76	4.189	<0.0001	***
PRECIO	-44163.0	4471.86	-9.876	<0.0001	***
MIEMB	650.077	184.710	3.519	0.0006	***
SUPERF	29.4254	11.4413	2.572	0.0111	**
RENTA	0.328646	0.196443	1.673	0.0965	*
Media de la vble. dep.	5273.701		D.T. de la vble. dep.	2996.454	
Suma de cuad. residuos	4.44e+08		D.T. de la regresión	1756.712	
<b>R-cuadrado</b>	<b>0.665584</b>		R-cuadrado corregido	0.656295	

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, es necesario comprobar si son o no estadísticamente relevantes los factores explicativos del consumo de gas natural. Este análisis se realiza por medio de un contraste de significación individual, donde el *valor p* mostrado en la quinta columna del (Cuadro 6.1) indica, -resumidamente-, que cuanto mayor sea este, mayor posibilidad de cumplirse la hipótesis nula  $H_0: \beta_j = 0$  y, por tanto, los coeficientes no serán significativamente distintos a cero, es decir, no serán relevantes para nuestro estudio

## 7. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES

Inicialmente se estudia la relación o asociación que existe entre las variables cuantitativas con el fin de establecer una relación de causalidad entre ellas, mediante el uso de métodos numéricos como el coeficiente de correlación, dejando de lado el análisis gráfico.

En este caso, el coeficiente de correlación lineal entre el consumo y el coste por parte de los hogares por kW/h se encuentra en la primera fila, columna segunda (precio-consumo) que toma valores  $-1 \leq r_{xy} \leq 1$  y muestra una relación lineal inversa o negativa dado el signo que presenta  $r_{precio,consumo} = -0.7553$ . Además, hay un alto grado de relación lineal, puesto que, en valores absolutos, el coeficiente se aproxima a la unidad.

Cuadro 7.1. Coeficientes de correlación, usando las observaciones 1 – 149. Valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.1587 para n = 149

<i>CONSUMO</i>	<i>PRECIO</i>	<i>MIEMB</i>	<i>SUPERF</i>	<i>RENTA</i>	
<b>1.0000</b>	<b>-0.7553</b>	<b>0.5259</b>	<b>0.5389</b>	<b>0.4658</b>	<i>CONSUMO</i>
	<b>1.0000</b>	<b>-0.3860</b>	<b>-0.4886</b>	<b>-0.3367</b>	<i>PRECIO</i>
		<b>1.0000</b>	<b>0.3199</b>	<b>0.5208</b>	<i>MIEMB</i>
			<b>1.0000</b>	<b>0.4424</b>	<i>SUPERF</i>
				<b>1.0000</b>	<i>RENTA</i>

Fuente: elaboración propia.

En la relación entre consumo y el número de miembros, los datos de consumo se agrupan en cuatro tipos de hogares en función del número de integrantes que lo componen, mostrando en su conjunto una relación positiva entre esta variable y el consumo energético del hogar, atendiendo a los datos mostrados en el Cuadro 7.1. En cuanto al grado de correlación entre ambas variables sería  $r_{miemb, consumo} = 0.5259$  lo cual muestra, de nuevo, la relación positiva entre el número de personas que habitan una vivienda y su consumo energético. El grado de correlación, sin embargo, es bastante moderado, lo que daría lugar a una menor fortaleza en la relación lineal entre las variables.

Esto tendría cierto sentido, puesto que el número de miembros podría influir por ejemplo en el consumo de agua caliente o en la periodicidad en la que se usan electrodomésticos. Sin embargo, calentar una vivienda por medio de calefacción, no dependería en gran medida del número de ocupantes del hogar. Por tanto, solo parte del consumo se explicaría en base a esta variable, dando como resultado una correlación moderada.

A través de la matriz de correlación se puede distinguir una relación lineal entre el consumo y la superficie del hogar, de manera que al aumentar el tamaño de la vivienda - *en metros cuadrados útiles*- el consumo de gas natural se ve incrementado. No obstante, al igual que el número de miembros, la correlación resulta ser moderada  $r_{superf, consumo} = 0.5389$  por lo que el grado de asociación lineal entre ambas es bajo. Esto no quiere decir que las variables sean independientes entre sí, sino que simplemente hay una baja intensidad lineal entre las dos variables.

Al igual que se ve en el caso de correlación entre el número de ocupantes de una vivienda y el consumo energético de esta, el tamaño del hogar en metros cuadrados podría explicar

parte del consumo de gas natural, puesto que el uso de calefacción está altamente relacionado con el tamaño de la vivienda. Por tanto, parte del consumo se podría explicar por medio de esta variable.

Finalmente, se observa una relación positiva entre el consumo anual de gas natural y la renta neta percibida por los hogares, de la misma manera que esta relación se determina mediante el signo positivo del coeficiente de correlación  $r_{renta, consumo} = 0.4658$ . Sin embargo, hay un nivel muy bajo de relación lineal entre ambas variables.

## 8. ERRORES EN LA ESPECIFICACION DEL MODELO

Una vez visto el tipo de modelo con el que se trabajará, se analiza el cumplimiento de las hipótesis clásicas, indicando si sus estimadores son lineales, insesgados y óptimos, dicho de otra manera, si se está empleando un buen modelo y este será capaz de estimar correctamente los resultados. En caso contrario trataremos de solucionar los problemas encontrados (como se ve más adelante).

### 8.1. Linealidad

Puesto que este trabajo se centra en un modelo “lineal”, es fundamental entender que el valor de la variable dependiente está determinado por una función lineal de las variables independientes, como vemos en la ecuación (4.1). Esto quiere decir que en el modelo empleado la tasa de variación de la variable dependiente *CONSUMO* se mantiene constante por cada unidad de variación de la variable explicativa. Hasta el momento, esta unidad de variación se corresponde con unidades físicas, mientras que más adelante, al modificar el modelo de regresión empleado, observaremos que las unidades de variación sobre el consumo serán porcentuales.

De la misma manera que se empleará para el resto de contrastes, para analizar la linealidad del modelo, se emplea la herramienta de Gretl, *contraste: RESET de Ramsey* Suponiendo dos hipótesis tal que:

$H_0 = \text{"La relación es lineal"}$

$H_1 \neq \text{"La relación es lineal"}$



El *p-valor* sería de 0.000168 el cual es menor que 0,05 de manera que se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que la relación que existe por el momento entre variables no es lineal.

## 8.2. Normalidad de las perturbaciones

La hipótesis de normalidad de las perturbaciones establece que las perturbaciones del modelo deben seguir una distribución normal, dado que, de no ser así, afectaría seriamente al contraste de significación desarrollado. Sin embargo, los estimadores mínimos cuadráticos mantendrán las características de linealidad, ausencia de sesgo y optimización, independientemente de la distribución probabilística de  $u$ , es decir, que no se verán afectadas por el incumplimiento de la hipótesis de normalidad.

Se analiza por medio del test de normalidad de Jarque-Bera la distribución de los residuos respecto a la curva campaniforme del modelo normal.

$H_0 = \text{"El error tiene distribución normal"}$

$H_1 \neq \text{"El error tiene distribución normal"}$

El *p-valor* es 0,0312 menor que 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula, aceptando que las perturbaciones de nuestro modelo no siguen una distribución normal.

## 8.3. Homocedasticidad

En este caso se supone que la variabilidad del error debe mantenerse constante de manera que  $var(u_i) = \sigma^2$  y por tanto el rango de posibles valores que pueda tomar la variable endógena *CONSUMO* mantenga la misma amplitud. En el caso contrario se hablaría de perturbaciones heterocedásticas, cuya dispersión puede cambiar a lo largo de la muestra.

Para analizar la existencia de heterocedasticidad, y *previo análisis gráfico*, se empleará un análisis por medio del test de White.

Método analítico por medio del Contraste de White.

Se contrasta el análisis gráfico mediante el test de White, donde las hipótesis serán las siguientes:

$H_0 = \text{"Homocedasticidad"}$   
 $H_1 = \text{"Heterocedasticidad"}$

El *p-valor* del test de White es de 0,00412 menor que 0,05, de manera que se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que el modelo empleado hasta el momento tiene problemas de heterocedasticidad, es decir, que las perturbaciones del modelo no son constantes.

Puesto que estamos en presencia de heterocedasticidad, al aplicar una estimación mínimo cuadrática MCO, los  $\beta$  que estimados serán insesgados y consistentes, pero no cumplirán la condición de mínima varianza ni eficiencia.

#### 8.4. Multicolinealidad

*“El caso de la multicolinealidad perfecta es un extremo patológico. En la mayoría de las aplicaciones prácticas relativas a datos económicos las variables explicativas no tienen una relación exactamente lineal, pero si aproximada. Es decir, la colinealidad puede ser elevada pero no perfecta. Éste es el caso de la casi multicolinealidad, multicolinealidad imperfecta o multicolinealidad elevada.”* (Damodar N. Gujarati, 2006, 362)

Es por ello, que se espera de este modelo la no existencia de una relación lineal exacta o elevada entre las variables explicativas (*PRECIO*, *MIEMB*, *SUPERF*, *RENTA*) dentro de la empleada regresión múltiple. A pesar de que se podría analizar este conflicto de multicolinealidad por medio de un análisis gráfico, se opta por la herramienta *Gretl* como una vía más inmediata. De esta manera, se observa en el (Cuadro 8.1) la no existencia de linealidad entre variables explicativas. Hay que detallar que el método empleado por esta herramienta consiste en el “*variance inflation factor, VIF*”.

Cuadro 8.1. Factores de inflación de varianza (VIF)

Mínimo valor posible = 1.0  
 Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad

PRECIO	1.425	SUPERF	1.484
MIEMB	1.474	RENTA	1.555

Fuente: elaboración propia, Gretl.

De la misma manera, se puede analizar la linealidad entre las variables por medio de la matriz de coeficientes de correlación (Cuadro 7.1), en donde se observa la relación por pares entre las variables explicativas. Como muestra esta tabla, los pares de correlaciones no son necesariamente elevados; no superando los 0,50 lo que supone que no sean significativamente representativos de un problema de colinealidad. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en el supuesto caso de que estos datos fueran elevados, no sería condición suficiente para dar lugar a dicho problema.

## **9. SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL MODELO**

Dada la existencia de errores de especificación en el modelo planteado inicialmente, es necesario recurrir a otras técnicas de modelización de regresión. Nos estamos refiriendo a un modelo semilogaritmo puesto que, como vemos en la ecuación (9.1), solo hay una variable que aparece de forma logarítmica, en este caso la variable dependiente. Dicho modelo será similar a un modelo de regresión lineal en tanto en cuanto los parámetros son lineales y se trabaja con las mismas variables explicativas, con la diferencia de que la variable dependiente es el logaritmo de *CONSUMO*.

Con el fin de reducir la heterocedasticidad, en vez de ejecutar una regresión lineal en las variables, si se opta por estimar el modelo en forma logarítmica se suele poder reducir la heterocedasticidad. En este sentido se manifiesta Damodar N. Gujarati (2006).

Por otra parte, como se ve a continuación, gracias a aplicar logaritmos con el fin de corregir la heterocedasticidad, se solucionan otros problemas relacionados con las hipótesis, además de que resulta muy interesante poder analizar el efecto producido sobre el consumo ante cambios en el entorno de los consumidores asturianos, midiendo este efecto en unidades porcentuales.

## 9.1. Estimación nuevo modelo LOG

La estimación del modelo se realiza por medio del MCO, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 9.1. Modelo 6: MCO, usando las observaciones 1-149

Variable dependiente: Log-CONSUMO					
	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	8.63749	0.218651	39.50	<0.0001	***
PRECIO	-10.7077	0.826690	-12.95	<0.0001	***
MIEMB	0.128354	0.0341465	3.759	0.0002	***
SUPERF	0.00500196	0.00211509	2.365	0.0194	**
RENTA	4.45582e-05	3.63154e-05	1.227	0.2218	
Media de la vble. dep.	8.392904	D.T. de la vble. dep.		0.624960	
Suma de cuad. residuos	15.18706	D.T. de la regresión		0.324755	
<b>R-cuadrado</b>	<b>0.737272</b>	R-cuadrado corregido		0.729974	

Fuente: elaboración propia.

$$\ln(\widehat{CONSUMO})_i = 8,63 - 10,70 PRECIO_i + 0,1283 MIEMB_i + 0,005 SUPERF_i + 0,00004455 RENTA_i \quad (9.1)$$

Como se observa en la ecuación (9.1) al trabajar con un modelo semi-logarítmico se están relacionando variaciones en términos absolutos por parte de las variables explicativas, con variaciones en la variable endógena en términos porcentuales. Quiere decir, que, si se representara gráficamente el consumo en función de cualquiera de las variables explicativas, obtendríamos una pendiente que mediría el cambio porcentual en el consumo para un cambio absoluto en cualquiera de los regresores empleados, es decir, la tasa de crecimiento del consumo.

## 9.2. Validación modelo SEMI-LOG

**Heterocedasticidad.** Con el problema de heterocedasticidad, a la hora de aplicar MCO los parámetros siguen siendo lineales, insesgados y consistentes, pero ya no son de mínima varianza. Para corregir este problema se trabaja con logaritmos. Ahora, realizando de nuevo el test de White en el nuevo modelo, se obtienen estos valores:

$$H_0 = \text{"Homocedasticidad"} \\ H_1 = \text{"Heterocedasticidad"}$$

Obtenemos un *p-valor* de 0,1248 mayor que 0,05 por lo que se acepta la hipótesis nula, afirmando que se ha corregido la heterocedasticidad.

**Normalidad de las perturbaciones.** Para corregir el problema de ausencia de normalidad en las perturbaciones se aplican con logaritmos, puesto que ya se ha estimado el modelo al utilizarlo para corregir la heterocedasticidad. Por medio del test de Jarque-Bera se obtiene:

$$H_0 = \text{"El error tiene distribución normal"} \\ H_1 \neq \text{"El error tiene distribución normal"}$$

El *p-valor* es de 0,05906 superior a 0,05, por lo que se acepta que las perturbaciones de nuestro modelo, ahora sí, siguen una distribución normal.

**Multicolinealidad.** Al igual que en el modelo anterior no existe una relación lineal elevada entre las variables explicativas.

**Linealidad.** Para solucionar el problema de linealidad, dado el modelo logarítmico aplicado anteriormente, se contempla por medio del test de RESET de Ramsey que la hipótesis nula se cumple de la siguiente manera

$$H_0 = \text{"La relación es lineal"} \\ H_1 \neq \text{"La relación es lineal"}$$

El *p-valor* sería de 0,0875 el cual es mayor que 0,05, de manera que no se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que la relación existente entre variables dependiente e independiente es lineal, de manera que por medio de la transformación logarítmica se ha logrado una mayor linealidad.

## 10. DISCURSIÓN DE LOS RESULTADOS

Tras el proceso de elaboración del modelo y su posterior verificación de los contrastes realizados, se ha logrado confeccionar un modelo capaz de superar las hipótesis econométricas enumeradas en el apartado 9.2, dándonos como resultado las siguientes interpretaciones.

### 10.1. Análisis estructural

Las estimaciones obtenidas de los coeficientes que se muestran en la segunda columna del Cuadro 9.1, están asociados a cada una de las variables explicativas en la primera columna. Dada la muestra de la variable dependiente *CONSUMO* y las variables explicativas (*PRECIO*, *MIEMB*, *SUPERF*, *RENTA*) las estimaciones se obtienen, como se mostró anteriormente, de la minimización de la suma de cuadrados de los residuos con respecto a los coeficientes desconocidos  $(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3, \hat{\beta}_4)$ .

La interpretación del punto de corte de 8,63 significa que, aplicando el antilogaritmo, el consumo medio de gas natural es aproximadamente de 5.597,08 kW/h cuando el resto de variables valgan cero.

El coeficiente estimado que acompaña a la variable *PRECIO*, variable que recoge el coste que soporta la familia en el consumo de gas natural, es negativo y parece ser del signo adecuado. Si se consideran dos viviendas con el mismo número de miembros, superficie útil e ingresos netos, resulta razonable que aquella que soporte un menor coste “tienda” a mantener un mayor consumo.

Por otro lado, los signos asociados al *MIEMB*, *SUPERF*, *RENTA* son positivos. De esta manera se podría pensar que, si aumentara el número de miembros, la superficie útil o los ingresos netos, daría lugar a un mayor consumo derivado del gas natural. Pero hay que tener en cuenta que cuando se interpreta alguno de los coeficientes de regresión asociados a los regresores, se están manteniendo constante el resto de variables explicativas.

Manteniendo constantes las demás variables, y dado el coeficiente estimado  $\hat{\beta}_1 = -10,70$ , a medida que aumenta el nivel de precios del gas natural, no en una unidad monetaria, sino en una unidad de céntimo, el nivel de consumo se reduce en un 10,70%. Esto se debe a que, dado que el precio por kW/h no supera la unidad monetaria, la

interpretación correcta sería que por cada céntimo en el que aumenta el coste del kW/h, el consumidor reduce la demanda de gas natural en el porcentaje nombrado anteriormente, y no en la que refleja la ecuación.

De manera opuesta, si el número de miembros que conforman el hogar aumenta en un individuo adicional, el consumo de gas natural se incrementa en un 12,83%, manteniendo constantes las demás variables. Respecto al tamaño del hogar, ceteris paribus el resto de variables y dado el coeficiente estimado  $\widehat{\beta}_3 = 0,005$ , por cada metro cuadrado adicional en el hogar, el consumo de gas natural se vería incrementado en un 0,5%. Por otro lado, dado el coeficiente estimado  $\widehat{\beta}_4 = 0,00004455$ , se observa que por cada euro adicional que perciba el hogar en concepto de renta mensual, el consumo se eleva en un 0,004455%, por ejemplo, dado un hogar que consume 12.000 kW/h anuales, si incrementa la renta mensual percibida en un euro, el consumo se eleva en 0,5346 kW/h anual.

## **10.2. Análisis económico**

Dados los resultados de consumo de los hogares asturianos, y en vista de que el gas natural se destina principalmente a calefacción, agua caliente y cocinas, es lógico entender que el número de miembros que componen el hogar resulta, ya no solo desde la perspectiva lógica sino porque nuestro modelo así lo refleja, un factor determinante a la hora de hablar de consumo energético por parte de las familias. Sin embargo, cabe destacar que no solo la cuantía es relevante, sino que además son las características de los miembros que componen el hogar lo que podría determinar en parte el consumo. Por ejemplo, no tiene el mismo nivel de consumo un hogar compuesto por cuatro personas, de las cuales solo dos son receptoras de rentas, frente a un hogar de cuatro miembros de los cuales tres perciben rentas, ceteris paribus el resto de variables.

Este breve concepto anterior hace referencia a la importancia de tener en cuenta la renta como una variable fundamental a la hora de explicar el consumo. A pesar de que en nuestro modelo la renta no parezca altamente influyente en la demanda de gas natural, sí ponemos como ejemplo una familia cuyo consumo asciende a los 12.000 kW/h anuales, y esta familia logra incrementar su renta mensual en 100 euros, estarían elevando su consumo en 53,46 kW/h anuales, la cual no es una cuantía despreciable.

Volviendo al análisis respecto al número de miembros, en Asturias, de los 455.500 hogares, el tamaño promedio de estos, según datos de junio de 2021, es de 2,2 personas. De estos hogares, la mayoría, es decir, el 31% corresponde a hogares unipersonales, seguido por hogares formados por una pareja sin hijos 23,2%, y posteriormente los hogares compuestos por una pareja con hijos 26,1% (entre los que se subdivide en parejas con un único hijo 16,3%, dos hijos 9,1% y tres o más hijos 0,7%), entre otros tipos de hogares menos notables. Cabe destacar que Asturias es la Comunidad Autónoma con mayor porcentaje de hogares unipersonales, de los cuales el 57,4% son mujeres que superan los 65 años con un bajo nivel de ingresos. Además, según datos de los últimos años, el número de hogares con todos sus miembros en paro en Asturias, alcanzó el 9,10% en 2023, al igual que en nuestro año de estudio 2018 donde esta cifra superó el 9,5%.

Tras este breve repaso a la composición de los hogares asturianos y junto a la información obtenida a través de nuestro modelo, se observa que existe un problema a la hora de hacer frente al coste que supone el consumo de gas natural. Se parte de la premisa de que un hogar unipersonal tiene un menor consumo, pero también una menor fuente de ingresos. Si se añade un individuo adicional, por medio de nuestro modelo, se observa que el consumo se incrementa en un 12,83%, sin embargo, la capacidad de hacer frente al coste de consumo dependerá de si este individuo adicional incrementa o no los ingresos del hogar. Por otro lado, si se analizan los datos utilizados a la hora de realizar nuestro modelo y se compara el número de miembros con los ingresos del hogar, se observa que, en promedio, por cada individuo adicional, los ingresos no aumentan significativamente. Esto podría indicar que muchos de los hogares asturianos perciben una única fuente de ingresos, bien sean hogares unipersonales, de pareja o pareja con hijos. Esto supondría que la proporción del gasto en gas natural respecto a la renta sea cada vez mayor, implicando una mayor carga presupuestaria en las familias.

Cabe señalar, una clara relación entre dos de las variables empleadas en el modelo y dos de los empleos principales del gas natural dentro de los hogares. Por un lado, y como se dijo anteriormente, uno de los usos del gas natural es la calefacción, lo cual tiene un alto grado de relación con la magnitud o superficie del hogar, mientras que el número de miembros no determina en gran medida dicho gasto, puesto que calentar una vivienda supone destinar la misma cantidad de recursos habiten en ella una o varias personas. De la misma manera, el gas natural destinado a agua caliente, no se determina por la



superficie de la vivienda, sino que, en su mayoría, es el número de miembros lo que establece dicho consumo.

Por otro lado, el precio supone un gran determinante en el consumo de gas natural, puesto que, aunque a priori un aumento de un céntimo en el precio por kW/h pareciera insignificante a la hora de hablar de efectos sobre el consumo, según el modelo (8.1) se observa que se generaría una caída en torno a un 10,7% sobre la demanda de gas natural por parte de los hogares. Por ejemplo, un hogar con un consumo de 12.000 kW/h anuales que paga un precio unitario de 0,07 euros, estaría soportando un coste de 840 euros anuales, mientras que si el precio fuera de 0,08 euros, es decir, un céntimo mayor, el coste soportado sería de 960 euros anuales, observándose un incremento del coste de 120 euros. Esto supone una caída del consumo del 10,7% según el modelo, frente a un aumento del coste del 12,5%, es decir, el consumo cae en menor proporción que el aumento del precio. Esto coincide con la afirmación tratada en el segundo apartado, donde los autores Xavier Labandeira, José M. Labeaga y Xiral López, afirman que los incrementos en los precios de la energía dan lugar, *ceteris paribus*, a una reducción menos que proporcional en la demanda, algo a tener en cuenta a la hora de aplicar políticas que afecten al sector energético.

Finalmente, variaciones en la superficie de la vivienda implica una distorsión en el consumo, puesto que como se mostró anteriormente, incrementos en esta supone un aumento del 0,5% sobre la demanda. Siguiendo el ejemplo propuesto anteriormente, una vivienda con un consumo de 12.000 kW/h anuales que amplie en un metro cuadrado el espacio habitable, estará soportando un aumento anual de 60 kW/h, lo cual procederá fundamentalmente de la calefacción.

Una vez analizada la incidencia de los factores vistos anteriormente sobre el consumo de gas natural, en este estudio se considera la estructura del hogar y la evolución en los precios del gas natural, como los principales problemas que asolan la demanda de los hogares asturianos en los últimos años.

#### *10.2.1. Estructura del hogar.*

Uno de los primeros problemas que se podrían plantear a la hora de estudiar el conflicto en el consumo de gas natural por parte de los hogares asturianos, es el cambio en la

composición de estos, atendiendo a dos de las variables empleadas en nuestro modelo, el número de miembros y los ingresos totales.

Asturias muestra una clara tendencia al alza en los hogares unipersonales, mostrando en los diez últimos años un aumento del 7,45%, de los cuales más de la mitad corresponde a mujeres que viven solas (81.300 hogares) y el resto a hombres en las mismas condiciones (60.200 hogares). Pero a la hora de enfrentar los gastos, son las personas que viven solas con hijos las que soportan una mayor carga económica, destacando que en Asturias hay 51.200 hogares de este tipo, de los cuales 42.000 corresponden a mujeres. Finalmente, las parejas con hijos (119.100 hogares) seguidos por las parejas sin hijos (105.700 hogares) son otras de las estructuras familiares que también sufren la tarea de soportar los costes energéticos.

Apoyándose en la composición de los hogares y según los datos extraídos a lo largo del estudio, se observa que en Asturias los ingresos medios percibidos por hogares, no experimentan un incremento notable a medida que aumenta el número de miembros. Sin embargo, sí que aumenta el consumo. De esta manera se concluye que, en promedio, por cada miembro adicional, los ingresos percibidos aumentan en menor proporción que el consumo, por lo que la partida presupuestaria en gas natural por parte de las familias es cada vez mayor. Esta situación se agrava con el aumento de la edad de emancipación, puesto que el 55% de los jóvenes entre los 25 y los 29 años viven con sus padres o con alguno de ellos, y esta cifra se sitúa en el 25,6% para las personas entre 30 y 34 años.

#### *10.2.2. Nivel de precios.*

Cuando se trata del precio de los recursos energéticos se ha comprobado que este fluctúa en un mercado altamente sensible, y durante los últimos dos años este no ha dejado de crecer, para únicamente en la actualidad retomar precios pre-crisis. Sin embargo, no se debe olvidar que los precios alcanzaron en Europa los 339,2 euros por MW/h por lo que acercarse de nuevo a esas cotas no resulta imposible.

Además, la evolución de los precios al alza supone un gran problema cuando el comportamiento de los individuos responde de una manera peculiar ante dichas variaciones. Esto se debe a la naturaleza de este bien de consumo, pues al ser de primera necesidad, todo hogar deberá soportar dicho coste sea cual sea este. Esto implica, que,

durante aumentos en los precios, como vimos anteriormente, el consumo se reduzca en un 10,7% por cada céntimo adicional, sin embargo, una gran parte del consumo es autónomo o necesario por lo que las familias deberán realizar mayores esfuerzos a la hora de pagar estas facturas.

### *10.2.3 Medidas político-económicas*

Ahora una vez visto brevemente los principales factores que afectan negativamente al consumo, pasamos a analizar las medidas gubernamentales propuestas para mitigar el efecto de la escala de precios.

Como aplicar políticas que afecten a la estructura de los hogares resulta ineficiente a corto plazo, ante alteraciones en el consumo de gas natural, estas medidas optan por centrarse en el precio, como una de las vías más inmediatas a la hora de proteger a los consumidores de una situación de vulnerabilidad energética, facilitando el acceso a gas natural por parte de las familias.

Cabe señalar, que el precio de cada kilovatio hora está compuesto por un importe fijo (representa la capacidad de disponer de suministro de gas natural), un importe variable (dependiente del consumo) y una parte que corresponde a los impuestos y otros importes. Deteniéndose+ en la parte impositiva, sobre el gas natural recae el Impuesto Especial sobre Hidrocarburos, el cual equivale a 0,00234 euros por kW/h y el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) que en el caso del gas natural es del 21% y se aplica a la suma total de la factura, es decir, a la suma del término fijo, el término variable y el impuesto sobre hidrocarburos, entre otros. Destaca el hecho de que un impuesto, en este caso el IVA, recaiga sobre un precio que ya incorpora otro impuesto, pero hay que aclarar que la sobreimposición tiene lugar en todos los productos sobre los que recae algún impuesto especial y a los que también se aplica el IVA.

Para mitigar el impacto en los hogares por los altos precios del gas, las medidas acordadas fueron, por un lado, y afectando a todos los consumidores, una la reducción del IVA que pasa al 5% y que durará hasta diciembre de 2023. Por otro lado, para los consumidores acogidos a la Tarifa de Último Recurso de gas natural (TUR) se establece el límite al 15% sobre el incremento máximo del coste de la materia prima. Además, hasta el 31 de

diciembre de 2023 no se podrá suspender el suministro de gas natural a consumidores que muestren una condición de vulnerabilidad, o riesgo de exclusión social.

## 11. CONCLUSIONES

La finalidad de este último apartado es analizar y corroborar el cumplimiento de los objetivos que se proponían al comienzo del estudio. Los principales eran desarrollar un marco analítico sobre el sistema gasista de España y Asturias; determinar las variables que afectan a la demanda de este producto; analizar la demanda desde una perspectiva estructural y económica, todo ello para permitir entender la importancia de este sector en la economía nacional y en los hogares asturianos. Todos ellos han sido resueltos a lo largo del estudio y en las siguientes líneas se desarrollan las principales conclusiones de cada uno.

Actualmente España mantiene una gran dependencia externa de gas natural, siendo países como Argelia, o Estados Unidos los principales suministradores de este recurso por medio de los gaseoductos del El Magreb y El Medgaz o a través del uso de buques y las correspondientes plantas regasificadoras, entre las que se encuentra la regasificadora del Musel. Una vez dentro del territorio asturiano, se distribuye por medio de varios gaseoductos como el de León-Oviedo que conecta Asturias con el resto de la península, entre otros. Frente a los datos nacionales, Asturias mantiene un consumo doméstico y comercial del 17,18%, mientras que la industria alcanza el 45,63% y el 37,19% para el sector eléctrico, siendo Cataluña, Andalucía y la Comunidad de Madrid las que reúnen casi la mitad del consumo total de este recurso. También se observa que el consumo de gas natural tiene un alto componente estacional, aunque desde una perspectiva interanual este logra mantenerse relativamente estable durante los últimos años, al igual que el precio que a pesar de que en los últimos años aumentara hasta el 227,38% mantiene cierta estabilidad a lo largo del tiempo.

También se ha logrado elaborar un modelo econométrico logarítmico que explicara la variabilidad del consumo de los hogares asturianos, basándose en determinadas variables exógenas relacionadas con la demanda de gas y respetando las hipótesis básicas de los modelos de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Si bien inicialmente el estudio trataba de incluir otras variables independientes, las resultantes fueron *el precio, el número de miembros que conforman el hogar, la superficie útil de la vivienda y el nivel de ingresos*

*total que percibe el hogar.* Las características del valor de sus coeficientes o su explicación pertinente en cuanto a la relación con el consumo de gas natural, han sido desarrolladas en el apartado anterior *Análisis estructural*.

Para finalizar este apartado, en el análisis económico destaca la descomposición de como el consumo no solo depende en su mayoría del nivel de precios, sino que además es la estructura del hogar y los individuos que lo componen los que lo establecen. También, cabe destacar como se aplican las políticas económicas para modificar las pautas de consumo, y como apoyándose en el modelo econométrico, se confirma que el comportamiento de la demanda no es proporcional a distorsiones en los precios.

## BIBLIOGRAFÍA

**Álvarez Vázquez, Nelson.** *Aplicaciones de econometría*, Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S. A., 1999. ISBN: 84-8004-378-2

**Díaz Fernández, Montserrat. Llorente marrón, María del Mar.** *Econometría*, 3ª ed. Madrid: Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S. A.), 2007. ISBN: 978-84-368-2127-7

**N. Gujarati, Damodar.** *Principios de econometría*. Traducido por Moreno López, Yago. 3ª ed. Madrid: McGraw W-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U., 2006. ISBN: 84-481-4632-8

**Vazquez, Juan. Ojeda, German [et al.].** Industrias de Bienes de Consumo en Asturias, 1856-1973 (I), Industrias de Bienes de Consumo en Asturias, 1856-1973 (II). En: Tascon, Juan. *Historia de la economía asturiana*. Oviedo: Editorial Prensa Asturiana, S.A., 1994. p. 496-508

**Esteban, M. V., Moral, M. P., Orbe, S., Regúlez, M., Zarraga, A., & Zubia, M. (2009).** Análisis de regresión con Gretl. *Departamento de economía Aplicada III, Universidad del País Vasco*.

**González Mínguez, J. M., & Urtasun Amann, A. (2015).** La dinámica del consumo en España por tipo de productos. *Boletín económico/Banco de España, septiembre 2015, p. 69-78*.

**Labandeira, X., Labeaga, J. M., & López-Otero, X. (2016).** Un metaanálisis sobre la elasticidad precio de la demanda de energía en España y la Unión Europea. *Papeles de Energía, 2*, 65-93.

**Argandoña, A. (1990).** El pensamiento económico de Milton Friedman. *Universidad de Navarra. Recuperado el, 1*.

**Alonso, I. P. (2016).** La Energía en Asturias. *Cuadernos de energía, (50)*, 127-137.

**Alonso Álvarez, I., López Muñoz, L., Santabárbara García, D., & Suárez-Varela Maciá, M. C. (2022).** Recuadro 2. Evolución de los inventarios de gas natural en 2022 y 2023 en las economías de la Unión Europea bajo dos escenarios hipotéticos. *Boletín Económico, /Banco de España [Artículos], n. 4, 2022, p. 49-52*.

### Legislación:

---

**Real Decreto-ley 20/2022**, de 27 de diciembre, de medidas de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la Guerra de Ucrania y de apoyo a la reconstrucción de la isla de La Palma y a otras situaciones de vulnerabilidad (B. O. E. nº 311, de 28 de diciembre).

Páginas Web:

---

**Instituto Asturiano de la Mujer (2021):** *Modelos de convivencia y hogares - IAM.* (s. f.). Disponible en <https://iam.asturias.es/modelos-de-convivencia-y-hogares> (Consultada el 30 de mayo 2023).

**Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023):** <https://www.miteco.gob.es/es/> (Consultada el 3 de marzo de 2023).

**Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (2022):** *informes anuales del gas.* Disponible en <https://www.cnmc.es/ambitos-de-actuacion/energia/mercado-gas> (Consultada el 15 de marzo de 2023).

**Statista (2022):** *Consumo de gas natural por región España 2021:* <https://es.statista.com/estadisticas/1045583/consumo-de-gas-natural-por-region-en-espana/> (Consultada el 17 de mayo de 2023).

**Agencia Tributaria: Estadísticas de Comercio Exterior (2023):** <https://sede.agenciatributaria.gob.es/Sede/estadisticas/estadisticas-comercio-exterior.html?faqId=a57679bd96475710VgnVCM100000dc381e0aRCRD> (Consultada el 25 de febrero de 2023).

**Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (2023):** *Serie estadísticas actualizadas, Consumo de gas natural.* Disponible en <https://www.cores.es/es/estadisticas> (Consultada el 13 de febrero de 2023).

**Agencia Estatal de Meteorología – AEMET (2023):** Resúmenes climatológicos. España. Disponibles en [https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/resumenes?w=0](https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes?w=0) (Consultada el 5 de abril de 2023).

**Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales - SADEI (2023):** ([https://www.sadei.es/v\\_portal/busqueda/index.asp?textobusc=gas+natural&enviar=&pri=1&chkcur=1&chknov=1&chknot=1&chkinf=1](https://www.sadei.es/v_portal/busqueda/index.asp?textobusc=gas+natural&enviar=&pri=1&chkcur=1&chknov=1&chknot=1&chkinf=1)) (Consultada el 24 de mayo de 2023).

**Enagás (2022):** *Informe del Sistema Gasista Español.* Disponible en <https://www.enagas.es/content/dam/enagas/es/ficheros/sala-de-comunicacion/publicaciones/informe-sistema-gasista/Informe-Sistema-Gasista-Espa%C3%B1ol-2022.pdf> (Consultada el 8 de marzo de 2023)

**Instituto Nacional de Estadística (2018):** Encuesta de Presupuestos Familiares. Disponible en: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176806&menu=resultados&idp=1254735976608#!tabs-1254736195147](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176806&menu=resultados&idp=1254735976608#!tabs-1254736195147) (Consultada el 6 de febrero de 2023)