



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

## Evaluación de la Eficiencia Energética en los Cierres Académicos de la Universidad de Zaragoza

Autor/es

Irene Simón Pérez

Director/es

Gemma Larramona Ballarín  
Josefina Cabeza Laguna

Facultad de Economía y Empresa  
Grado en Economía  
Curso 2024/2025

## RESUMEN

El cese de la actividad docente en el mes de agosto en la Universidad de Zaragoza lleva al cierre de sus puertas en todos sus campus, lo que, como es lógico, supone una reducción del consumo energético de la institución. Este acto, además de tener objetivos de disminución del gasto desembolsado en electricidad, también tiene como propósito la moderación del consumo energético en un escenario de concienciación medioambiental. Valorar la eficiencia de esta suspensión requiere un análisis comparativo, lo que nos lleva a estudiar su evolución a lo largo de los años y a confrontar los consumos con el cierre completo de la universidad, que tuvo lugar en abril de 2020 dada la pandemia de COVID-19. Los datos reflejan una tendencia decreciente en el consumo de energía, sin embargo, el gasto monetario experimenta una tendencia creciente, causada por la distorsión de precios debido al repunte en los precios de la energía ocasionados por la guerra de Ucrania comenzada en 2021.

El cierre por la pandemia supuso un ahorro en Kw entre el 21% y el 46% con respecto al mismo mes de años del periodo 2019-2023. Si se comparan los parones estivales con el cierre de la universidad en abril de 2020 se comprueba que el consumo energético fue entre un 28% y un 65% mayor en términos de Kw en los parones energéticos de agosto que en el cierre forzoso por la pandemia. Sin embargo, existe una reducción de los Kw consumidos en agosto de cada año, entre un 10% y un 23% menos respecto a un mes de docencia normal y una tendencia decreciente en el consumo relativo de agosto en el periodo 2019-2023.

## **ABSTRACT**

The suspension of academic activity during the month of August at the University of Zaragoza leads to the closure of its campuses, which, as expected, means a reduction in the institution's energy consumption. This measure, beyond aiming to reduce electricity expenses, also seeks the moderation of energy consumption in the context of environmental care. Evaluating the efficiency of this shutdown requires a comparative analysis, which leads us to study the evolution during the studied period and comparing the consumption with the closure of the university, which took place in April 2020 due to the COVID-19 pandemic. Data reflects a downward trend in energy consumption, however, the monetary expenditure goes through an increasing trend, caused by the price distortions due to the surge in energy price produced by Ukraine's war, begun by 2021

The closure due to the pandemic resulted in savings in Kw ranging between 21% and 46% with respect to the same month in the years 2019-2023. When comparing the summer shutdowns with the April 2020 closure in the university, it is observed that the energy consumption was between 28% and 65% higher in terms of Kw during the August shutdowns than in the forced pandemic closure. However, there is a reduction in the Kw consumed in August of each year, between 10% and 23% less compared to a normal-teaching month and a decreasing trend in relative consumption in August during the 2019-2023 period.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. CONTEXTO .....	6
3. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE CONSUMO Y GASTO ELÉCTRICO.....	10
3.1 EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE LA ELECTRICIDAD .....	11
3.2 ANÁLISIS GENERAL .....	13
3.3 ANÁLISIS POR PERSONA.....	16
3.4 ANÁLISIS POR CAMPUS.....	18
3.5 ANÁLISIS POR FACULTADES .....	18
4. COMPARACIÓN CON PANDEMIA.....	21
4.1 COMPARACIÓN ABRIL 2020 - AGOSTO .....	21
4.2 COMPARACIÓN AGOSTO - OCTUBRE .....	22
5. CONCLUSIONES .....	24
BIBLIOGRAFÍA .....	26
ANEXOS .....	28
ANEXO I: LISTADO DE EDIFICIOS .....	28
ANEXO II: LISTADO DE CENTROS.....	29

# 1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es actualmente un tema sustancial debido al auge de la concienciación acerca de los problemas medioambientales globales que acechan hoy en día. De esta concienciación participan las universidades españolas, que representan casi el 1% del consumo total en España. (*CRUE-Sostenibilidad, 2022*)

Por este motivo, la Conferencia de Rectores y Rectoras de las Universidades Españolas (CRUE), una organización sin ánimo de lucro constituida por un importante número de universidades nacionales elaboró en 2022 un informe acerca del consumo de electricidad y agua en las universidades. Este informe destaca una tendencia decreciente de uso de electricidad en las universidades del país, teniendo en cuenta tanto la superficie como la cantidad de estudiantes y personal docente e investigador (PDI) que encontramos en ellas. Tanto el consumo de electricidad, como el de gas o agua ha seguido una tendencia creciente durante los años 2013-2020, aunque la bajada de estos últimos no es tan claramente visible como el descenso del consumo de electricidad.

En el caso de la Universidad de Zaragoza, nos encontramos con un presupuesto total para 2025 de unos 369,4 millones de euros, con un notable aumento respecto del año anterior (*Universidad de Zaragoza, 2024*). Dentro de esta cifra, un 1,25% corresponde a los gastos de electricidad, lo que supone un descenso notable respecto a años anteriores, que ya viene dándose desde el presupuesto de 2024 (1,35%) (*Universidad de Zaragoza, 2023*) y el de 2023 (1,89%) (*Universidad de Zaragoza, 2022*). Aunque la cifra relativa de gasto en energía eléctrica ha ido reduciéndose en los últimos años, el gasto en electricidad ha ido aumentando, lo que podría parecer contradictorio si no se hubiera comprobado que es la tendencia creciente del precio de la electricidad el determinante de este mayor gasto.

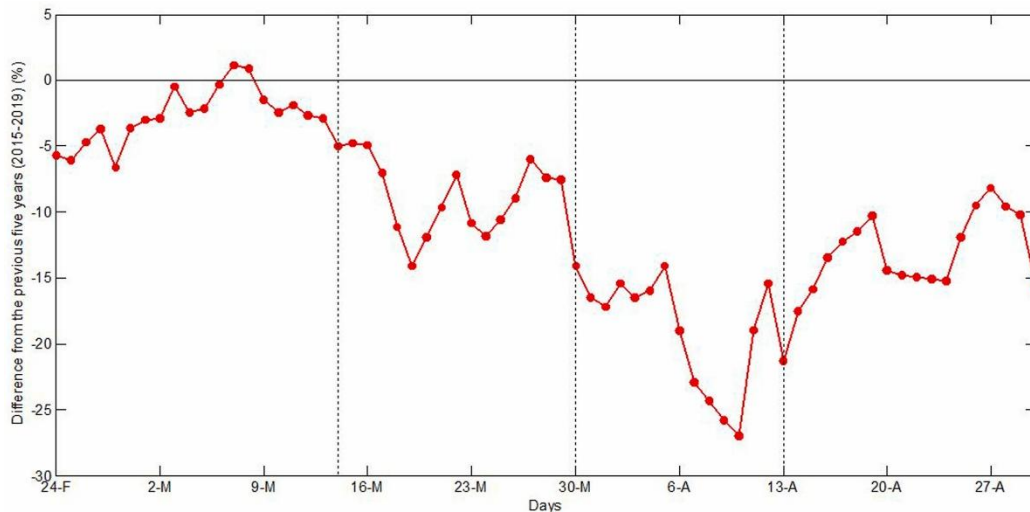
El principal objetivo de este trabajo es evaluar la eficiencia energética de los parones energéticos que realiza la Universidad de Zaragoza durante el mes de agosto y el parón que se produjo por la pandemia en 2020. Comparando los parones con el cierre de la universidad en el mes de abril de 2020, debido a la pandemia del COVID-19, podemos identificar la eficiencia de las medidas adoptadas.

## 2. CONTEXTO

El parón energético derivado de la cuarentena impuesta en los meses de marzo y abril fue una especie de laboratorio experimental para estudiar los efectos de la inactividad forzada en el consumo energético, no sólo en España, sino en todo el mundo.

En el caso de España, es bastante notoria la caída en la demanda eléctrica comparando el año 2020 con el periodo 2015-2019 y la diferencia porcentual entre la demanda de dicho año, con el periodo mencionado. En esta gráfica observamos la bajada de demanda de electricidad en el país en su conjunto si comparamos la media del periodo del 14 de marzo al 30 de abril de los cinco años anteriores a la pandemia (2015-2019) con el consumo que se realizaba en el mismo periodo para 2020. El máximo punto de descenso porcentual fue del 25%, que se produjo hacia el 10 de abril. (*Santiago et al., 2021*)

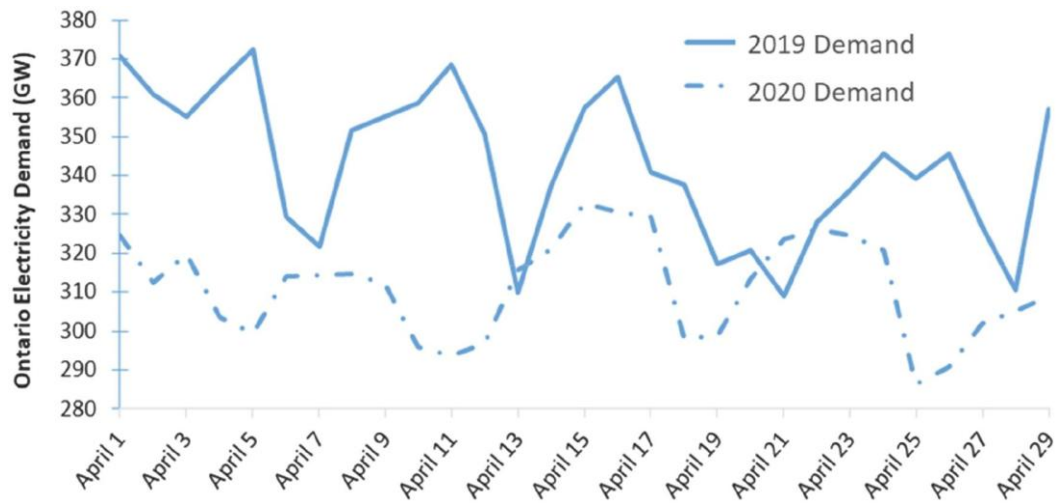
**Figura 2.1.** Diferencia (%) entre la demanda eléctrica en 2020 y los valores medios de los cinco años anteriores (2015-2019)



Fuente: *Santiago et al. (2021)*

Una situación análoga sucede en la provincia de Ontario (Canadá), para la cual se estima una demanda eléctrica total menor para el mes de abril de 2020 con respecto a 2019, la cual se redujo un 14%. Lo mismo sucede si la desglosamos el consumo de electricidad por horas, comparando los años 2019 y 2020, la demanda en Ontario de este último año es menor. (*Abu-Rayash & Dincer, 2020*)

**Figura 2.2.** Comparación de la demanda eléctrica diaria de Ontario en abril de 2019 y 2020



Fuente: *Abu-Rayash & Dincer (2020)*

Al analizar la variación de la demanda energética en un país europeo, una situación crítica a la española sucedió en Italia; allí también se llevó un proceso de confinamiento y desescalada progresiva muy similar al español, donde se diferencian siete etapas reflejadas en el estudio. En el caso de Milán (Italia), fueron durante los meses de marzo a julio donde la reducción de consumo energético fue más intensa, con unas cifras de entre el 17% y el 20%. (*Bosisio et al., 2022*)

**Figura 2.3.** Consumo de energía (MW) en 2019 y 2020 en Milán y su diferencia porcentual (%)



Fuente: *Bosisio et al. (2022)*

Si nos centramos en las universidades, también vemos su consumo reducido durante los meses de pandemia del COVID-19, como es lógico. El consumo eléctrico en la Universidad de Chulalongkorn (Bangkok, Tailandia) se redujo un 35,5% en 2020, en comparación con un año de consumo estándar (2018); cabe destacar también que fueron los edificios de investigación los que menos disminuyeron su consumo, ya que su actividad siguió necesitando del suministro eléctrico para mantenerse activa, aunque no evolucionase. (*Chaloeytoy et al., 2022*)

Un análisis llevado a cabo en cuatro universidades de Rumanía (Universidad Valahia de Târgoviște, Universidad Politécnica de Bucarest, Universidad de Pitești y Universidad “Dunarea de Jos” de Galati), se modelizó su consumo eléctrico mediante una regresión polinómica. Se llegó a la conclusión de que la disminución en el consumo fue de entre 20,6% y 36,26% en el periodo de pandemia (2020) con respecto al año anterior. (*Andrei et al., 2022*)

No es un caso diferente para la Universidad de Jordania (Ammán, Jordania), en la que se estimó una reducción del consumo de un 20,8% en 2020 con respecto a 2019.

Además, al igual que en el resto de universidades de otros continentes ya nombradas, la reducción más significativa se dio en los edificios de humanidades, puesto que en otras de ámbito científico (como hospitales o laboratorios), es más difícil reducir el consumo debido a su actividad. (Ayadi et al., 2023)

Este parón involuntario causado por la pandemia sirvió como laboratorio experimental para observar el impacto de la inactividad eléctrica en el patrón de consumo. Alentadas por este parón y por el creciente objetivo de reducir el consumo, muchas entidades, tanto públicas como privadas han llevado a cabo iniciativas de parones energéticos en sus calendarios. Las universidades son instituciones que consumen grandes cantidades de electricidad, por lo que han desarrollado diferentes estrategias para reducir su impacto energético.

La Universidad de Málaga, entre otras que han adoptado medidas similares en España, instauró en octubre de 2022 un Plan de Ahorro Energético, mediante el cual se pretende reducir el consumo eléctrico entre un 5,1% y un 13,5%, implementando medidas como el apagado de aparatos de refrigeración, limitación de uso de calefactores, etc. (Universidad de Málaga, 2022)

Igualmente, la Universidad de Burgos también ha optado por implementar un Plan de Ahorro Energético, con un objetivo de reducción más ambicioso (entre un 20% y un 25%), atendiendo a medidas como la reducción del horario de aperturas de los edificios de la Universidad, desconexión de sistemas de climatización en periodo estival, etc. (Universidad de Burgos, 2022)

Ambas universidades mencionan en su Plan de Ahorro Energético que la principal causa de estas medidas es la crisis energética actual, marcada por el incremento del precio del petróleo, del gas natural y de la energía eléctrica. Una de las causas fundamentales de este incremento en dichos precios es la guerra de Rusia y Ucrania, la cual ha afectado tanto a nivel nacional como a nivel europeo.

Es bien sabido que la guerra no sólo ha sido un duro golpe para España, sino también para Europa e incluso a nivel global. Además del incremento del precio de la energía, la invasión ha repercutido en nuestra economía nacional aumentando nuestras tasas de inflación y disminuyendo nuestras tasas de crecimiento causado por la desaceleración de la inversión empresarial debido a los menores beneficios. (Torres & Fernández, 2022)

También ha sido relevante en este periodo bélico el importante encarecimiento de la energía, el cual supuso un sobrecoste estimado de unos 659.295 millones de euros, provocando que la mitad de los estados miembros de la UE alcanzasen una deuda del 60% de su PIB. Cabe destacar también la inflación en el escenario europeo, alcanzando máximos históricos, siendo los precios de la energía y de los alimentos frescos los que más aumentaron. (*De la Corte Ibáñez, 2023*)

La Universidad de Zaragoza también estableció un plan urgente de medidas de ahorro de energía en 2022 debido al fuerte incremento del precio de la electricidad y del gas. En dicho plan se adoptaron diversas medidas como el cierre energético estival.

En el siguiente apartado vamos a realizar un análisis de los datos agregados y desagregados del consumo y gasto eléctrico en la Universidad de Zaragoza, en el periodo 2019-2023.

### **3. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE CONSUMO Y GASTO ELÉCTRICO**

Gracias a los datos proporcionados por la Oficina Verde, hemos podido llevar a cabo un estudio sobre el patrón de consumo en la Universidad de Zaragoza, en sus cuatro campus presentes en Zaragoza (Paraíso, Río Ebro, San Francisco y Veterinaria). Se ha excluido del estudio a los campus de las ciudades de Huesca y Teruel, que también forman parte de la Universidad de Zaragoza. La razón por la que se han omitido estos campus se debe a su peor sectorización de cómputos de consumo, bien en un sentido de optimización de espacios o bien porque son unos campus mucho más jóvenes y aún se encuentran en cambio continuo. Este hecho hace inviable el uso de sus datos para llevar a cabo un análisis más profundo.

Este análisis se centra en los años 2019-2023, para los cuales tenemos datos mensuales de consumo (teniendo valores medidos tanto en Kw consumidos, como en su valor monetario en euros gastados) de los centros agregados y los campus (desagregados en edificios). También nos han proporcionado datos de la superficie de cada centro agregado, junto con el número de estudiantes, del Personal de Administración y Servicios (PAS) y del Personal Docente e Investigador (PDI). Asimismo, tenemos datos de la

superficie de cada edificio y de la evolución del precio pagado por cada Kw consumido en cada mes en la Universidad.

En el apartado siguiente se analiza la evolución del precio de la energía.

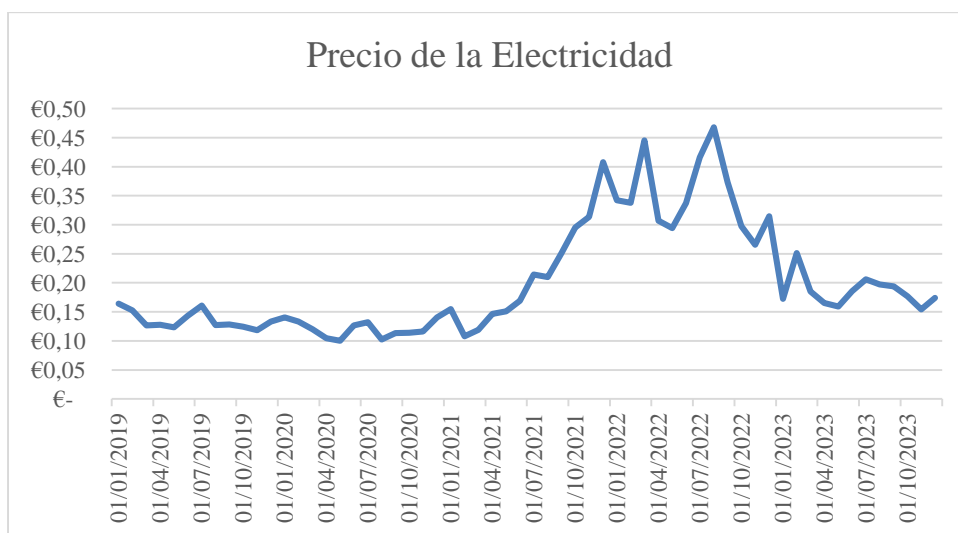
### **3.1 EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE LA ELECTRICIDAD**

El mensaje anunciador del comienzo de la invasión rusa fue lanzado por Vladimir Putin el 24 de febrero de 2022, pero ya antes se daba un periodo de inestabilidad europea, en la que se preveía esta guerra. El precio de la energía fue uno de los más afectados en este periodo, causado por la paralización de los conductos Nord Stream, unos gasoductos de gas natural que cruzan desde Rusia hasta Alemania, importando gas ruso barato a Europa. Debido al comienzo de la guerra, el uso de estos gasoductos fue bloqueado, lo que paralizó el aprovisionamiento de gas barato.

Comenzó un periodo entonces de subida de los precios de la mayoría de productos necesarios, tales como el petróleo, la gasolina, el gas, o como estamos observando, la electricidad. Más o menos todas las tendencias de los precios de estos productos se asemejan, con un inicio de aumento del precio hacia 2021 y no fue hasta finales de 2022 y principios de 2023 cuando comenzaron a disminuir; alcanzaron su pico máximo hacia mitades del año 2022, como observamos en nuestros datos.

En este apartado se analiza la tendencia de gasto monetario en € por Kw consumido. Este precio de la electricidad ha sido calculado con los datos de la Oficina Verde, lo que debemos interpretar como el gasto total del Kw, incluyendo los posibles costes fijos que existen en la universidad, por lo que es una aproximación del precio de la electricidad (€/Kw).

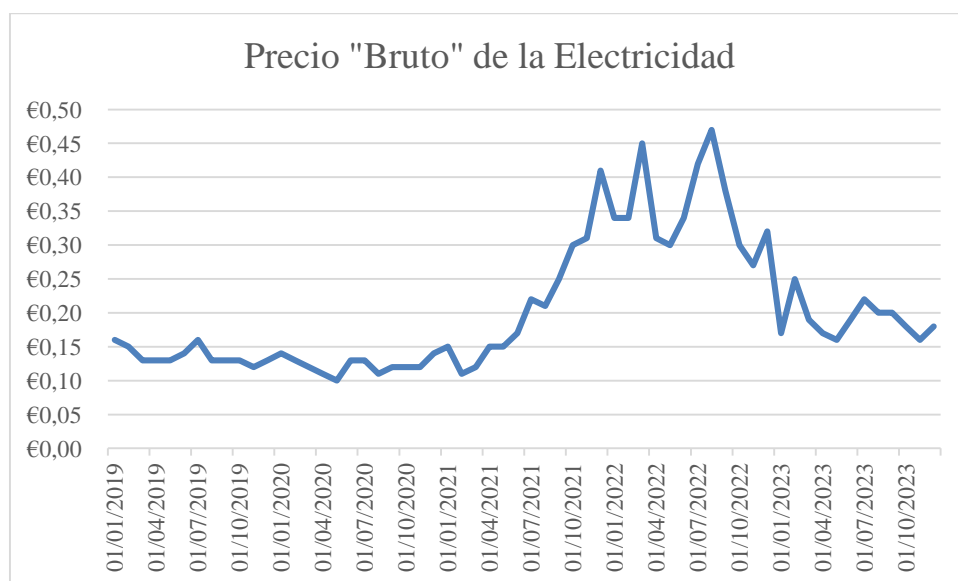
**Figura 3.1.** Evolución del precio de la electricidad (€/Kw), 2019-2023



Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

La Oficina Verde también ha proporcionado los datos del precio estimado del Kw, lo que podríamos interpretar como un “precio bruto” sin costes fijos u otras variables que pudiesen alterar su valor. La evolución de dicha variable tiene una trayectoria similar al precio que efectivamente se pagó por el consumo en el periodo.

**Figura 3.2.** Evolución de la estimación del Precio “Bruto” del Kw, 2019-2023



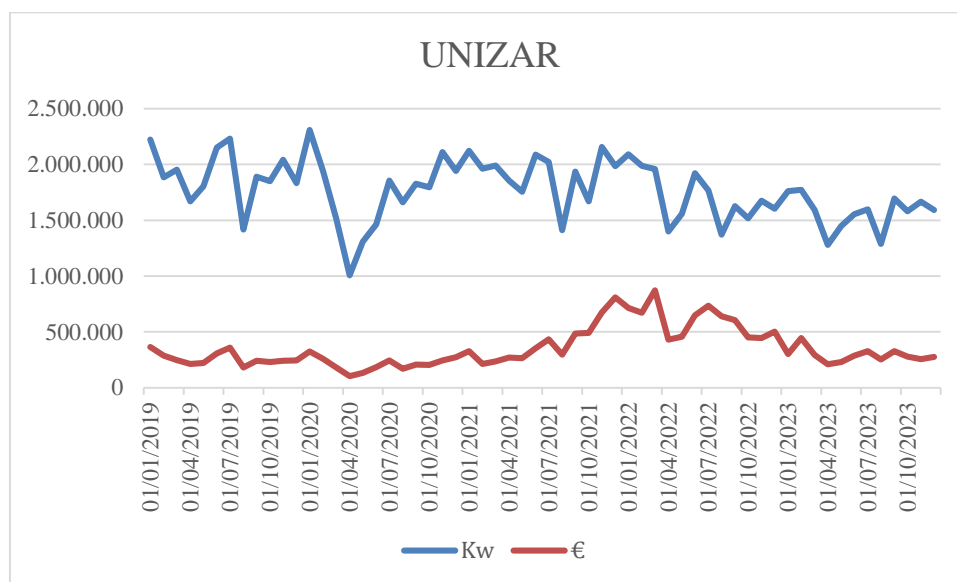
Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

No se puede apreciar una disparidad considerable entre el precio del Kw incluyendo costes fijos y el precio estimado del Kw por la Oficina Verde, lo que indica que los costes fijos no suponen un coste adicional relevante para Unizar.

### 3.2 ANÁLISIS GENERAL

Comenzamos evaluando la tendencia de la electricidad consumida en Unizar Zaragoza, tanto su cifra en Kw totales y su valor monetario (Figura 3.3), medido en euros gastados, durante el periodo estudiado; se observa la notable caída en abril de 2020, sobre todo si nos fijamos en términos de Kw, aunque no tanto en términos monetarios. También es apreciable durante los años 2021 y 2022 la subida de gasto en electricidad, debido al incremento en los precios que se ha detallado en el apartado anterior.

**Figura 3.3.** Evolución del consumo total en Unizar Zaragoza (en Kw y en €), 2019-2023



Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

Al intentar encontrar un patrón de consumo en esta evolución, apreciamos una sutil caída en abril de cada año, a la que podemos asociar la Semana Santa en la cual la universidad no se imparten clases, aunque si permanecen abiertos y activos otros edificios (o partes de ellos), como las bibliotecas o los institutos de investigación, laboratorios u

hospitales. Aunque exista esta caída del consumo en los meses de abril, es más notable el descenso que se produce en agosto, en el que la Universidad de Zaragoza sí que cierra por completo durante el periodo de “paro energético”, los edificios tanto docentes, como de residencias, salas de estudio, etc., con la excepción de edificios donde debe seguir la actividad.

En el campus de Veterinaria se encuentra el hospital veterinario, que necesita de un consumo para que los animales estén en óptimas condiciones; sucede parecido con algunos laboratorios de ciencias, los cuales tienen maquinaria de refrigeración que no podrá tener un consumo nulo debido a su necesidad de preservación.

La tendencia del gasto monetario tiene un patrón bastante regular hasta el año 2021, en el que comienza a crecer a partir de agosto, manteniéndose bastante elevado durante todo 2022, pero volviendo a la normalidad en 2023. Es una subida de gasto importante, ya que casi dobla su valor (en los años anteriores no pasaba de 500.000€ gastados y el máximo valor registrado fue de 872.239,39€ en marzo de 2022).

En referencia al efecto del cierre forzoso por la pandemia, en el mes de abril de 2020 presenciamos la mayor bajada de todos los años, pero bastante más apreciable en términos de consumo que en términos de gasto monetario, en el que la reducción es casi inapreciable. Podemos analizar esta caída en el consumo si lo comparamos con otras fechas de interés.

El descenso del consumo y gasto en abril de 2020 respecto a abril de los años 2019-2023 y marzo de 2020 se refleja en la Tabla 3.1; es una caída bastante significativa, pues en comparación con los demás meses de abril, es entre un 20% y un 45% menor. Si tenemos en cuenta el mes anterior, el cual es marzo de 2020, vemos que la disminución es del 33,38%.

En cuanto a términos monetarios, podemos afirmar que los datos están algo distorsionados por la tendencia del precio de la electricidad; el mayor porcentaje de caída se da en 2022, con un 75% de menor desembolso en dicho año que en 2020, pero que sabemos que tiene su causa en la alteración del precio, ya que la reducción de Kw no llegó a alcanzar el 30%.

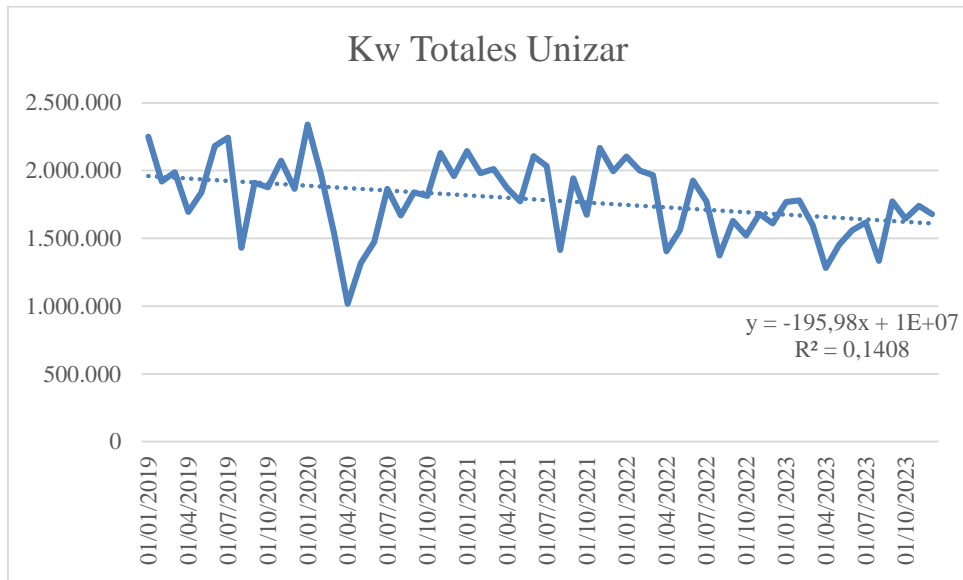
**Tabla 3.1.** Caída de consumo (Kw) y gasto (€) en abril de 2020 respecto al mes especificado, en %

	<b>Kw</b>	<b>Caída Kw (%)</b>	<b>€</b>	<b>Caída € (%)</b>
01/04/2019	1.669.573	39,58%	212.827,17 €	50,51%
01/03/2020	1.514.044	33,38%	181.969,72 €	42,12%
01/04/2021	1.855.994	45,65%	271.580,73 €	61,22%
01/04/2022	1.399.815	27,94%	429.949,20 €	75,50%
01/04/2023	1.278.876	21,13%	211.569,78 €	50,21%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

La Figura 3.4 trata de explicar la evolución del consumo con una relación polinómica. Se comprueba que la ecuación obtenida tiene una tendencia negativa. Sin embargo, vemos que el valor de coeficiente de determinación obtenido es muy bajo ( $R^2 = 0,1408$ ). Este valor, comprendido entre 0 y 1, nos indica qué proporción de la variable dependiente (y) es explicada por la variable independiente (x) en un modelo de regresión. En otras palabras, muestra lo bien que se ajusta el modelo a los datos. Es un valor bastante bajo, por lo que esta relación no es muy buena explicando la regresión, aunque la línea de tendencia sí que nos muestra un dato muy importante: que sigue una evolución negativa, lo que es beneficioso para el consumo de la electricidad de la universidad, que tanto por causas medioambientales como por causas económicas, siempre es bienvenido.

**Figura 3.4.** Evolución y tendencia del consumo total en Unizar Zaragoza (Kw), 2019-2023



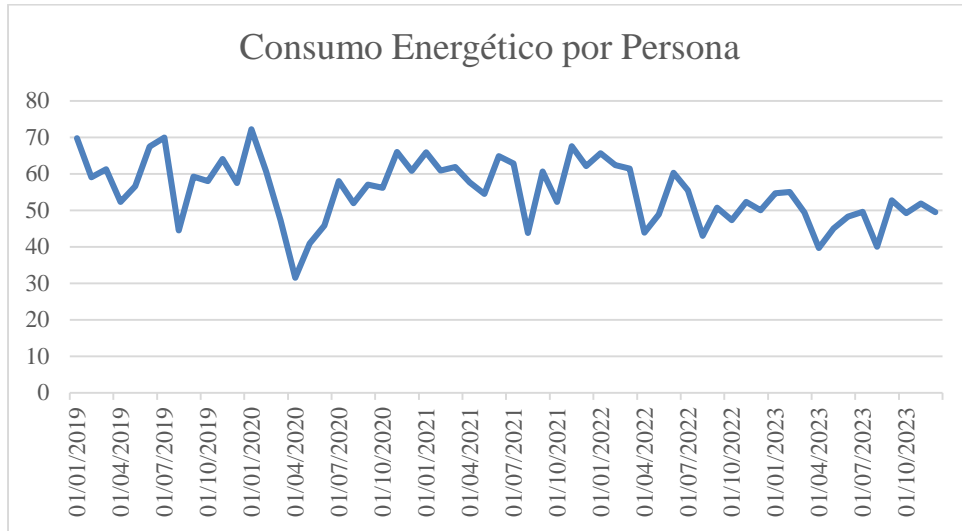
Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

Esta tendencia se produce sobre todo en los Kw consumidos más que en el gasto monetario. Se comprueba una tendencia paralela entre el gasto total y el precio estimado del Kw/h, con una notable subida que comienza a mediados de 2021 y dura todo el año 2022, lo que indica que es el precio el determinante de la tendencia, más que los Kw consumidos.

### 3.3 ANÁLISIS POR PERSONA

Para obtener los Kw consumidos por persona hemos agregado el conjunto de estudiantes, PDI y PAS de cada centro en la nueva variable “Personas”, obteniendo el número total en cada mes del periodo. Si observamos la tendencia de Kw/Persona en Unizar Zaragoza podemos decir que sigue un patrón lentamente decreciente muy similar al patrón de consumo de Kw.

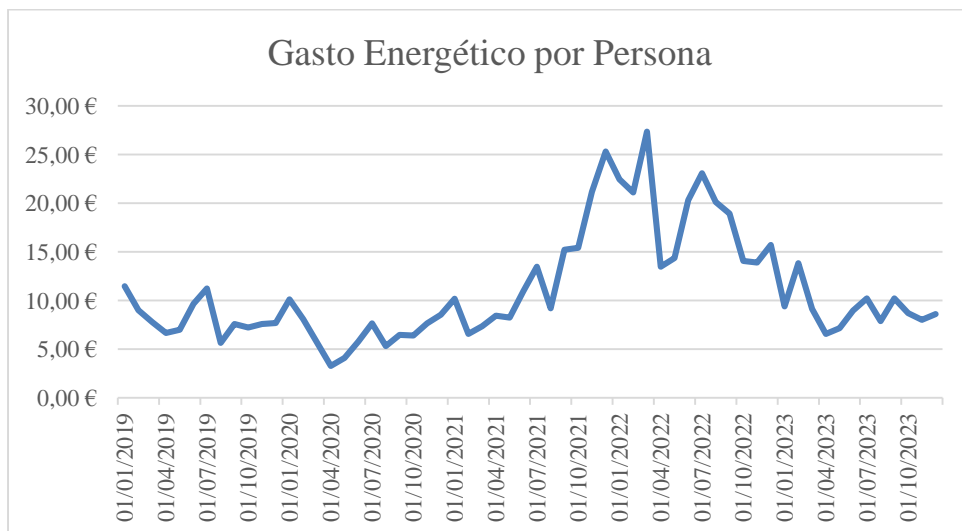
**Figura 3.5.** Evolución del consumo por persona en Unizar Zaragoza (Kw/Persona), 2019-2023



Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

Con los datos que poseemos, al analizar la evolución del consumo del gasto por persona en la Universidad de Zaragoza situada en los campus de Zaragoza, observamos también el mismo patrón de crecimientos y vuelta a la normalidad entre los años 2021 y 2023.

**Figura 3.6.** Evolución del gasto energético por persona en Unizar Zaragoza (€/Persona), 2019-2023

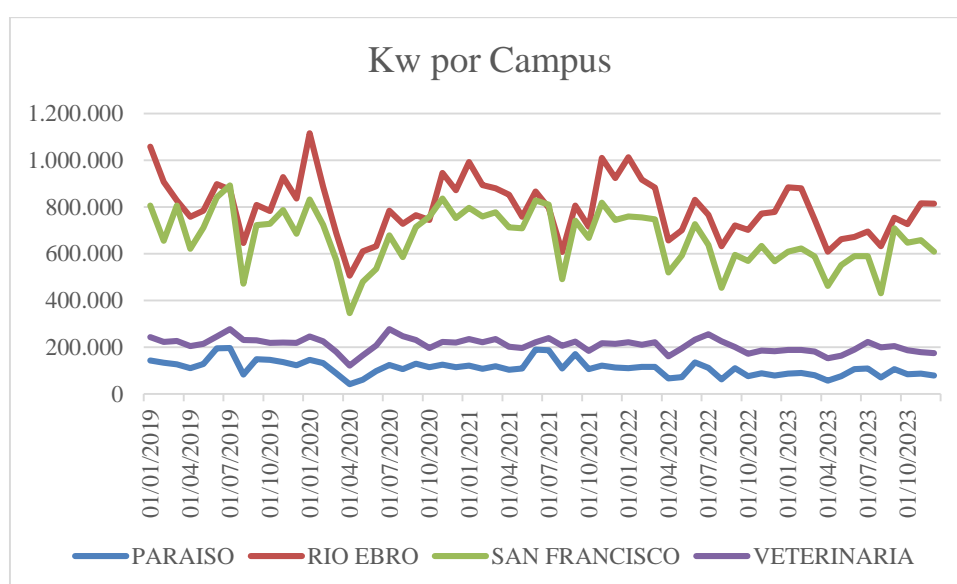


Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

### 3.4 ANÁLISIS POR CAMPUS

Si comparamos los Kw gastados en cada campus (ver anexo I), es bastante obvio que los campus de Río Ebro y San Francisco van a tener un gasto superior, ya que tienen más edificios, más gente y, en consecuencia, mayor consumo. Los campus de Veterinaria y Paraíso son más pequeños, por lo que su consumo es menor. Si los comparamos entre ellos es mayor el consumo de Veterinaria. La diferencia que se aprecia puede ser causada por el Hospital de Veterinaria, que necesita más electricidad para su mantenimiento.

**Figura 3.7.** Evolución del consumo por campus de Unizar Zaragoza en Kw, 2019-2023



Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

### 3.5 ANÁLISIS POR FACULTADES

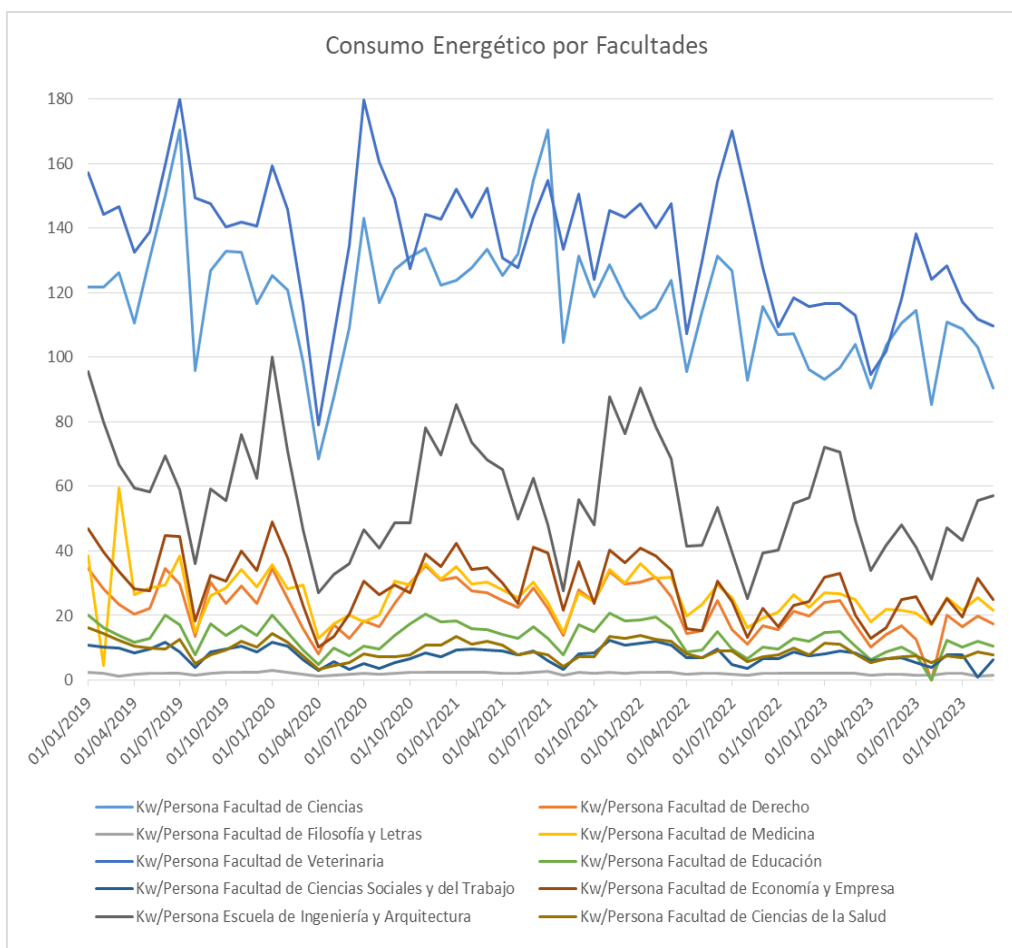
En este apartado desagregamos los datos respecto a facultades (ver anexo II), puesto que son las únicas para las que tenemos todos los datos. En el caso del Colegio Mayor Pedro Cerbuna, solo tenemos los datos del PAS, y no de los estudiantes que residen allí. Los datos disponibles presentan que la tendencia de Kw/persona de es muy variada en cada facultad. Se ha tomado la variable en términos relativos porque considerarla en términos agregados presentaba sesgo de mayor consumo en las facultades más grandes.

Para una mejor comprensión del análisis, es conveniente explicar que un centro agregado son varios edificios que quizás puedan estar conectados a diferentes contadores,

pero que aun así forman parte de la misma unidad académica. Por ejemplo, para la Facultad de Economía y Empresa diferenciamos el edificio del Campus Paraíso y el edificio del Campus Río Ebro (Lorenzo Normante), con diferentes contadores pero que pertenecen al mismo centro agregado.

Son la Facultad de Ciencias y la Facultad de Veterinaria las que mayor consumo por persona tienen, seguidas de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura. A excepción de la Facultad de Ciencias de la Salud, son las facultades de la rama científica las que más Kw por persona gastan; estos resultados concuerdan con los previamente nombrados en el contexto de la Universidad de Chulalongkorn y la Universidad de Jordania, que establecen que el consumo se redujo más en las ramas científicas, ya que son las que mayor consumo eléctrico tienen. Las restantes podríamos agruparlas como facultades de la rama de letras: la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Ciencias Sociales y del Trabajo y la Facultad de Educación que son las que menos gastan de esta rama. Esto, como ya hemos dicho anteriormente, se puede atribuir al mayor gasto que ocasionan los equipos específicos de las facultades.

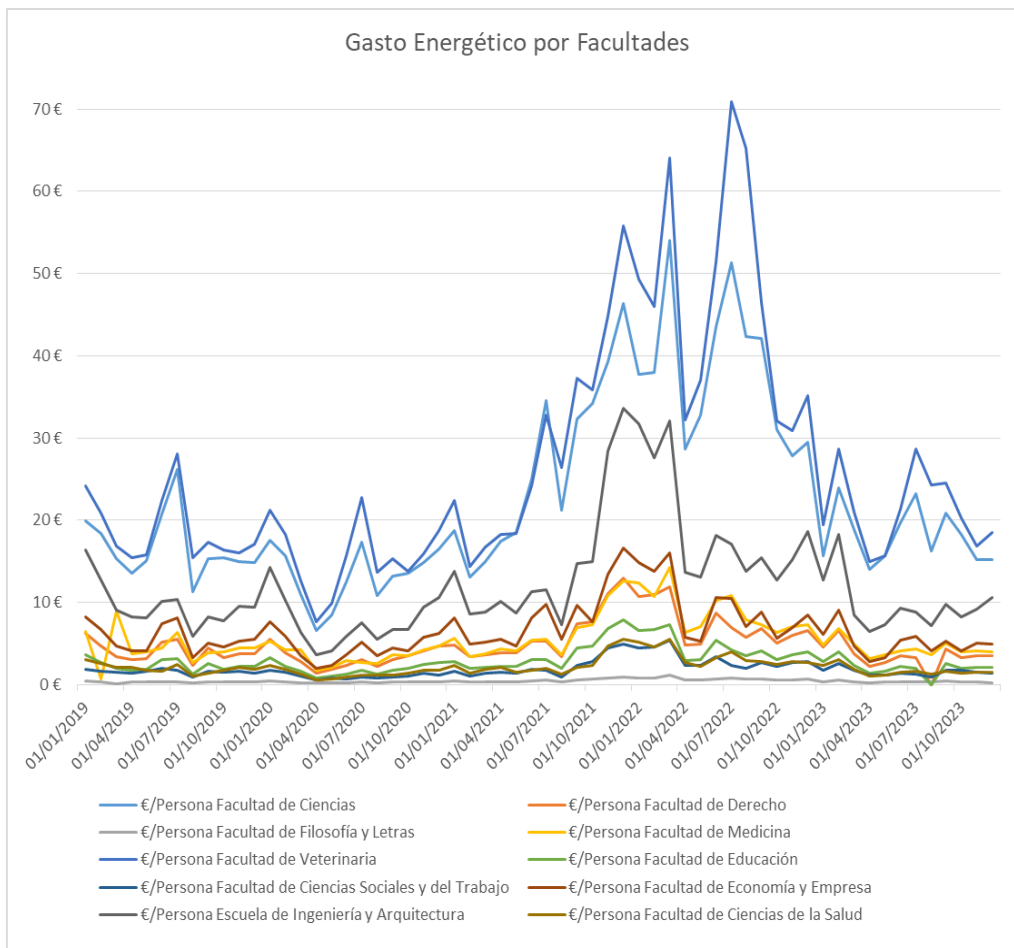
**Figura 3.8.** Evolución del consumo energético en cada facultad de Unizar Zaragoza (Kw/Persona), 2019-2023



Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

Si comparamos la evolución del dinero gastado por persona en cada facultad, los resultados son bastante similares, como es lógico. Son las mismas tres facultades de la rama de ciencias las que más gasto monetario tienen y la rama de letras tiene un menor gasto. Al igual que en la evolución del gasto monetario total de Unizar Zaragoza, ya sea durante todo el periodo como en cada año estudiado, observamos un notable aumento del gasto realizado que comienza en el año 2021, alcanzando su máximo durante en el año 2022 y que luego vuelve a recuperar sus valores normales en el año 2023.

**Figura 3.9.** Evolución del gasto energético en cada facultad de Unizar (€/Persona), 2019-2023



Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

## 4. COMPARACIÓN CON PANDEMIA

### 4.1 COMPARACIÓN ABRIL 2020 - AGOSTO

El principal objetivo de este Trabajo es analizar la eficacia de los parones energéticos llevados a cabo en Unizar Zaragoza durante el mes de agosto. Así pues, lo primero que hacemos es fijarnos en el consumo de los centros agregados, tomando un valor índice en el cual la Universidad de Zaragoza estuviese cerrada por completo y su consumo fuese mínimo; este valor será el de abril de 2020 y para comprobar la eficacia del cese eléctrico, se debe comparar con los datos de agosto de los años para los que tenemos datos.

**Tabla 4.1.** Comparación de abril 2020 con los cierres de agosto en Unizar Zaragoza

	<b>Kw</b>	<b>Índice abr20 = 100 (Kw)</b>	<b>€</b>	<b>Índice abr20 = 100 (€)</b>
01/08/2019	1.418.995	140,68%	180.653,81 €	171,51%
01/04/2020	1.008.673	100,00%	105.330,31 €	100,00%
01/08/2020	1.660.548	164,63%	169.840,62 €	161,25%
01/08/2021	1.410.924	139,88%	296.493,58 €	281,49%
01/08/2022	1.371.830	136,00%	641.811,79 €	609,33%
01/08/2023	1.289.293	127,82%	254.421,30 €	241,55%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

A priori, vemos que los parones en agosto cada vez se acercan más al índice de abril de 2020, lo que, como ya hemos dicho, suponemos que es el consumo nulo que se lleva a cabo con la universidad cerrada. Desde el año 2020 se ha seguido una tendencia decreciente, acercándose cada vez más a dicho valor de gasto mínimo. En el último año para el que tenemos datos (2023), la cifra fue un 27,82% más elevada, pero en comparación con 2020 o el periodo pre-pandemia (2019), es un valor aún más bajo, el mejor del periodo estudiado.

Sin embargo, si nos fijamos en el índice de abril de 2020 relativo al gasto, vemos que no sigue la misma evolución que el índice del consumo en Kw. Esto es debido principalmente a la evolución del precio de la electricidad explicada anteriormente.

## **4.2 COMPARACIÓN AGOSTO - OCTUBRE**

Vamos a proceder a hacer otra comparación, en este caso, tomando como valor índice un mes de referencia de consumo normal en la universidad, con los datos de agosto de cada año y de abril de 2020; ese mes de consumo normal va a ser octubre, ya que

todavía no se ha encendido la calefacción en la universidad, lo que elevaría el gasto. Es decir, ahora estamos estableciendo un índice 100 para octubre de su respectivo año y viendo cuánto por debajo de este dato de consumo “normal” se da en cada mes.

**Tabla 4.3.** Comparación los cierres de agosto y el cierre de abril con un mes de consumo normal (octubre) de su respectivo año.

	<b>Kw</b>	<b>Índice oct =100 (Kw)</b>	<b>€</b>	<b>Índice oct =100 (€)</b>
01/08/2019	1.418.995	76,71%	180.653,81 €	78,47%
01/04/2020	1.008.673	56,13%	105.330,31 €	51,46%
01/08/2020	1.660.548	92,40%	169.840,62 €	82,98%
01/08/2021	1.410.924	84,52%	296.493,58 €	60,18%
01/08/2022	1.371.830	90,39%	641.811,79 €	142,13%
01/08/2023	1.289.293	81,48%	254.421,30 €	90,92%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos procedentes de la Oficina Verde (Unizar)

La mayor diferencia se da en el mes de abril de 2020, que fue cuando el consumo fue realmente sólo el coste de mantenimiento (que no llega a ser nulo por las razones que hemos nombrado antes. La diferencia en el consumo en abril de 2020 es casi un 50% menor que en octubre de 2020, tanto en valores en Kw como en valores monetarios.

En la cifra relativa que obtenemos en la comparación del consumo de agosto de 2022 (mes de parón energético) con octubre del mismo año (mes de docencia normal), vemos que se reduce en un 10%. Sin embargo, si nos fijamos en el índice del gasto monetario, éste aumenta más de un 40%. Esto refleja que en agosto de 2022 sí que se produjo un descenso del consumo de Kw en la universidad, pero que en términos monetarios, el precio de la electricidad era casi un 50% mayor en agosto que octubre. De hecho, si lo comprobamos con los datos del precio del Kw que nos proporciona la Oficina

Verde, en octubre se pagó 0,30€/Kw, pero en agosto el precio fue de 0,47€/Kw, lo que corrobora la contradicción a que podrían llevar los resultados en términos de gasto.

Aun así, los parones realizados en agosto de cada año también se puede decir que se aprecia una reducción del consumo eléctrico; las cifras varían, pero rondan en torno a un 10% y 23% menos de consumo en Kw. Estas no siguen un claro patrón de descenso, sino que van variando y hay años en los que la reducción es mayor que otros. Aun con ello, podemos afirmar que en todos los años, el consumo en agosto es menor que en octubre del mismo año, por lo que los parones si son energéticamente eficientes en términos de consumo, aunque no tanto para los términos de gasto monetario por la distorsión de los precios.

En términos económicos, la evolución positiva en el ahorro de energía no es tan visible, porque hay años en los que el coste de la energía se eleva mucho. Es bastante destacable el caso del año 2022, en el que el consumo en agosto es un 10% menor que el de octubre de su mismo año, sin embargo, el gasto monetario es prácticamente un 40% más elevado.

## **5. CONCLUSIONES**

La principal finalidad de este Trabajo de Fin de Grado era evaluar la eficiencia del cierre anual que se da en agosto en la Universidad de Zaragoza. Con los datos analizados anteriormente, podemos concluir que estos parones energéticos sí que suponen una reducción en el consumo de la institución.

A partir de la pandemia, el consumo de Kw en agosto se ve reducido entre un 10% y un 23% si comparamos el mes con un mes de docencia normal, lo que significa que los cierres energéticos sí que dan resultados. En el cierre de abril de 2020 por la pandemia el descenso de consumo con respecto al mismo mes del periodo analizado fue entre el 21% y el 46%. Aunque ambos cierres no son de la misma magnitud, la reducción del consumo energético en el mes de agosto sigue una tendencia decreciente, es decir, vamos por buen camino en términos de eficiencia energética.

Las reducciones en Kw que se ven en este análisis tanto por los parones energéticos como por el parón forzoso a consecuencia de la pandemia no son observables en términos de gasto por la distorsión de precios causada por la guerra ruso-ucraniana, que ha afectado

al panorama europeo, introduciendo inestabilidad en todo el continente y alterando la visión de precios que teníamos. En el último año del periodo estudiado, hacia 2023, se comienza a apreciar la bajada de estos precios, por lo que esperamos que, cuando todo vuelva a la total normalidad, la reducción en el gasto desembolsado también sea palpable.

Se destaca también en este estudio las disparidades en el consumo de los diferentes edificios de la universidad, sobre todo si los evaluamos dependiendo de su rama de estudio, siendo las facultades de la rama de ciencias las que más consumen. Esto sigue el sentido de la lógica, ya que sus instalaciones necesitan un mayor consumo para mantenerse.

Podemos asegurar que la implantación de medidas en la Universidad de Zaragoza para impulsar el descenso del consumo y del gasto energético ha seguido un buen camino. Dentro de estas disposiciones encontramos la campaña de “Apaga y vámonos”, mediante la cual se trata de impulsar el uso responsable de la electricidad dentro de la universidad o la campaña de sensibilización para el ahorro de energía en ordenadores; ambas campañas han sido impulsadas por la Oficina Verde. También, desde la propia institución, algunas medidas como la instalación de placas fotovoltaicas o el estudiado cierre de la universidad en agosto, han propulsado la tendencia decreciente del uso de la energía.

Aunque aún podemos seguir mejorando, tanto la Universidad de Zaragoza con sus medidas y la Oficina Verde con sus campañas, están haciendo un buen trabajo en el desafío de reducir el consumo energético. También es necesario que los estudiantes se conciencien de la importancia de los pequeños actos como apagar la luz o poner el programa ECO en los electrodomésticos, para que no sólo se reduzca el consumo energético en la universidad, sino que también se impulse la concienciación de los hogares.

Con este trabajo se contribuye a favorecer los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 (Energía Asequible y No Contaminante), 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), 12 (Producción y Consumo Responsables) y 13 (Acción por el Clima). Pero el principal objetivo es ayudar a la Oficina Verde a que pueda guiarse en sus acciones y seguir impulsándole a que realice acciones ya que sí son eficientes energéticamente.

## BIBLIOGRAFÍA

Abu-Rayash, A., & Dincer, I. (2020). *Analysis of the electricity demand trends amidst the COVID-19 coronavirus pandemic*. *Energy Research & Social Science*, 68, 101682. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101682>

Andrei, P. C., Stanculescu, M., Andrei, H., Caciula, I., Diaconu, E., Bizon, N., Mazare, A. G., Ionescu, L. M., & Gaiceanu, M. (2022). *Comparative and Predictive Analysis of Electrical Consumption during Pre- and Pandemic Periods: Case Study for Romanian Universities*. *Sustainability*, 14(18), 11346. <https://doi.org/10.3390/su141811346>

Ayadi, O., Alnaser, S., Haj-ahmed, M., Khasawneh, H., Althaher, S., Alrbai, M., & Arabiat, M. (2023). *Impacts of COVID-19 on educational buildings energy consumption: Case study of the University of Jordan*. *Frontiers in Built Environment*, 9, 1212423. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1212423>

Bosisio, A., Soldan, F., Morotti, A., Iannarelli, G., Bionda, E., & Grillo, S. (2022). *Lessons learned from Milan electric power distribution networks data analysis during COVID-19 pandemic*. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 31, 100755. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2022.100755>

Chaloeytoy, K., Inkarojrit, V., & Thanachareonkit, A. (2022). *Electricity Consumption in Higher Education Buildings in Thailand during the COVID-19 Pandemic*. *Buildings*, 12(10), 1532. <https://doi.org/10.3390/buildings12101532>

CRUE-Sostenibilidad (2022). *Consumo de agua y energía en universidades españolas. Encuesta 2013-2020. Grupo de Trabajo en Mejoras Ambientales en Edificios Universitarios de CRUE-Sostenibilidad*. [https://www.crue.org/wp-content/uploads/2022/11/Consumo-de-Agua-y-Energia-en-Universidades-Espanolas\\_vf.pdf](https://www.crue.org/wp-content/uploads/2022/11/Consumo-de-Agua-y-Energia-en-Universidades-Espanolas_vf.pdf)

De la Corte Ibáñez, L. (2023). *Europa y la guerra de Ucrania*. *Global Affairs Journal*, 5, 22–25. *Universidad de Navarra*. <https://www.unav.edu/documents/16800098/43370817/europa-y-la-guerra-de-ucrania.pdf>

Santiago, I., Moreno-Munoz, A., Quintero-Jiménez, P., Garcia-Torres, F., & Gonzalez-Redondo, M. J. (2021). *Electricity demand during pandemic times: The case of the COVID-19 in Spain*. *Energy Policy*, 148(111964), 111964. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111964>

Torres, R., & Fernández, M. J. (2022). *El conflicto en Ucrania y la economía española*. *Funcas*. [https://www.funcas.es/wp-content/uploads/2022/03/CIE-287\\_Torres.pdf](https://www.funcas.es/wp-content/uploads/2022/03/CIE-287_Torres.pdf)

Universidad de Burgos. (2022). *Plan de ahorro energético de la Universidad de Burgos*. [https://www.ubu.es/sites/default/files/news/files/plan\\_ahorro\\_energetico\\_20-04-2022.pdf](https://www.ubu.es/sites/default/files/news/files/plan_ahorro_energetico_20-04-2022.pdf)

Universidad de Málaga. (2022). *Resolución del Rector de la Universidad de Málaga, por la que se adoptan medidas, instrucciones y órdenes de servicio en materia de ahorro energético en las instalaciones y equipos técnicos e informáticos de esta Universidad*. [https://www.uma.es/rector-uma/navegador\\_de\\_ficheros/Resoluciones-Rector/descargar/RESOLUCION%20RECTOR%20MEDIDAS%20DE%20AHORRO%20ENERGETICO.pdf](https://www.uma.es/rector-uma/navegador_de_ficheros/Resoluciones-Rector/descargar/RESOLUCION%20RECTOR%20MEDIDAS%20DE%20AHORRO%20ENERGETICO.pdf)

Universidad de Zaragoza. (2022). *Presupuesto 2023*. [https://www.unizar.es/sites/www/files/gobierno/presupuesto\\_uz/presupuesto\\_universidad\\_de\\_zaragoza\\_2023\\_web\\_jun23.pdf](https://www.unizar.es/sites/www/files/gobierno/presupuesto_uz/presupuesto_universidad_de_zaragoza_2023_web_jun23.pdf)

Universidad de Zaragoza. (2023). *Presupuesto 2024*. [https://www.unizar.es/sites/www/files/gobierno/presupuesto\\_uz/presupuesto\\_universidad\\_de\\_zaragoza\\_2024.pdf](https://www.unizar.es/sites/www/files/gobierno/presupuesto_uz/presupuesto_universidad_de_zaragoza_2024.pdf)

Universidad de Zaragoza. (2024). *Presupuesto 2025*. [https://www.unizar.es/sites/www/files/gobierno/presupuesto\\_uz/nuevopresupuesto2025.pdf](https://www.unizar.es/sites/www/files/gobierno/presupuesto_uz/nuevopresupuesto2025.pdf)

# ANEXOS

## ANEXO I: LISTADO DE EDIFICIOS

<b>Campus</b>	<b>Edificio</b>
Paraíso	Edificio Paraninfo
	Facultad de Economía y Empresa
Río Ebro	Edificio Torres Quevedo (EINA)
	Edificio Ada Byron (EINA)
	Lorenzo Normante (Facultad de Economía y
	Edificio Betancourt (EINA)
	Edificio CIRCE
	Institutos de Investigación, I+D Naves 1 a 4
San Francisco	Edificio Cervantes
	Biblioteca CAI
	Facultad de Ciencias de la Salud
	Facultad de Medicina
	C.M.U. Pedro Cerbuna
	Edificio de Físicas (F. de Ciencias)
	Edificio de Químicas (F. de Ciencias)
	Edificio de Información
	C.M.U. Santa Isabel
	Edificio de Geológicas (F. de Ciencias)
	Edificio de Matemáticas (F. de Ciencias)
	Servicio de Actividades Deportivas
	Unidad Técnica de Construcciones
	Interfacultades II
	Filosofía y letras Central (antiguo magisterio)
	Interfacultades - Rectorado
	Facultad de Educación
	Facultad de Derecho
	Facultad de Filosofía
	ICE
Residencia de Profesores	
Facultad de Ciencias Sociales	
UNIVERSA	
Veterinaria	Facultad de Veterinaria
	Hospital de Veterinaria

## **ANEXO II: LISTADO DE CENTROS**

- 100 - Facultad de Ciencias
- 102 - Facultad de Derecho
- 103 - Facultad de Filosofía y Letras
- 104 - Facultad de Medicina
- 105 - Facultad de Veterinaria
- 107 - Facultad de Educación
- 108 - Facultad de Ciencias Sociales y del Trabajo
- 109 - Facultad de Economía y Empresa
- 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
- 127 - Facultad de Ciencias de la Salud
- CERBUNA
- CIFICE
- CIRCE
- Institutos
- Interfacultades I y II
- Paraninfo
- PROFESORES
- SAD
- UNIVERSA
- UTC