



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

**Análisis de comportamiento energético eléctrico en  
edificios de la Universidad de Valladolid.**

**Autor:**

Llorente Pascual, Héctor

**Tutor:**

Zorita Lamadrid, Ángel Luis

Dpto. Ingeniería Eléctrica

**Valladolid 7 de Julio de 2020**



## Agradecimientos

Comenzar agradeciendo a mi tutor Ángel por el apoyo y la atención incondicional prestado, incluso cuando las condiciones se complicaron durante la cuarentena, no ceso la ayuda.

También agradecer a Sergio Lorenzo González González, coordinador de proyectos de Eficiencia Energética de la Oficina de Calidad Ambiental de la Universidad de Valladolid, sin él este trabajo no habría sido posible facilitando siempre todo el material y las herramientas disponibles.

Gracias a todos los profesoras y profesores que me han guiado hasta este momento, todos y cada uno de ellos han hecho posible este trabajo.

Gracias a mi familia y amigos por apoyarme durante toda mi trayectoria en la universidad, el apoyo y la confianza que me han brindado han hecho posible superar esta etapa de mi vida.

## Resumen

El siguiente trabajo tiene como finalidad realizar un estudio del consumo energético eléctrico en diversos edificios pertenecientes a la Universidad de Valladolid, España. A tal fin se procederá, en primer lugar, a efectuar una clasificación de los edificios objeto de estudio en función de su uso principalmente, en segundo lugar, a definir una serie de indicadores energéticos comunes a todos los edificios que permitan efectuar un análisis comparativo del consumo energético de los mismos. Con esta información se intentará detectar posibles comportamientos anómalos, analizar las posibles causas y llegado el caso, aplicar medidas de ahorro energético que permitan corregirlas, mejorando de esta forma la eficiencia en los edificios dependientes de la Universidad de Valladolid.

**Palabras clave:** Consumo Eléctrico, Eficiencia energética, Edificios públicos, Indicadores Energéticos, Ahorro energético.

## Abstract

The aim of this project is to study the electric consumption from several buildings from University of Valladolid in Spain. To achieve the main porpoise, a classification between the buildings is going to be done, secondly some energetic indicators are going to be use which are common in each building involved in the study and would help to make a comparative analysis. With all the information a research is going to be done to find unusual behaviours and if it is necessary possible solutions to encourage the energetic efficiency of the buildings.

**Key Words:** Electric consumption, energetic efficiency, Public buildings, Energetic Indicators, energy saving.

# INDICE GENERAL

<b>Índice de Tablas, Figuras y Gráficas .....</b>	<b>9</b>
Tablas.....	9
Figuras.....	10
Gráficas .....	11
<b>1. Justificación y Objetivos .....</b>	<b>17</b>
1.1 Justificación.....	17
1.2 Objetivos.....	18
1.3 Descripción de la memoria .....	20
<b>2. Eficiencia Energética.....</b>	<b>23</b>
2.1 Ventajas de una óptima eficiencia energética .....	23
2.1.1 Ventajas Económicas.....	23
2.1.2 Ventajas Estratégicas.....	24
2.1.3 Ventaja Medioambientales .....	25
2.2 Gestión de la eficiencia energética .....	26
2.3 Auditorías Energéticas.....	29
2.4 Indicadores Energéticos .....	32
2.4.1 Indicadores Energéticos que miden el consumo de energía .....	34
2.4.2 Indicadores Energéticos asociados al consumo energético .....	35
2.4.3 Indicadores Energéticos de emisión de gases de efecto invernadero .	37
2.4.5 Métodos de Obtención de Indicadores Energéticos .....	39
2.5 Certificaciones energéticas.....	41
2.5.1 Herramientas empleadas para las Certificaciones Energéticas .....	44
<b>3. Edificios Objeto de Estudio .....</b>	<b>51</b>
3.1 Edificios disponibles para el estudio .....	51
3.1.1 Campus universitario La Yutera en Palencia .....	52
3.1.2 Campus universitario Duques de Soria en la provincia de Soria .....	53
3.1.3 Campus universitario María Zambrano de Segovia.....	53
3.1.4 Campus universitario Miguel Delibes en Valladolid .....	54

3.1.5 Campus universitario Esgueva en Valladolid .....	55
3.1.6 Campus universitario situado en la avenida Salamanca en Valladolid	56
3.1.7 Otros edificios de la universidad de Valladolid .....	57
3.1.8 Colegios Mayores, residencias y Apartamentos .....	58
3.2 Clasificación de los Edificios .....	59
3.2.1 Departamental o Administrativo .....	59
3.2.2 Docencia.....	60
3.2.3 Aularios y bibliotecas.....	61
3.2.4 Laboratorios o Investigación .....	61
3.2.5 Residencial .....	62
<b>4. Análisis Comparativo .....</b>	<b>65</b>
4.1 Previo al análisis comparativo. ....	65
4.1.1 Factores que afectan al consumo energético .....	66
4.1.2 Estudio de los factores que condicionan el consumo en los edificios de la universidad.....	69
4.1.3 Indicadores Energéticos empleados en el estudio .....	72
.....	75
4.2 Herramientas empleadas durante el estudio.....	75
4.2.1 AutoCAD.....	75
4.2.2 Power Monitoring Expert. ....	80
4.3 Resultados.....	81
4.3.1 Departamental o Administrativo kWh/m <sup>2</sup> .....	82
4.3.2 Docencia kWh/m <sup>2</sup> .....	85
4.3.3 Aulario o Biblioteca kWh/m <sup>2</sup> .....	95
4.3.4 Laboratorio o Investigación kWh/m <sup>2</sup> .....	97
4.3.5 Residencial kWh/m <sup>2</sup> .....	100
4.3.6 kWh/Estudiante .....	102
4.4 Estudio de los resultados.....	103
4.4.1 Análisis de los resultados.....	103

4.4.2 Comparación de los Consumos y el número de estudiantes que pertenecen a cada edificio .....	121
4.4.3 Comparación entre el modelo de consumo de edificios históricos y edificios de última construcción .....	124
4.5 Conclusiones y Justificación de los Análisis.....	129
4.5.1 Edificios Departamentales o de Administración .....	129
4.5.2 Edificios de Docencia.....	132
4.5.3 Edificios Aularios o Bibliotecas .....	136
4.5.4 Edificios Laboratorios o de Investigación.....	137
4.5.5 Edificios Residenciales .....	139
4.5.6 Comparación entre los indicadores kWh/m <sup>2</sup> y kWh/Estudiante .....	140
4.5.6 Reducción del consumo a partir de los años 2012 y 2013 .....	141
4.6 Continuación del Estudio.....	146
<b>5 Estudio Económico .....</b>	<b>149</b>
5.1 Introducción.....	149
5.2 Costes Directos.....	150
5.2.1 Costes Directos de Personal .....	150
5.2.2 Costes Directos de Material .....	151
5.3 Costes Indirectos.....	153
5.4 Costes Totales .....	154
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>157</b>
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>161</b>





## Índice de Tablas, Figuras y Gráficas

### Tablas

**Tabla 2.4.3** Factor Mix 2018 de producción de CO<sub>2</sub> de algunas de las principales generadoras de electricidad en España, por el MITECO, (MITECO, 2019).

**Tabla 4.1.2-1** Condiciones de Temperatura en la provincia de Valladolid, España, extraído de guía de condiciones climática exteriores de proyectos, por IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2010).

**Tabla 4.1.2-2** Condiciones de Temperatura en la provincia de Palencia, España, extraído de guía de condiciones climática exteriores de proyectos, por IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2010).

**Tabla 4.1.2-3** Condiciones de Temperatura en la provincia de Soria, España, extraído de guía de condiciones climática exteriores de proyectos, por IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2010).

**Tabla 4.1.2-4** Condiciones de Temperatura en la provincia de Soria, España, extraído de guía de condiciones climática exteriores de proyectos, por IDEA (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2010).

**Tabla 4.1.3-1** Superficie útil de los edificios en estudio propiedad de la UVa.

**Tabla 4.1.3-2** Número de alumnos de algunos de los edificios de la Universidad de Valladolid.

**Tabla 4.5** Tendencias de Consumo en las Clasificaciones de los edificios en estudio de la Universidad de Valladolid.

**Tabla 5.2.1** Costes directos asociados a los diferentes profesionales involucrados en el proyecto.

**Tabla 5.2.2.1** Costes directos asociados a los diferentes materiales amortizables empleados.

**Tabla 6.2.2.2** Costes directos asociados a los diferentes materiales no amortizables empleados.

**Tabla 5.3** Costes Indirectos.

**Tabla 5.4** Costes Totales derivados de la realización del proyecto.

## **Figuras**

**Figura 2.5-1** *clasificación de las Escalas de eficiencia energética, del modelos de certificado de eficiencia energética en edificios, (Gobierno de España, 2013).*

**Figura 2.5-2** *Modelo de Etiqueta de calificación energética de un edificio, (Gobierno de España, 2013).*

**Figura 2.5.1-1** *Programa para certificaciones energéticas CE3X, extraída de Manual de uso de CE3X, (Gobierno de España, 2016).*

**Figura 2.5.1-2** *Programa para certificaciones energéticas CE3X, extraída de Manual de uso de CE3X, (Gobierno de España, 2016).*

**Figura 4.1.1.1** *Mapa de las zonas climática en España, extraído de Proyecto Sech-Spahousec, por el IDEA (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2011).*

**Figura 4.2.1-1** *Captura de Pantalla del Software de dibujo AutoCAD*

**Figura 4.2.1-2** *Captura de Pantalla del Software de dibujo AutoCAD, Función empleada AREA.*

**Figura 4.2.1-3** *Captura de Pantalla del Software de dibujo AutoCAD, donde el espacio en verde representa el espesor de algunas de las paredes exteriores e interiores del edificio que alberga la facultad de Derecho de la UVa.*

**Figura 4.2.2-1** *pantalla principal del software de monitorización Power Monitoring Expert de la UVa.*

**Figura 4.2.2-2** *pantalla del campus Esgueva del software de monitorización Power Monitoring Expert de la UVa.*

**Figura 4.5.6** *Temperatura Media y Número de Horas de Sol por ciudades y estaciones meteorológicas en Castilla y León.*

## Gráficas

**Gráfica 4.3.1-1** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> del edificio Vicerrector del Campus La Yutera, Palencia.

**Gráfica 4.3.1-2** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Casa del Estudiante.

**Gráfica 4.3.1-3** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Rector Tejerina.

**Gráfica 4.3.1-4** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Santa Cruz 5.

**Gráfica 4.3.1-5** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Palacio Santa Cruz.

**Gráfica 4.3.2-1** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Educación, La Yutera, Palencia.

**Gráfica 4.3.2-2** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Campus María Zambrano, Segovia.

**Gráfica 4.3.2-3** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio de Trabajo Social, La Yutera, Palencia.

**Gráfica 4.3.2-4** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Educación, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.2-5** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> del Edificio Tecnologías de la información y las telecomunicaciones, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.2-6** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> del Centro de Idiomas, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.2-7** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Campus Duques de Soria, Soria.

**Gráfica 4.3.2-8** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de ingenierías, Sede Paseo del Cauce.

**Gráfica 4.3.2-9** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Económicas y Empresariales.

**Gráfica 4.3.2-10** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Comercio.

**Gráfica 4.3.2-11** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Filosofía y Letras.

**Gráfica 4.3.2-12** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Ciencias de la Salud.

**Gráfica 4.3.2-13** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías sede Mendizábal.

**Gráfica 4.3.2-14** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Arquitectura.

**Gráfica 4.3.2-15** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Agraria, La Yutera, Palencia.

**Gráfica 4.3.2-16** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Derecho.

**Gráfica 4.3.2-17** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de la Facultad de Ciencias, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.3-1** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Aulario y Enología, Campus La Yutera, Palencia.

**Gráfica 4.3.3-2** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Aulario Facultad de Ciencias, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.3-3** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Aulario Campus Esgueva.

**Gráfica 4.3.3-4** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Aulario Biblioteca, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.4-1** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Naves de Investigación, Campus la Yutera, Palencia.

**Gráfica 4.3.4-2** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Uvainnova, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.4-3** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Quifima, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.4-4** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio IOBA, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.4-5** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio LUCIA, Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.3.4-6** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio IBGM.

**Gráfica 4.3.5-1** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Residencia Universitaria Alfonso VIII.

**Gráfica 4.3.5-2** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Residencia Universitaria Santa Cruz Masculino.

**Gráfica 4.3.5-3** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Residencia Universitaria Santa Cruz Femenino.

**Gráfica 4.3.5-4** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Apartamentos Cardenal Mendoza.

**Gráfica 4.3.6** Consumo en kWh/Estudiante de alguno de los edificios en estudio.

**Gráfica 4.4.1-1** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en estudio.

**Gráfica 4.4.1-2** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual de los edificios en sus diferentes categorías.

**Gráfica 4.4.1-3** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Departamental o Administrativo.

**Gráfica 4.4.1-4** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Docencia.

**Gráfica 4.4.1-5** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el Campus La Yutera.

**Gráfica 4.4.1-6** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.4.1-7** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el Campus Miguel Delibes.

**Gráfica 4.4.1-8** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el Campus Esgueva.

**Gráfica 4.4.1-9** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el campus en la avenida Salamanca.

**Gráfica 4.4.1-10** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> en el Campus Duques de Soria.

**Gráfica 4.4.1-11** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> en el Campus María Zambrano.

**Gráfica 4.4.1-12** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Aularios o Bibliotecas.

**Gráfica 4.4.1-13** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Laboratorio o Investigación.

**Gráfica 4.4.1-14** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Residencial.

**Gráfica 4.4.2** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> y kWh/Persona de alguno de los edificios en estudio.

**Gráfica 4.4.4-1** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de alguno de los edificios en estudio en la clasificación de Departamental o Administrativo.

**Gráfica 4.4.4-2** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de alguno de los edificios en estudio en la clasificación de Docencia.

**Gráfica 4.4.4-3** Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de alguno de los edificios en estudio en la clasificación de Aularios o Bibliotecas.





---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

# **JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**





## **1. Justificación y Objetivos**

### **1.1 Justificación**

La eficiencia energética es un aspecto esencial para un futuro sostenible, y una de las formas más efectivas ante la seguridad del abastecimiento energético y la disminución de gases de efecto invernadero. La eficiencia energética cobra tanta importancia que en 2012 la Unión Europea redacta una directiva por la cual establece una meta de un veinte por ciento de eficiencia energética para el año 2020, en esta directiva la Unión Europea busca una mayor independencia energética reduciendo la cantidad de energía demandada por los miembros de la unión, así como una disminución de las causas que afectan al calentamiento global.

Adoptar una política de eficiencia energética es en la actualidad un aspecto indispensable para gestionar de forma sostenible y optimizar los recursos en cualquier sociedad industrial. Se entiende eficiencia energética como la relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía y el gasto de energía (Boletín Oficial del Estado, 2016).

Cada año la demanda de energía eléctrica a nivel mundial aumenta debido a la evolución de la sociedad y a los países en vía de desarrollo. Con el crecimiento de la demanda eléctrica también aumenta la preocupación por el medio ambiente, como el caso de los gases de efecto invernadero provocado por los sistemas de generación y explotación de fuentes de energía. En este caso la eficiencia energética cobra una importancia notable, pues al reducir la cantidad de energía demandada se reduce la cantidad de gases de efecto invernadero que son producidos.

Por lo tanto, el Sistema eléctrico tiene que lidiar con todos estos aspectos, la calidad y seguridad del suministro, el medio ambiente o la disponibilidad de fuentes de energía, por lo que una política que gestione correctamente la eficiencia energética es fundamental, que promueva el uso responsable de los recursos facilitando a las personas el acceso necesario para alcanzar un mayor nivel global de eficiencia energética en el propio sistema.

En este campo se enmarca el siguiente estudio, en la búsqueda de la eficiencia energética, la actitud de la sociedad frente a la gestión de los recursos afectará a la economía mundial y al medio ambiente, por lo que es necesario invertir y concienciar en el uso responsable de los recursos.

## **1.2 Objetivos**

Los edificios pertenecientes a una institución dedicada a la docencia como puede ser una universidad suponen un consumo de energía eléctrica muy elevado, la necesidad de un uso intensivo durante todo el periodo lectivo junto con los usos específicos de algunas de las competencias de la universidad hacen de estos edificios unos grandes consumidores. Debido a esto, es necesario conocer que edificios tienen un mayor consumo en comparación con el resto.

Por lo tanto, este trabajo estará compuesto de una serie de pequeños objetivos que juntos nos permitirá lograr el objetivo principal, a continuación, se exponen los objetivos menores.

Para comenzar, será de vital importancia el estudio de la eficiencia energética para poder aplicar esta al ámbito de los consumos energéticos en edificios, y por lo tanto también será necesario un análisis de la gestión de los edificios sobre los que se aplican políticas de eficiencia energética, por último, será

necesario comprender las herramientas que nos permiten evaluar la eficiencia energética de un edificio, así como otorgar una certificación de la eficiencia del propio edificio.

El siguiente objetivo es el estudio y la comprensión de los Indicadores Energéticos como la principal herramienta que nos permitirá realizar el estudio de los consumos, así como asociar dichos consumos a factores clave que nos permitan comparar el comportamiento entre edificios.

A continuación, será necesario un análisis de los edificios para completar el siguiente objetivo, dicho análisis nos permitirá comprender y clasificar los edificios de forma que el estudio de los consumos de estos sea mucho más consistente.

Finalmente, y habiendo cumplido los objetivos más pequeños, seremos capaces de llegar al objetivo principal del trabajo, dicho objetivo será el análisis del comportamiento del consumo de los edificios, Con esta información se intentará detectar posibles comportamientos anómalos, analizar las posibles causas y llegado el caso, aplicar medidas de ahorro energético que permitan corregirlas, mejorando de esta forma la eficiencia en los edificios dependientes de la Universidad de Valladolid.

### ***1.3 Descripción de la memoria***

La memoria dispondrá de varios capítulos que recojan los diferentes aspectos de este estudio, empezando por un análisis y una búsqueda bibliográfica sobre la eficiencia energética, donde se tratarán diversos temas como las diferentes certificaciones a las que puede acceder un edificio. Sobre Indicadores Energéticos, un análisis y estudio sobre que son y que interés tienen en este estudio, además de especificar cuales se van a utilizar en este estudio. Se describirán todos los edificios de los que se dispone información para el estudio y una breve descripción de cada uno para que más tarde se pueda establecer una clasificación de estos. Mas adelante se realizará el propio análisis comparativo y los resultados que se hayan establecido, terminando con las conclusiones del trabajo y un estudio económico de todo el proyecto.



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

# **EFICIENCIA ENERGÉTICA**



## ***2. Eficiencia Energética***

### ***2.1 Ventajas de una óptima eficiencia energética***

Este trabajo busca realizar un estudio del consumo energético en edificios de una universidad, el estudio surge como una iniciativa que busca promover la eficiencia energética no solo en el sector de la universidad, sino que pretende extenderlo a todos los ámbitos posibles con la finalidad de generar una conciencia que realice un uso responsable de los recursos, y es que la eficiencia energética representa numerosas ventajas en el sector en el que se aplique, eficiencia energética se entiende como el uso responsable de la energía en el que se utiliza la cantidad de energía mínima para realizar una acción. Las ventajas de la eficiencia energética van más allá de la reducción del impacto medioambiental, supone un gran ahorro económico además de una ventaja estratégica en muchos aspectos, en los demás apartados de este punto se desglosan las ventajas además de profundizar más en cada una.

#### ***2.1.1 Ventajas Económicas***

En este apartado se expondrán las ventajas que supone la eficiencia energética desde el punto de vista económico. No es de extrañar que el aspecto económico sea uno de los más importantes sobre todo en el sector privado, la búsqueda del beneficio o la rentabilidad de la entidad es una de las principales razones de la existencia de la misma entidad, pues un negocio que no produce beneficios económicos, en extrañas ocasiones continua en funcionamiento.

Para comenzar, el ahorro en la factura desde la implementación de la eficiencia energética será uno de los mayores incentivos, debido a que es una ventaja a corto plazo y que es un ahorro directo pudiendo llegar a suponer mucho dinero

en entidades grandes, donde una ligera eficiencia energética puede suponer muchísima cantidad de energía y por lo tanto un ahorro grande del gasto destinado a la energía por parte de la entidad.

La siguiente ventaja está relacionada con la anterior en cuanto que un ahorro en la partida destinada al gasto energético supone que se pueden destinar más fondos a otros sectores de la empresa, ayudando a modernizarla con la obtención de equipos nuevos generando de esta manera una empresa más competitiva pudiendo desembocar por tanto en un mayor beneficio económico. Continuando con el ahorro energético, una menor necesidad energética supondría una reducción de la potencia contratada requerida por la entidad a la compañía comercializadora, lo que supone una reducción considerable en el coste del término fijo de la factura eléctrica.

Por último, la implementación de equipos más eficientes conlleva una reducción en el mantenimiento de esos mismos equipos, lo que no solo facilita el trabajo del personal de mantenimiento, sino que además reduciría la partida de la empresa destinada a labores de mantenimiento.

### ***2.1.2 Ventajas Estratégicas***

Las empresas no solo se centran en la rentabilidad económica, también buscan poder dar un servicio competitivo, generando una cartera de clientes y de esta manera su hueco en el mercado, lo que lleva consigo una reputación y un valor añadido a la empresa. Pues bien, en este apartado nos centraremos en las ventajas que otorga la eficiencia energética en el ámbito estratégico que desemboque en una entidad más competitiva. Para comenzar, como hemos mencionado con anterioridad, en la última década la preocupación por el medioambiente se ha convertido en uno de los puntos más importantes de la



sociedad, ello conlleva a las entidades públicas y a los gobiernos a tomar medidas para obligar a las empresas a cumplir ciertos niveles de eficiencia energética, generando leyes que beneficien a las entidades que cumplen los niveles requeridos, de esta manera una empresa que dispone de un nivel de eficiencia energética notable dispondrá no solo de beneficios por parte de la administración pública, sino que también se le otorgarán más facilidades lo que implicará una ventaja competitiva a las entidades más eficientes frente a las que no inviertan en mejorar su eficiencia. Continuando en la misma línea, la legislación frente al cambio climático es cada vez más severa, y conforme avanza la sociedad cada vez se endurecen más las medidas, lo que significa que una inversión por parte de la entidad supondrá que estará preparada para futuras legislaciones más restrictivas.

El siguiente aspecto viene relacionado con la necesidad de la entidad de generarse un hueco en el mercado, y es que la eficiencia energética se ha convertido no solo en una ventaja económica o administrativa, sino que es también una mejora de la imagen de la empresa, un elemento que consigue que la empresa sea más atractiva para los consumidores al considerarla una entidad más moderna sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

### ***2.1.3 Ventaja Medioambientales***

Como hemos venido adelantando, la preocupación por el medioambiente es cada vez más importante, la emisión de gases de efecto invernadero, la explotación de recursos que afectan a los ecosistemas o la producción de desechos que no se pueden eliminar a corto plazo, por todos estos aspectos cada vez cobra mayor importancia el concepto de Sostenibilidad, este concepto describe un sistema en el que su estructura de funcionamiento puede perdurar

en el tiempo indefinidamente, donde los recursos se reponen con el paso del tiempo. Para llegar a alcanzar un nivel alto de sostenibilidad es necesario tomar muchas medidas, pero una de las más importantes es la reducción de los recursos necesarios, es decir, la búsqueda de una mayor eficiencia energética, donde una entidad solo consume los recursos estrictamente necesarios para su funcionamiento. Debido a todos estos motivos las ventajas de la eficiencia energética para una entidad son notables, para comenzar, al reducir la cantidad de recursos que demanda, reducirá el impacto medioambiental que conlleva la producción de esos recursos, en el caso de la energía eléctrica, la reducción de la demanda de electricidad conlleva con ello una reducción de la producción de los gases de efecto invernadero que esa electricidad lleva asociada. Para continuar, si la empresa reduce su demanda energética de combustibles fósiles también se reduce el impacto que estos producen, no solo de la emisión de gases de efecto invernadero, sino que también se reduce el impacto medioambiental que se lleva a cabo en el proceso de obtención de estos.

## ***2.2 Gestión de la eficiencia energética***

Todas las ventajas mencionadas en el punto anterior justifican que muchas entidades inviertan en mejorar su nivel de eficiencia energética, en este punto destacan las empresas que realizan auditorías energéticas, las cuales evalúan una entidad y le otorgan una certificación energética donde se especifica el nivel de eficiencia energética de la entidad, gracias a esto cada vez es más accesible la mejora de la eficiencia energética, pero en este trabajo todos los edificios objeto de estudio son edificios de gestión pública, lo que conlleva unos inconvenientes añadidos que no están presentes en los edificios privados.

La Gestión de edificios públicos está desglosada en partes que abarquen las diferentes competencias que disponga el o los edificios, de la misma manera la gestión de los gastos que supone el funcionamiento del edificio también suele estar desglosado, lo que supone que los gastos suelen estar separados de las causas que lo generan, es por esta razón que en el sector público existe un potencial de ahorro energético muy grande que en pocos casos se lleva a cabo, la falta de una gerencia concreta, la complicación que traen los aspectos burocráticos, la falta de recursos o la inmensa cantidad de diferentes entidades dentro del sector público generan que muchas veces sea casi imposible aplicar una política de eficiencia energética en edificios de índole público.

Por todos estos aspectos es fundamental establecer unos puntos a cumplir que sirvan como base para construir un sistema que garantice que se alcanzan los objetivos establecidos en edificios públicos.

**Gerencia** Es importante un compromiso ante la eficiencia energética, la gerencia debe garantizar los medios y herramientas para que el trabajo se desarrolle de manera correcta, además debe dar ejemplo cumpliendo las políticas establecidas y por último es fundamental establecer un equipo que se encargue de la administración y mantener una línea de comunicación fuerte. (Mitre, 2017)

**Equipo Administrador Energético** es un papel fundamental para la gestión adecuada, esta entidad debe asegurarse reportar a la gerencia periódicamente sobre el consumo energético, equipos necesarios para el correcto funcionamiento o anomalías en el funcionamiento, será crucial instruir al personal necesario sobre ahorro y eficiencia energética, también serán los encargados de elaborar las políticas de eficiencia y ahorro, y por

último revisar periódicamente los objetivos a cumplir y actualizarlos además de revisar y ejecutar las medidas adoptadas. (Mitre, 2017)

**Objetivos y Planificación** este punto es especialmente importante para llegar a cumplir de manera correcta unos objetivos concretos y específicos, por lo que será crucial especificar cuáles serán los objetivos a seguir, planificar los pasos, procedimientos y medidas tomadas, elegir una línea base de consumo esperado en la institución y por último elaborar índices de eficiencia mínima de los equipos. (Mitre, 2017)

**Políticas de ahorro y eficiencia energética** las políticas establecidas se deben cumplir por el personal de la institución, las políticas se crean en forma de índices mínimos de eficiencia energética e indicadores de desempeño energético que la institución pretende lograr, también es importante que las políticas especifiquen las funciones de los departamentos involucrados y especificar una estructura de trabajo entre los departamentos. (Mitre, 2017)

Todos los puntos antes mencionados ayudarán en gran medida a obtener un buen nivel de eficiencia energética en instituciones públicas, no obstante, la gerencia necesitará saber en primera instancia cual es el estado de las instalaciones, así como los puntos donde actuar para que las mejoras sean lo más efectivas posibles, para llevar a cabo estas tareas será fundamental la realización de una auditoria energética realizada por un profesional. El siguiente paso a realizar por la gerencia será la búsqueda de unos indicadores energéticos, los cuales permitirán identificar si las mejoras realizadas han logrado el objetivo que se buscaba.

## 2.3 Auditorías Energéticas

Como hemos venido adelantando, establecer políticas de eficiencia energética es una de las herramientas más fuertes contra el cambio climático y la optimización de los recursos, pero para llevar a cabo políticas de eficiencia energética es necesario saber la situación de los edificios sobre los que se van a actuar, es necesario establecer un procedimiento estandarizado que otorgue una categorización del nivel que posee el edificio de eficiencia, es aquí donde entran en acción las auditorías energéticas, estas auditorías son cualquier procedimiento sistemático destinado a obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía existente de un edificio o grupo de edificios, de una instalación u operación industrial o comercial, o de un servicio privado o público, así como para determinar y cuantificar las posibilidades de ahorro de energía a un coste eficiente e informar al respecto. En el caso del transporte, la auditoría energética sólo se referirá al transporte vinculado a la actividad de la empresa. (Boletín Oficial del Estado, 2016)

Ahora queda describir cual es el objetivo de las auditorías energéticas, ¿qué se pretende conseguir al realizar una auditoría energética en una institución?, pues bien, una auditoría energética nos permite:

- Obtener datos sobre consumos, costos de energía y producción, para mejorar el entendimiento de los factores que contribuyen a la variación de los índices energéticos.
- Obtener los balances energéticos de las instalaciones consumidoras de energía.
- Identificar las áreas de oportunidad que ofrece potencial de ahorro de energía.

- Determinar y evaluar económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables y las medidas técnicamente aplicables para lograrlo.

(Roberto Gómez Girini, 2012)

Lo siguiente será una posible metodología que pudiera llevar a cabo una auditoria energética, se describirá de forma genérica y que pueda englobar todos los aspectos comunes a todos los casos. En este caso se va a separar en diferentes etapas, esta metodología se ha extraído del informe “Metodologías para Auditorias Energéticas en edificios” de Roberto Gómez Girini. (Roberto Gómez Girini, 2012)

**Primera etapa**, Recolección de datos y planificación de la auditoría, en esta etapa se reunirá toda la información disponible sobre el edificio, tanto de los aspectos constructivos como de los sistemas energéticos, también se planeará las acciones a llevar durante la auditoría.

En esta etapa podemos desglosar los siguientes puntos:

- Entrevista con los responsables del edificio y recolección de información relacionada con el edificio.
- Planificación de la auditoria.
- Inspección visual del edificio.
- Simulación del comportamiento energético.
- Cuestionarios a los usuarios del edificio y al personal de mantenimiento.
- Realizar un Informe preliminar.

**Segunda Etapa**, tomar medidas experimentales, se tomarán este tipo de medidas en función de los datos obtenidos en la etapa anterior.

**Tercera Etapa**, Diagnosticar la situación del edificio, con los resultados de la etapa anterior y la información de la primera etapa se realizarán los cálculos necesarios para obtener los valores finales que buscamos, debemos

comprobar que los resultados estén dentro de la normativa vigente, por lo que será crucial tener en cuenta las normas antes de esta etapa.

**Cuarta Etapa**, análisis para la mejora del comportamiento del edificio, los auditores establecerán una serie de medidas para corregir el comportamiento inadecuado del edificio, se debe adjuntar un estudio sobre la viabilidad económica y medioambiental, en esta fase podemos dividirla en varios puntos:

- Análisis para mejorar el comportamiento del edificio.
- Viabilidad de las mejoras.

**Quinta etapa**, Resultados finales, esta última etapa del informe consiste en realizar y construir el informe final con todas las conclusiones.

Si bien queda claro que las auditorías energéticas nos permiten establecer el nivel de eficiencia de un edificio, queda destacar las herramientas que nos permiten evaluar al edificio. En este apartado cobran importancia los Indicadores Energéticos, estos indicadores nos permitirán establecer el consumo de energía de cada edificio, asociando el consumo a un parámetro, de manera que se puedan relacionar consumos entre edificios de tipologías diferentes o compararlo con alguna referencia, pudiendo establecer una referencia de eficiencia energética a la que debe llegar cada edificio. La importancia de los Indicadores Energéticos reside en que cuantificar la energía que un edificio necesita para su funcionamiento depende de muchos factores diferentes, por lo que es necesario acotar los consumos y relacionarlos para poder comprenderlos y trabajar con ellos. No obstante, se profundizará más en este concepto en el siguiente punto de este mismo trabajo.

## 2.4 Indicadores Energéticos

Para poder realizar un estudio de los consumos energéticos de un edificio surge la necesidad de obtener un parámetro que nos permita analizar el consumo de energía, es aquí donde surge el Indicador Energético como principal herramienta para el estudio del consumo, de esta manera podemos definir el **Indicador Energético** como un valor cuantitativo que nos proporciona información sobre el consumo de energía de una entidad.

Si bien un indicador energético nos aporta información sobre el uso de energía o recurso del que disponga cada objeto de estudio, no podemos relacionar ese indicador entre diferentes objetos de estudio, si no que será necesario establecer una relación entre los indicadores y factores comunes a los objetos de estudio, siendo estos factores causas que condicionen el propio consumo de energía o recurso que está en estudio, de esta manera obtendremos un nuevo indicador, también cabe destacar que los factores para ser relacionados deben tomarse bajo las mismas consideraciones, como por ejemplo datos cuantitativos tomados en intervalos de tiempo regulares e iguales, siendo el tiempo el factor antes mencionado.

Para aclarar la consideración antes descrita se expone un ejemplo sencillo, situémonos en el caso de que se dispongan de tres comercios diferentes que realizan un servicio parecido, por ejemplo, tres lavanderías, el tamaño de cada una es muy diferente de las otras dos, y del mismo modo la afluencia de clientes también varía entre las tres, ¿cómo podemos establecer cuál de las tres lavanderías realiza la mejor gestión de sus recursos?

Pues bien primero establecemos un indicador que nos aporte información sobre la cantidad de uno de los recursos que consumen, por ejemplo el agua que consume cada lavandería en  $m^3$ , pues si bien este indicador nos informa de



la cantidad de agua consumida por cada comercio, si no se establece un factor que los relacione no se pueden comparar, de este modo si establecemos un intervalo de tiempo igual para los tres comercios, nos permite relacionar la cantidad de agua consumida entre los comercios en un intervalo de tiempo, entonces el indicador sería  $m^3/\text{intervalo de tiempo}$ , pero no es significativo para resolver la premisa antes propuesta, pues solo nos indica la cantidad de recurso consumido por cada una sin aclarar si se ha realizado una buena gestión de ese recurso.

Pues bien, ahora buscamos otro indicador energético que nos indique el número de lavados realizado por cada cantidad de agua expresada por el primer indicador, ahora relacionamos ambos indicadores, de manera que obtenemos otro indicador que nos establece la cantidad de agua usada por cada lavado en cada una de las lavanderías,  $m^3/\text{lavado}$ , entonces sí que podemos comparar los tres comercios y establecer que lavandería realiza una gestión más eficiente del agua, siendo la más eficiente la que menos agua consume por cada lavado.

Como podemos observar, los indicadores por separado a pesar de que nos aportaban información sobre los recursos que demandaba cada comercio, no nos permitía relacionar el uso de los recursos entre los comercios, y de la misma manera una relación errónea de indicadores no nos ayudará a resolver nuestro problema, pero utilizados de manera correcta puede ser la mejor herramienta para llevar a cabo un análisis comparativo.

Con todo esto podemos establecer una metodología única para utilizar los Indicadores Energéticos como herramientas de un Análisis comparativo, y de manera que podamos establecer esta metodología en el estudio que estamos tratando.

### Metodología:

- Establecer la premisa que queremos resolver con el análisis comparativo.
- Escoger un indicador energético que nos informe sobre el consumo de la energía o recurso que estamos considerando.
- Establecer uno o varios factores comunes que se puedan extender a todos los objetos de estudio.
- Obtener un nuevo indicador energético de la relación del primer indicador y del o de los factores escogidos.
- Comprobar que el nuevo indicador energético obtenido nos permita resolver la premisa que hemos establecido, y en caso negativo, repetir el procedimiento.

#### *2.4.1 Indicadores Energéticos que miden el consumo de energía*

Para comenzar necesitamos establecer unos indicadores que nos informen sobre la cantidad de energía consumida por el edificio, este indicador independientemente de los factores que afecten al edificio nos informa con un valor cuantitativo de la cantidad de energía. A continuación, se exponen los indicadores de energía consumida más utilizados en los edificios, y más concretamente en los edificios de índole públicos:

**kWh Eléctrico:** En este estudio será uno de los más representativos, debido a que se centra en el consumo energético eléctrico, este indicador energético es el más utilizado por las comercializadoras de electricidad como medida del consumo, un kWh equivale a  $3.6 \cdot 10^6$  Julios. Este indicador nos informará de todos los consumo de electricidad, iluminación, equipos informáticos, equipos de refrigeración o fuerza en

caso de ser una industria, los consumos de electricidad asociados a la producción de calor también se tendrán en cuenta, a pesar de que el siguiente indicador energético esté relacionado con el acondicionamiento térmico.

**kWh Térmico:** Como se ha mencionado con anterioridad, este es un estudio puramente del consumo eléctrico, pero para la comprensión del concepto de Indicador Energético es necesario su mención. Este indicador hace referencia al consumo de energía para el acondicionamiento térmico de calefacción, esta energía se presenta en forma de combustibles como el gas, Diesel, biomasa, etc.

#### *2.4.2 Indicadores Energéticos asociados al consumo energético*

Estos indicadores son resultado de relacionar un primer indicador y un factor que afecte a dicho indicador, los siguientes indicadores nos permitirán establecer una comparación entre edificios que compartan el indicador propuesto, un ejemplo que veremos más adelante sería **kWh/m<sup>2</sup>**.

A continuación, se describen los factores que más pueden afectar al consumo en el objeto de estudio de este trabajo, los edificios pertenecientes a una universidad.

**kWh por Metros Cuadrados:** Este factor relaciona el consumo de energía con la superficie del edificio sobre el que se está realizando el estudio, de manera que una mayor superficie demande una mayor cantidad de energía.

En este factor surge la necesidad de diferenciar entre superficie útil, y superficie construida, la superficie útil se considera la que se puede aprovechar dentro del edificio, la superficie construida es la que abarca

toda la propiedad de dicho edificio incluyendo superficies que pueden no interesar para este estudio, de todos modos, la importancia de diferenciar entre superficie útil y construida se discutirá más adelante en el análisis comparativo, donde deberemos tener en cuenta la diferencia para relacionar el estudio.

**kWh por Personas:** Este factor hace referencia al número de personas que hacen uso del edificio sobre el que se realiza el estudio, como el indicador de superficie, es de suponer que un mayor número de personas represente una necesidad mayor de energía. En este factor también es necesario diferenciar, puede haber dos tipos de personas, las que permanecen fijas en el edificio durante su actividad, y las que transiten por el edificio, pero no de forma permanente durante toda la actividad del edificio, si no que hagan uso del edificio de forma puntual durante un periodo de tiempo. Como en el caso de la superficie, este aspecto se tendrá en cuenta a la hora del análisis, en este caso se optará por una clasificación de los edificios que nos permita relacionar edificios que dispongan de un uso similar por las personas.

**kWh por Unidad Producida:** Este indicador es el más común en la industria, nos permite establecer la energía usada por unidad producida de algún bien, en el caso de este estudio el uso de este indicador es muy limitado y al no poder extenderlo más que a un par de casos en una universidad no se considerará representativo.

**kWh por Servicio:** Este indicador se extiende entre otro al sector de los servicios, donde podemos establecer la cantidad de energía empleada

para realizar un servicio que se realice de forma repetida, para verlo con un ejemplo, se dispone de un profesional de limpieza que realiza su trabajo en diferentes ámbitos de un edificio, pues nos permitiría establecer la cantidad de energía utilizada por cada limpieza o servicio.

Desde luego existen más indicadores energéticos, pero estos se consideran los más importantes centrándonos en el objeto de estudio, el cual es una universidad, además existen otros sectores más especializados que pueden establecer indicadores más concretos como puede ser el sector de los transportes donde pueden ser interesantes indicadores como los Kilómetros recorridos o toneladas transportadas.

#### ***2.4.3 Indicadores Energéticos de emisión de gases de efecto invernadero***

Este indicador surge con la creciente preocupación por el medio ambiente y los gases de efecto invernadero, con estos indicadores podemos establecer la cantidad que contamina la actividad que se está realizando en el objeto de estudio, en este caso nos permite conocer la cantidad que contamina cada edificio. Los indicadores más importantes que se van a destacar son:

**Kilogramo equivalentes de dióxido de carbono (kCO<sub>2</sub>):** Este indicador nos permite establecer la cantidad en peso de dióxido de carbono que se emite a la atmosfera, este gas es uno de los principales causantes del efecto invernadero. La mayoría de energía que consume un edificio produce CO<sub>2</sub>, incluso la energía eléctrica tiene una producción de CO<sub>2</sub> asociada, como se ha explicado con anterioridad, en los últimos años se pretende reducir la producción de gases de efecto invernadero en la producción de electricidad.

Como este estudio se centra en el consumo eléctrico, vamos a destacar el factor de emisión de CO<sub>2</sub>, es decir la producción de CO<sub>2</sub> por kWh producido de algunas de las generadoras de electricidad más importantes de España, los datos son proporcionados por el MITECO, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España, hasta el 2018, (MITECO, 2019) . Para medir las emisiones de CO<sub>2</sub> de las principales comercializadoras se va a utilizar el factor mix, El factor de emisión del mix eléctrico es el valor que expresa las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación de la electricidad que se consume y, por tanto, es un indicador de las fuentes de energía utilizadas para producir dicha electricidad, cuanto más bajo es el mix, mayor es la contribución de fuentes energéticas Renovables. (MITECO, 2019).

<b>Comercializadora</b>	<b>Factor Mix 2018 (kg CO<sub>2</sub>/kWh)</b>
EDP ENERGÍA S.A.U.	0,23
ENDESA ENERGIA, S.A.	0,38
ENDESA GENERACIÓN, S.A.	0,00
GAS NATURAL COMERCIALIZADORA, S.A.	0,25
GAS NATURAL FENOSA RENOVABLES, S.L.U.	0,00
GAS NATURAL SERVICIOS SDG, S.A.	0,41
IBERDROLA CLIENTES, S.A.U.	0,27
IBERDROLA GENERACION ESPAÑA, S.A.U.	0,00
IBERDROLA SERVICIOS ENERGETICOS, S.A.U.	0,00
IBERELECTRICA COMERCIALIZADORA, S.L.	0,41
VIESGO ENERGÍA, S.L.	0,21

*Tabla 2.4.3 Factor Mix 2018 de producción de CO<sub>2</sub> de algunas de las principales generadoras de electricidad en España, por el MITECO, (MITECO, 2019)*

**Tonelada Equivalente de petróleo (tep):** Este indicador nos permite relacionar la energía consumida con la cantidad de petróleo que sería necesaria para cubrir esa demanda energética, la energía contenida en el petróleo puede diferir en función de su composición química, por ello se estableció como criterio que la tonelada equivalente de petróleo contiene una energía

equivalente a 11630kWh. El petróleo es una de las energías primarias más representativas, debido a que de este derivan combustibles que han sido cruciales para el funcionamiento de cualquier industria o sociedad, debido a esto y a su importancia en el desarrollo industrial se tomó como unidad para medir grandes cantidades de energía, por ello es uno de los indicadores más utilizados cuando se habla de consumo de energía mundiales.

**Tonelada Equivalente de Carbón (tec):** Como en el caso del petróleo, la cantidad de energía contenida en el carbón depende de su composición, por lo que se estableció que la Tonelada Equivalente de Carbón contiene una energía de 29,3MJ o 8138,9kWh. Este indicador cobra importancia debido al papel del carbón en el desarrollo de la industria y debido a la enorme cantidad de gases de efecto invernadero asociados a él, como el CO<sub>2</sub> o los Dióxidos de Azufre. Como ya hemos descrito con anterioridad en la producción de energía eléctrica cada vez se reduce más la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten para generar dicha energía, pues bien, la descarbonización es uno de esos procesos que cada vez cobran más importancia en el sector eléctrico en países desarrollados.

#### ***2.4.5 Métodos de Obtención de Indicadores Energéticos***

Una vez descrita la importancia de los indicadores energéticos, queda describir algunos de los métodos más utilizados para la obtención de dichos indicadores. Para comenzar, describiremos los métodos asociados a los indicadores de energía kWh eléctrico y térmico. Para obtener valores cuantitativos de consumo de energía surgen dos formas principales, la primera y más directa sería instalar unos dispositivos a la entrada de la fuente de energía en el edificio, es decir, un

contador en el caso de la electricidad y un medidor de volumen en caso de gas o gasoil, o un medidor de peso en caso de biomasa para la energía térmica.

Pero el método antes descrito no resultaría práctico ponerlo en funcionamiento debido a la inmensa cantidad de dispositivos que habría que instalar y al coste asociado a estos. La otra opción que nos queda es acudir a la entidad que nos proporciona la energía, en otras palabras, la comercializadora, en este caso las comercializadoras disponen de un seguimiento de la cantidad de energía proporcionada, por lo tanto, la comercializadora informará a la gerencia que corresponda del edificio sobre la cantidad de energía consumida en un intervalo de tiempo establecido.

Para la obtención de indicadores asociados a la producción de gases de efecto invernadero será necesario disponer de ratios que nos faciliten relacionar cada unidad de energía con la cantidad de gases de efecto invernadero que produce, como hemos descrito anteriormente hay entidades tanto privadas como públicas que se dedican a establecer este tipo de ratios. En el caso de la tonelada equivalente de petróleo y de carbón es más sencillo pues la cantidad de energía por tonelada de petróleo ya viene establecida como un valor convencional, así como su composición química, lo que establece también que gases se derivarán de su combustión.

En cuanto a los factores que afectan al consumo de energía, los métodos de obtención de estos es tan variado como los propios factores, pudiendo existir infinidad de metodologías para su obtención, por lo que nos centraremos en los más comunes y fáciles de llevar. En los factores antes descritos, la manera más sencilla de obtenerlos es mediante la gerencia del propio edificio, bien sea información del personal que utiliza el edificio o los planos del propio edificio para establecer la superficie. De la misma manera la gestión del edificio debe disponer de información de los demás factores como los servicios que realiza el



edificio, por lo que para establecer los factores que relacionaremos con los indicadores y obtener información de ellos deberemos también establecer una vía de comunicación con la gerencia del propio edificio.

## ***2.5 Certificaciones energéticas***

Hemos establecido la importancia de la eficiencia energética, así como la necesidad de establecer el nivel de eficiencia en cada edificio, pero ¿Cómo justificar la eficiencia de un edificio?, tan importante es establecer el nivel de eficiencia del edificio como poder acreditarlo para evitar no solo fraudes si no equivocaciones, además de establecer una metodología única que se pueda aplicar a cualquier edificio sobre el que se está realizando el estudio. Pues bien, para poder acreditar el nivel de eficiencia de un edificio tras una auditoria energética surgen las Certificaciones Energéticas, estas certificaciones son documentos oficiales redactados por un profesional autorizado por el que se establece las características energéticas de un inmueble.

En la actualidad existe numerosas instituciones tanto privadas como públicas encargadas de otorgar certificaciones energéticas, pero en este estudio nos centraremos en las certificaciones energéticas que describe el Real Decreto Español 235/2013, que surge en respuesta a la Directiva Europea 2010/31/UE que busca establecer una regulación de eficiencia energética de edificios.

El Real Decreto sufrió una actualización debido a la nueva Directiva Europea 2018/844 (UE), que modificaba la Directiva Europea 2010/31/UE en la que se fundamentó el Real Decreto 235/2013.

Para el análisis de este Real Decreto se acudirá a su mención en el Boletín Oficial del Estado Español, anunciado el 5 de abril de 2013. (Ministerio de la Presidencia Español, 2013)

El Real Decreto constituye el procedimiento básico para el establecimiento de las condiciones técnicas y administrativas para realizar las certificaciones de eficiencia energética de los edificios y la metodología de cálculo de su calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en el consumo de energía de los edificios, así como la aprobación de la etiqueta de eficiencia energética como distintivo común en todo el territorio nacional.

La finalidad del Real Decreto como la de la Directiva Europea, es promover la eficiencia energética mediante la información objetiva que obligatoriamente se habrá de proporcionar a los compradores y usuarios en relación con las características energéticas de los edificios, materializada en forma de un certificado de eficiencia energética que permita valorar y comparar sus prestaciones. (Ministerio de la Presidencia Español, 2013).

En el Real Decreto 235/2013 se establecen las directivas básicas sobre las certificaciones energéticas, sobre que edificios se aplica el decreto o quién puede realizar las certificaciones energéticas. Ahora queda describir que categorías puede establecer una certificación energética, es decir, como podemos categorizar un edificio en función de su eficiencia energética, pues bien, el gobierno establece unos documentos reconocidos para la realización de las certificaciones energéticas. (Gobierno de España, 2013)

En el documento reconocido “Certificado de Eficiencia Energética de Edificios” (Gobierno de España, 2013), se establecen numerosas categorías según al

aspecto al que se refiera, y finalmente una categorización final, a continuación, se exponen las diferentes categorías que permite establecer el documento:

- Consumo de Energía Primaria no Renovable [kWh/m<sup>2</sup>·año]
- Emisiones de Dióxido de Carbono [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]
- Demanda de calefacción y Refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>·año]

Para cada categoría se establecen siete clasificaciones, designadas con las letras de la “A” a la “G”, siendo la “A” la más eficiente y la “G” la menos eficiente.

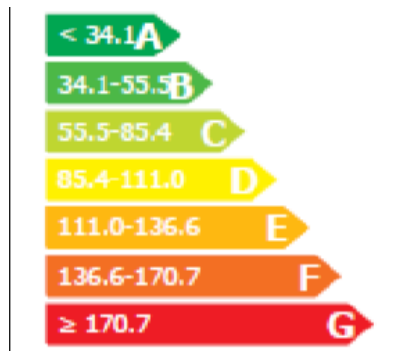


Figura 2.5-1 clasificación de las Escalas de eficiencia energética, del modelos de certificado de eficiencia energética en edificios, (Gobierno de España, 2013)

Pues bien, una vez realizada la certificación energética el edificio dispondrá de una pegatina reconocida que muestre la clasificación obtenida en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de energías primarias no renovables.

DATOS DEL EDIFICIO		ETIQUETA	
Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio		
	Dirección		
Referencia catastral	Municipio		
	C.P.		
	C. Autónoma		

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	Consumo de energía kWh / m <sup>2</sup> año	Emissiones kg CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año
<b>A</b> más eficiente		
<b>B</b>		
<b>C</b>		
<b>D</b>		
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b> menos eficiente		

REGISTRO	Válido hasta
	dó/m/a/a/a

ESPAÑA  
Directiva 2010 / 31 / UE

Figura 2.5-2 Modelo de Etiqueta de calificación energética de un edificio, (Gobierno de España, 2013)

La pegatina permite identificar de manera sencilla la eficiencia del edificio, y como se menciona antes, establece las cantidades de los dos tipos de energías consumidas.

### 2.5.1 Herramientas empleadas para las Certificaciones Energéticas

Para llevar a cabo las certificaciones energéticas es necesario no solo un profesional autorizado, como hemos mencionado con anterioridad, sino que es necesario una serie de herramientas y metodologías concretas, de las que deberá disponer el profesional antes mencionado, pues bien, continuando con la legislación vigente en España para certificaciones energéticas, solo serán aceptadas las certificaciones energéticas realizadas con una herramienta unificada, LIDER-CALENER (HULC), CE3, CE3X o CERMA.

Todas las herramientas necesarias para realizar las certificaciones las facilita el Gobierno de España a través de su página web en forma de software, (Gobierno de España, 2016). A continuación, vamos a especificar que ámbitos abarca cada herramienta, así como especificar cuáles de las herramientas son de iniciativa

privada y cuáles de iniciativa pública que también están admitidas y sus campos de actuación.

Herramienta Unificada **LIDER-CALENER (HULC)** y el programa informático **CE3**, son de iniciativa pública, y abarcan un procedimiento general para la certificación energética de edificios de proyecto, terminados y existentes, también aparecen programas informáticos de iniciativa privada que abarcan los mismos campos, **CYPETHERM HE Plus** y **SG SAVE**, estas herramientas se pueden aplicar a:

- Edificios de viviendas unifamiliares.
- Edificios de viviendas en bloque.
- Viviendas individuales pertenecientes a edificios en bloque.
- Edificios terciarios.

Para el programa informático **CE3** de iniciativa pública surge un complemento para la certificación energética de edificios nuevos, **CE3X** que abarca los siguientes campos:

- Edificios residenciales de nueva construcción.
- Edificios pequeños y medianos terciarios de nueva construcción.

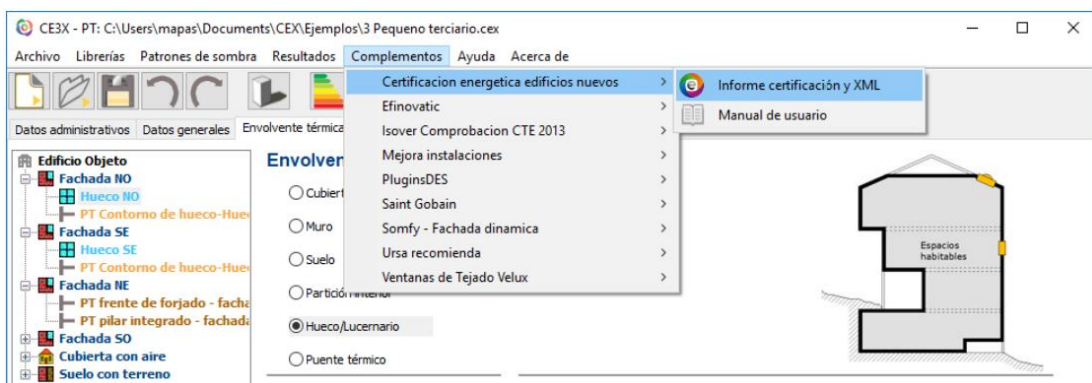


Figura 2.5.1-1 Programa para certificaciones energéticas CE3X, extraída de Manual de uso de CE3X, (Gobierno de España, 2016).

Programa **CERMA** de iniciativa privada, dispone de un procedimiento simplificado para realizar la calificación de eficiencia energética de los siguientes casos:

- Edificios de viviendas unifamiliares.
- Edificios de viviendas en bloques.
- Viviendas individuales pertenecientes a edificios en bloque.

Las herramientas antes empleadas a pesar de que están orientadas a edificios diferentes, todas comparten una estructura común donde se introduce información del objeto de estudio. La primera información que se debe introducir es su zona climática según el Documento Básico DB-HE1, el cual es un documento con información sobre las diferentes zonas climáticas en España proporcionado por el Ministerio de Fomento español, en función de la zona climática las necesidades energéticas que son requeridas por un edificio variarán.

La segunda información que se debe proporcionar a la herramienta serán datos constructivos del edificio como una simplificación de los espacios o todas las propiedades higrotérmicas de los materiales empleados en el edificio, en la figura 2.5.1.1 podemos observar las diferentes propiedades higrotérmicas que disponen diferentes materiales, así como la zona donde se emplean dichos materiales en el propio edificio, fachadas, cubiertas, interiores y demás ubicaciones representativas. Relacionado con la información anterior está la tercera, en este caso el operario realizara mediante la interfaz de la herramienta un modelo del edificio en estudio, de manera que especifique los espacios simplificados, así como los materiales antes descritos en el propio modelo. A continuación, viene la última información que precisará el operario, en este caso será información sobre el consumo energético del edificio, está

información estará resumida en tres partes, la primera sería demanda energética anual por superficie útil, la segunda sería un resumen de los cálculos de la demanda energética, por último, los resultados mensuales de las demandas de energía.

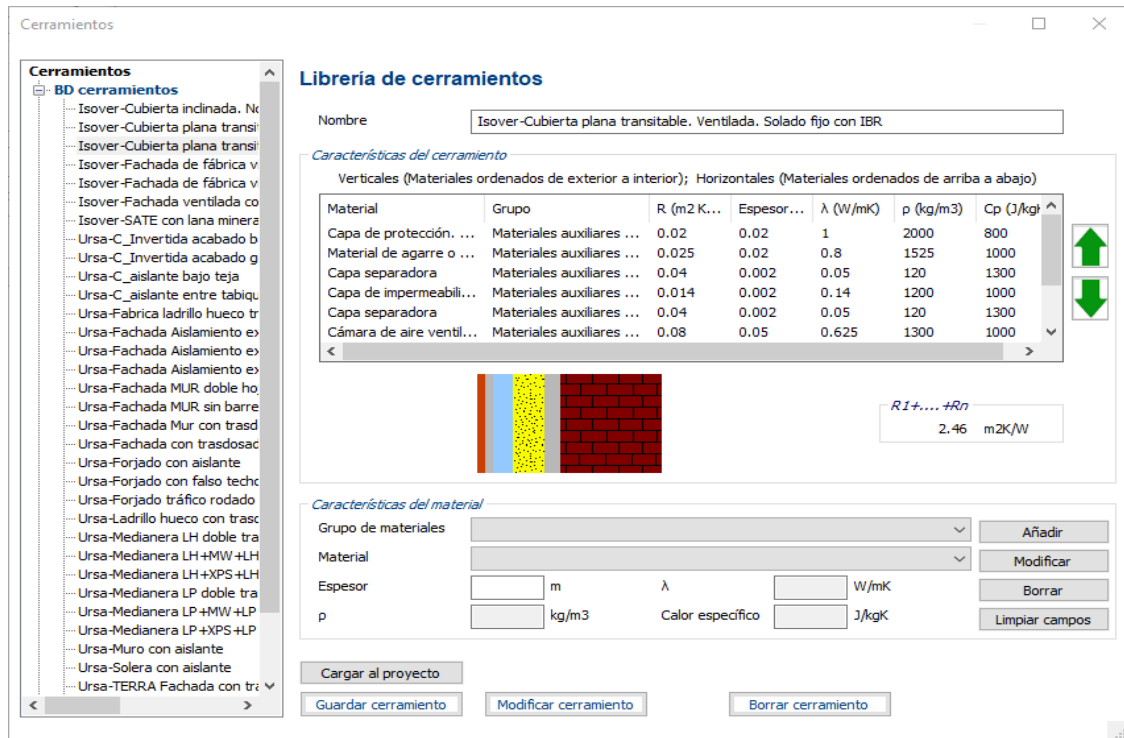


Figura 2.5.1-2: Programa para certificaciones energéticas CE3X, extraída de Manual de uso de CE3X, (Gobierno de España, 2016).







---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

# **EDIFICIOS OBJETO DE ESTUDIO**



### ***3. Edificios Objeto de Estudio***

#### ***3.1 Edificios disponibles para el estudio***

Para cada edificio se realizará una breve descripción, donde se destacarán solo las principales características de interés, no se destacarán datos históricos del propio edificio al no influir en el consumo de este, pero en cambio cuando sea necesario se hará mención si el edificio es histórico pues sí que es un factor que pueda afectar al consumo debido al tipo constructivo del edificio.

A continuación, se expondrán todos los edificios de los cuales tenemos datos de consumos proporcionados por la compañía comercializadora y gestionados por la oficina de calidad ambiental, todos los edificios son propiedad de la universidad, para la información de todos los edificios se recurrirá a los planos de dichos edificios proporcionados por la Unidad Técnica de Arquitectura a la oficina de Calidad Ambiental y seguidamente al alumno que realiza este estudio, en los planos se describe información no solo técnica, sino que también se describe el uso que se destina a varios espacios de los edificios, lo que será de gran utilidad para establecer la tipología de cada edificio. Como excepción no se considerarán aquellos inmuebles que no tengan un uso relacionado con la universidad como pueden ser cafeterías, reprografías o viviendas existentes en algunas de las facultades, pues se consideran de uso privado ajeno a la universidad.

### ***3.1.1 Campus universitario La Yutera en Palencia***

Este campus está compuesto por varios edificios, está situado en la provincia de Palencia, inaugurado en 2002 acoge estudios de grado y postgrado universitario.

#### ***3.1.1.1 Edificio Vicerrector (Edificio C)***

Edificio compuesto principalmente por oficinas destinadas a la gestión del campus.

#### ***3.1.1.2 Naves de Investigación (Edificio B)***

Naves industriales destinadas a la examinación de procesos agrarios con materiales agrarios como tractores.

#### ***3.1.1.3 Facultad de Educación (Edificio D)***

Edificio destinado a la docencia de grados de educación infantil, primaria o social.

#### ***3.1.1.4 Facultad de ciencias del trabajo (Edificio E)***

Edificio destinado a la docencia del grado de Relaciones laborales y Recursos Humanos.

#### ***3.1.1.5 Aulario Campus la Yutera (Edificio A)***

Conjunto de aulas destinadas a la docencia o salas de estudio.

#### ***3.1.1.6 Centro de investigación UVaMOX***

Edificio destinado a la docencia del grado en Enología, dispone de laboratorios, este edificio está colindante al edificio A, el aulario, por lo que se considerará un solo edificio, debido a la dificultad para desglosar ambos consumos.

### ***3.1.1.7 Escuela Técnica Superior de ingenierías Agrarias***

Edificio que recoge todas las competencias del grado, docencia, laboratorios y despachos del personal docente.

### ***3.1.2 Campus universitario Duques de Soria en la provincia de Soria***

Este campus está situado en la provincia de Soria, y solo se considerará como un único edificio, fue inaugurado en 2008 es un único conjunto de edificios que recoge todas las competencias universitarias en Soria a excepción de la residencia universitaria.

Este campus tiene un uso mixto de oficinas para el personal docente y aulas para la docencia. Se puede separar el campus en dos partes, la zona de docencia y cuatro edificios conjuntos de usos múltiples que abarcan todo tipo de competencias, desde un gimnasio hasta laboratorios de investigación, no obstante, para los consumos se considerará un solo edificio con un único consumo.

### ***3.1.3 Campus universitario María Zambrano de Segovia***

Este campus está situado en la provincia de Segovia, al igual que en el caso de Soria se considerará un solo edificio que recoge todas las competencias universitarias. Este campus tiene una función mixta de aulas para impartir la docencia, laboratorios y una biblioteca.

### ***3.1.4 Campus universitario Miguel Delibes en Valladolid***

Este campus está compuesto por varios edificios situados en la propia ciudad de Valladolid, supone un campus con multitud de edificios que abarcan un gran abanico de competencias, por lo que la tipología de sus edificios será variada.

#### ***3.1.4.1 Edificio Uvainnova***

Edificio destinado a la investigación y desarrollo, por lo que tiene un uso mixto de oficinas y laboratorios de investigación.

#### ***3.1.4.2 Edificio Quifima***

Este edificio alberga la sección de química de la facultad de ciencias, por lo que dispone laboratorios de investigación.

#### ***3.1.4.3 Edificio IOBA***

Instituto Universitario de oftalmología aplicada, es un centro que tiene tanto investigación como un uso clínico y de formación.

#### ***3.1.4.4 Gimnasio de la universidad***

Centro deportivo de la universidad de Valladolid, debido a que no se puede juntar en ninguna de las categorías que se establecerán solo se presentarán sus datos sin análisis.

#### ***3.1.4.5 Facultad de Ciencias***

Edificio que alberga despachos y oficinas, todas asociadas a la facultad de ciencias, también dispone de diversos laboratorios para la investigación.

#### ***3.1.4.6 Facultad de Educación y Trabajo social***

Edificio que alberga tanto despachos como aulas para la docencia de la facultad de educación y trabajo social.

#### ***3.1.4.7 Edificio Tecnologías de la Información y las telecomunicaciones.***

Edificio que alberga tanto laboratorios como aulas para la docencia como despachos para el personal docente, alberga la escuela de Ingeniería Informática y la E.T.S de Ingenieros de telecomunicación.

#### ***3.1.4.8 Aulario Facultad de Ciencias***

Alberga aulas de uso compartido para los estudiantes de la universidad, pero también dispone de una de las bibliotecas más grandes de la universidad.

#### ***3.1.4.9 Centro de Idiomas***

Edificio destinado a la docencia de lenguas extranjeras.

#### ***3.1.4.10 Edificio LUCIA***

Edificio pionero en la construcción sostenible, Lanzadera Universitaria Centro de Investigación Aplicada, dispone de oficinas para la Investigación.

### ***3.1.5 Campus universitario Esgueva en Valladolid***

Este campus está compuesto por varios edificios situados en la provincia de Valladolid, estos edificios tienen usos diversos, por lo que como en el caso del campus Miguel Delibes la tipología de sus edificios será variada.

#### ***3.1.5.1 Escuela de Ingenierías Industriales de Paseo del Cauce***

Edificio que contiene despachos y oficinas, laboratorios de investigación y aulas para la docencia.

#### ***3.1.5.2 Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales***

Edificio que alberga aulas para la docencia, despachos y una biblioteca.

#### ***3.1.5.3 Facultad de Comercio***

Edificio con aulas para la docencia y despachos del personal docente.

#### ***3.1.5.4 Aulario Campus Esgueva***

Edificio con aulas de usos múltiple.

#### ***3.1.5.5 Facultad de Filosofía y Letras***

Edificio con despachos aulas para la docencia y biblioteca.

### ***3.1.6 Campus universitario situado en la avenida Salamanca en Valladolid***

Este campus está compuesto por varios edificios distribuidos en una avenida, a pesar de que en la actualidad solo están operativos los edificios de la facultad de Arquitectura, la sede Francisco Mendizábal ha estado en uso la mayor parte del tiempo que representan estos datos, por lo que se estudiará como si estuviera todavía operativo.

#### ***3.1.6.1 Escuela de Ingenierías Industriales Sede Francisco Mendizábal***

Edificio que pertenece a la escuela de ingenierías industriales, alberga tanto laboratorios como aulas para la docencia y despachos para el personal docente.

#### ***3.1.6.2 Escuela Técnica superior de Arquitectura***

Alberga laboratorios, despachos y aulas para la docencia relacionadas con el grado de arquitectura.

#### ***3.1.6.3 Aulario de Arquitectura***

Alberga aulas de usos múltiples, así como espacios comunes para el estudio. Debido a que la compañía comercializadora gestiona los consumos del Aulario y la facultad, solo se tendrá en cuenta un mismo edificio como la Facultad de Arquitectura.



### ***3.1.7 Otros edificios de la universidad de Valladolid***

En esta categoría se establecen edificios de diferente tipología, pero que a diferencia de los anteriores no se en la misma ubicación, sino que están dispersos por la ciudad de Valladolid.

#### ***3.1.7.1 Facultad de Derecho***

Edificio histórico que alberga aulas y despachos para el grado de derecho.

#### ***3.1.7.2 Edificio Rector Tejerina***

Edificio que alberga oficinas administrativas de varios vicerrectorados y otras dependencias de la propia universidad, por lo que se considerará un edificio puramente de oficinas.

#### ***3.1.7.3 Edificio Santa Cruz 5***

Situado al lado del anteriormente mencionado edificio Rector Tejerina, alberga oficinas para la administración de documentación europea.

#### ***3.1.7.4 Edificio Casa del Estudiante***

Edificio histórico que alberga en su interior oficinas y despachos de administración de diversas competencias de la universidad como por ejemplo la oficina de dirección de prácticas.

#### ***3.1.7.5 Biblioteca Reina Sofía***

Edificio histórico que alberga una de las bibliotecas más antiguas de la universidad.

#### ***3.1.7.6 Palacio de Santa cruz***

Edificio histórico que alberga la sede del rectorado de la universidad de Valladolid.

### ***3.1.7.7 Edificio IBGM***

Edificio que recoge todas las competencias de investigación del Instituto de Biología y Genética Molecular.

### ***3.1.7.8 Edificio Ciencias de la Salud***

Edificio donde se centran todas las actividades de la facultad de Medicina y Enfermería, donde se encuentran tanto aulas como despachos o laboratorios.

### ***3.1.8 Colegios Mayores, residencias y Apartamentos***

Esta clasificación menciona todos los edificios de la universidad que alberguen un uso residencial, ya bien sea destinado a alumnos o personal docente.

#### ***3.1.8.1 Residencia Alfonso VIII***

#### ***3.1.8.2 Residencia Santa Cruz Femenino***

#### ***3.1.8.3 Residencia Santa Cruz Masculino***

#### ***3.1.8.4 Residencia Reyes Católicos***

#### ***3.1.8.5 Apartamentos Cardenal Mendoza***

## **3.2 Clasificación de los Edificios**

A continuación, se va a realizar una clasificación de los diferentes edificios según el uso. Cada uno de los edificios antes mencionados se establecerá en cada una de las siguientes categorías, habrá casos en los que un mismo edificio se adjudique a más de una categoría debido a que tenga un uso compartido de varias competencias de la universidad, de la misma manera.

Como se ha mencionado antes, para establecer las categorías y clasificación de los edificios se ha recurrido a los planos proporcionados por la Unidad Técnica de Arquitectura de la UVA y facilitados al estudiante por la oficina de Calidad Ambiental, los planos además de aspectos técnicos y constructivos describen competencias que se realizan en las diferentes competencias, lo que será fundamental para establecer la tipología de los edificios.

### **3.2.1 Departamental o Administrativo**

En esta clasificación se establecerán los edificios destinados a labores del sector servicios como oficinas de administración de las diferentes competencias de la universidad o despachos del personal docente.

Los edificios en esta clasificación son los siguientes:

- Edificio Vicerrector (La Yutera).
- Edificio Rector Tejerina.
- Edificio Santa Cruz 5.
- Edificio Casa del Estudiante.
- Palacio Santa Cruz.

### 3.2.2 Docencia

En esta clasificación se ajustarán aquellos edificios destinados a la docencia, serán los edificios donde se impartan las docencias propias de cada facultad.

Los edificios que se ajustan a esta clasificación son:

- Facultad de Educación, Campus la Yutera (Edificio D).
- Facultad de ciencias del trabajo, Campus la Yutera (Edificio E).
- Campus universitario María Zambrano de Segovia.
- Facultad de Educación y Trabajo social, Campus Miguel Delibes.
- Edificio Tecnologías de la información y las telecomunicaciones.
- Centro de idiomas.
- Campus Duques de Soria.
- Escuela de Ingenierías Industriales de Paseo del Cauce.
- Facultad de ciencias Económicas y Empresariales.
- Facultad de Comercio.
- Facultad de Filosofía y Letras.
- Edificio Ciencias de la Salud.
- Escuela de Ingenierías Industriales Sede Francisco Mendizábal.
- Escuela Técnica superior de Arquitectura.
- Escuela Técnica Superior de ingenierías Agrarias, Campus la Yutera.
- Facultad de Derecho.
- Facultad de Ciencias, Campus Miguel Delibes (A pesar de no disponer de aulas, el uso destinado al edificio es más apropiado para esta categoría).

### **3.2.3 Aularios y bibliotecas**

Esta clasificación será para los edificios que albergan bibliotecas, pero también estarán destinados los Aularios, estos últimos son edificios donde se realizan diferentes competencias, siendo una de las principales la de espacio destinado para el estudio, las bibliotecas también realizan en su mayoría la labor de salas de estudio, por lo que hay una similitud entre el comportamiento de las dos tipologías de edificios, no obstante, cuando se realice el estudio se podrán realizar conclusiones más sólidas.

Los edificios que se ajustan a esta clasificación son:

- Aulario Campus la Yutera y Centro de investigación UVaMOX.
- Aulario Facultad de ciencias.
- Aulario Campus Esgueva.
- Biblioteca Reina Sofía.

### **3.2.4 Laboratorios o Investigación**

Una de las principales competencias de una universidad es el estudio y la investigación por lo que la universidad de Valladolid cuenta con numerosas instalaciones dedicadas a estas competencias. También se tendrán en cuenta los laboratorios destinados a docencia.

Los edificios que se ajustan a esta clasificación son:

- Naves de Investigación, Campus la Yutera.
- Edificio Uvainnova.
- Edificio Quifima.
- Edificio IOBA.
- Edificio LUCIA.
- Edificio IBGM.

### ***3.2.5 Residencial***

En esta categoría se situarán los edificios pertenecientes a la universidad pero que dispongan de un uso residencial, en esta categoría entrarán entre otros colegios mayores o residencias.

Los edificios que se ajustan a esta clasificación son:

- Residencia Alfonso VIII.
- Residencia Santa Cruz Femenino.
- Residencia Santa Cruz Masculino.
- Apartamentos Cardenal Mendoza.



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

# **ANÁLISIS COMPARATIVO**





## **4. *Análisis Comparativo***

En este apartado nos centraremos en el análisis de datos propiamente, se expondrán las fuentes de los datos, así como las herramientas empleadas para tratar dichos datos y finalmente se expondrán resultados y se realizará un análisis para establecer una conclusión consistente.

El análisis consistirá en el tratamiento de los datos de consumo mensuales de varios años de los edificios en estudio, los datos de consumos son proporcionados por la comercializadora que gestiona el consumo de energía eléctrica de los edificios, los datos han sido facilitados al estudiante por el departamento de Calidad Ambiental de la universidad de Valladolid.

Una vez que se dispongan de los datos será necesario establecer una relación entre los consumos de energía y los indicadores energéticos que hemos escogido para este estudio, se destacarán los indicadores, así como las razones para su elección.

Una vez establecidos los ratios de consumos se procederá a comparar los resultados y seguidamente al análisis de los resultados.

### **4.1 *Previo al análisis comparativo.***

En este apartado vamos a realizar una serie de consideraciones que nos permitan posteriormente analizar los resultado y establecer las conclusiones correctamente. Buscaremos por lo tanto una serie de factores o parámetros que puedan justificar la diferencia entre los ratios de consumos de varios edificios.

#### **4.1.1 Factores que afectan al consumo energético**

El consumo de energía eléctrica está condicionado por numerosas variables, pues bien, en este apartado se estudiará aquellos factores que nos permitan acotar el comportamiento del consumo. Para realizar esta búsqueda de los factores se realizará una tarea de investigación bibliográfica que nos permita identificarlos y comprender su importancia.

Los factores que se van a destacar serán genéricos, es decir, no se contemplarán casos concretos, nos centraremos en factores comunes a todos los tipos de consumidores, de manera que a pesar de los numerosos tipos de consumidores de energía eléctrica los factores se puedan aplicar a todos y cada uno de ellos.

Para la búsqueda bibliográfica serán de gran utilidad manuales de auditorías energéticas, pues estas auditorías buscan establecer una metodología para identificar los consumos de una entidad y los factores que afectan a estos, así como posibles correcciones para reducir dichos consumos, en este apartado nos centraremos solo en la identificación de los factores que afectan al consumo.

##### **4.1.1.1 El Clima**

El clima es un factor externo al edificio, este factor afecta indudablemente en el consumo energético, donde los usuarios de este consumirán mayor o menor cantidad de energía para obtener un confort térmico. El clima tiene un comportamiento aleatorio que varía constantemente, por ello su incidencia sobre los consumos energéticos no es tan sencilla de determinar. (Irene Blasco Lucas, 2012)

La importancia del clima en el consumo eléctrico reside en los instrumentos para alcanzar el nivel de confort térmico antes mencionado.

Pues bien, en un clima seco se buscará un nivel de humedad óptimo mediante humidificadores, o en un clima cálido se buscará una temperatura inferior a la del entorno empleando equipos de refrigeración. Por lo tanto, el clima afecta a la diferencia de consumos entre zonas climáticas, es decir, la diferencia de consumos no se establece en edificios de la misma zona climática. En España existen tres zonas climáticas Atlántico-Norte, continental y mediterránea.



Figura 4.1.1.1 Mapa de las zonas climática en España, extraído de Proyecto Sech-Spahousec, por el IDEA (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2011)

#### 4.1.1.2 Las Estaciones

Las estaciones como en el caso del clima son un factor externo al edificio, cada cierto intervalo de tiempo se cambia de una estación a otra, donde varían factores determinantes en el consumo energético como temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa o incluso radiación solar incidente.

Como en el caso del clima el consumo eléctrico variará en función del confort térmico deseado por los usuarios del edificio, pero en este caso también afectará la cantidad de luz natural disponible, de esta manera en un mes con una radiación solar mayor a la del resto, el consumo desglosado de iluminación se reducirá considerablemente.

Por lo que en diferencia al clima las variaciones de consumo en este caso variarían estacionalmente, mientras que en el caso del clima el consumo solo se diferencia entre diferentes zonas climáticas.

#### **4.1.1.3 Tipo constructivo del edificio**

La propia construcción de un edificio puede condicionar la cantidad de recursos que demanda para su funcionamiento.

A nivel de confort térmico cuanto mayor sea el grado de aislamiento del edificio menos equipos de acondicionamiento serán necesarios.

Por otra parte, debido a la importancia de la iluminación en el consumo total, la disposición de luz natural puede reducir considerablemente el consumo en el edificio, siendo fundamental en los edificios de índole público, donde el uso se realiza en una jornada laboral, situándose la jornada en los momentos del día con mayor radiación solar.

#### **4.1.1.4 Eficiencia energética**

Mientras que en el apartado anterior la importancia residía en el propio edificio, en este caso el consumo depende del propio uso que se realice en el edificio. Así, un edificio que disponga de una buena gestión de sus recursos tendrá un consumo energético menor, y por tanto menor consumo de electricidad.

No se profundizará más en la eficiencia energética debido a que ya se le ha dedicado un capítulo en este mismo trabajo.

#### ***4.1.2 Estudio de los factores que condicionan el consumo en los edificios de la universidad***

En este apartado se van a analizar la importancia de cada uno de los factores antes mencionados que condicionan el consumo en el objeto de estudio, por lo tanto, se centrarán en edificios pertenecientes a una universidad situada en la provincia de Valladolid en España, pero la Universidad de Valladolid dispone de edificios en otras localidades en España, en concreto Palencia, Soria y Segovia.

Cabe destacar que los factores justifican las diferencias de consumo entre edificios de estudio, por lo que puede darse el caso de que un factor afecte de forma simultánea a todos los objetos de estudio y por lo tanto no sea apreciable la diferencia de consumo con respecto a ese factor, por ejemplo, el clima, en todos los edificios del estudio situados en las diferentes localidades todos se encuentran dentro de la misma zona climática de España, la Zona Continental.

**El clima**, como se ha mencionado anteriormente todos los edificios del estudio se sitúan en la misma zona climática, por lo que la diferencia entre edificios en localidades diferentes serán debidas a mínimas variaciones del clima.

A continuación, se destacan las condiciones de temperaturas máximas y mínimas y humedad de cada provincia para poder apreciar las pequeñas diferencias, por pequeñas que parezcan pueden causar una diferencia entre los consumos entre provincias y será un factor para tener en cuenta a la hora del análisis de los datos.

## En el caso de Valladolid

### CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS <sub>99,6</sub> (°C)	TS <sub>99</sub> (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-10,8	-4,1	-2,8	10,5	89	38,9

### CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS <sub>0,4</sub> (°C)	THC <sub>0,4</sub> (°C)	TS <sub>1</sub> (°C)	THC <sub>1</sub> (°C)	TS <sub>2</sub> (°C)	THC <sub>2</sub> (°C)	OMDR (°C)
39,5	34,8	19,7	33,2	19,3	31,4	19,0	19,1

Tabla 4.1.2-1: Condiciones de Temperatura en la provincia de Valladolid, España, extraído de guía de condiciones climática exteriores de proyectos, por IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2010)

## En el caso de Palencia

### CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS <sub>99,6</sub> (°C)	TS <sub>99</sub> (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-10,2	-4,9	-3,6	9,6	85	37,4

### CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS <sub>0,4</sub> (°C)	THC <sub>0,4</sub> (°C)	TS <sub>1</sub> (°C)	THC <sub>1</sub> (°C)	TS <sub>2</sub> (°C)	THC <sub>2</sub> (°C)	OMDR (°C)
37,6	32,5	19,8	30,8	19,1	29,1	18,5	17,7

Tabla 4.1.2-2: Condiciones de Temperatura en la provincia de Palencia, España, extraído de guía de condiciones climática exteriores de proyectos, por IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2010)

## En el caso de Soria

### CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS <sub>99,6</sub> (°C)	TS <sub>99</sub> (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-14,0	-7,2	-5,6	12,6	84	37,5

### CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS <sub>0,4</sub> (°C)	THC <sub>0,4</sub> (°C)	TS <sub>1</sub> (°C)	THC <sub>1</sub> (°C)	TS <sub>2</sub> (°C)	THC <sub>2</sub> (°C)	OMDR (°C)
34,8	30,3	19,6	28,7	19,0	27,2	18,4	20,2

Tabla 4.1.2-3: Condiciones de Temperatura en la provincia de Soria, España, extraído de guía de condiciones climática exteriores de proyectos, por IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2010)

## En el caso de Segovia

### CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS <sub>99,6</sub> (°C)	TS <sub>99</sub> (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-13,2	-5,2	-3,4	9,7	85,1	38,6

### CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS <sub>0,4</sub> (°C)	THC <sub>0,4</sub> (°C)	TS <sub>1</sub> (°C)	THC <sub>1</sub> (°C)	TS <sub>2</sub> (°C)	THC <sub>2</sub> (°C)	OMDR (°C)
38,3	33,4	18,5	32,1	18,2	30,6	17,9	16,0

Tabla 4.1.2-4: Condiciones de Temperatura en la provincia de Segovia, España, extraído de guía de condiciones climática exteriores de proyectos, por IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2010)

(Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía, 2010)

**Las Estaciones**, debido a que este estudio se basa en las diferencias de consumo entre edificios, el factor de las estaciones no es representativo en un primer momento debido a que afectan a todos los objetos de estudio de manera simultánea, este factor solo sería representativo si estudiáramos la diferencia de consumo periódica, observando como varia el consumo en diferentes intervalos de tiempo. Este factor puede tener relevancia en edificios en los que el número de personas que hagan uso de él sea variable, para poner un ejemplo, entre los edificios de la universidad destacan aularios o bibliotecas, donde la concurrencia en estos varía en función del curso lectivo, pero este factor se tendrá en cuenta a la hora del análisis comparativo.

**Tipo constructivo**, este factor sí que es representativo para el estudio, pues en este estudio la tipología de cada edificio es única, además en el caso de la Universidad de Valladolid hay edificios históricos como la Facultad de Derecho y edificios de construcción reciente como el edificio LUCIA, en los dos edificios antes mencionados en un estudio comparativo es de suponer que un edificio histórico tenga un consumo comparativamente mayor. Debido a que este estudio se centra en el consumo eléctrico no se realizará un estudio de la estructura de cada edificio, si no que será un factor clave para la fase de análisis de los datos del estudio comparativo.

**Eficiencia energética**, como hemos analizado en el caso del tipo constructivo, cada uno de los edificios del estudio es único, por lo que puede haber diferencias considerables entre la eficiencia entre edificios, pero la Universidad de Valladolid tiene diversos proyectos para mejorar la eficiencia energética de sus edificios. En la parte del análisis de los datos este factor será uno de los representantes debido a que de todos los factores antes mencionados son difíciles de actuar sobre ellos, pero en el caso de la eficiencia energética hay numerosas formas de corregir el uso de los recursos.

### **4.1.3 Indicadores Energéticos empleados en el estudio**

En este trabajo hemos descrito el concepto de indicador energético, así como su importancia para el estudio del consumo energético, por lo tanto, queda concretar que indicadores energéticos vamos a emplear y justificarlo.

Como hemos aclarado varias veces durante el estudio, este trabajo se centrará en el consumo de energía puramente eléctrica, por lo tanto, el principal indicador de medida de energía eléctrica será el **Kilo Vatio Hora eléctrico (kWh eléctrico)**. La cantidad contenida en un kWh eléctrico equivale a 3,6 millones de julios en unidades del sistema internacional. El dato del indicador será proporcionado por las facturas realizadas por la comercializadora de manera que obtendremos consumos mensuales durante varios años, los datos han sido facilitados al estudiante por el departamento de calidad ambiental de la universidad de Valladolid.

No obstante, el indicador de kWh eléctrico solo nos indica la cantidad de energía consumida en el edificio, sin proporcionarnos información suficiente para poder comparar el consumo entre edificios, por lo tanto, habrá que construir más indicadores que nos permitan relacionar los consumos.

Los indicadores seleccionados para poder comparar consumos serán el **kWh/m<sup>2</sup>** principalmente y el **kWh/Estudiante**, de este último se posee menos información. **kWh/m<sup>2</sup>**, Este indicador nos informará del consumo eléctrico por superficie del edificio, queda aclarar que la superficie a la que se relacionará el consumo será superficie útil, es decir la superficie del edificio que sea aprovechable para un uso. Para la obtención de este indicador ha sido necesario acceder a todos los planos constructivos de los edificios objeto de estudio, pues a pesar de que se disponía del valor de la superficie construida de los edificios, este valor no era representativo para poder construir el indicador



energético apropiado, con los planos de los edificios y la herramienta informática AutoCAD, se calculó la superficie útil de cada edificio, eliminando los espacios que no fueran zonas de consumo de energía, no obstante en el apartado 4.2 de este trabajo se describen las herramientas empleadas en el estudio y se profundiza más en el cálculo de superficies.

A continuación, se muestran las superficies útiles calculadas en el estudio mediante la herramienta antes mencionada AutoCAD.

Edificio	Superficie Útil m <sup>2</sup>
Escuela Técnica Superior de ingenierías Agrarias	11072,6
Apartamentos Cardenal Mendoza	14857,75
Aulario Facultad de ciencias	13039,11
Aulario Campus Esgueva	5090,02
Aulario Campus la Yutera y Centro de investigación UVaMOX	13497,35
Biblioteca Reina Sofía	2847,57
Campus universitario Duques de Soria	16700,2
Campus universitario María Zambrano de Segovia	15232,59
Centro de Idiomas	3153,51
Edificio Casa del Estudiante	7762,21
Edificio IBGM	3243,79
Edificio IOBA	3968,81
Edificio LUCIA	6621,34
Edificio Quifima	4005,16
Edificio Rector Tejerina	10205,64
Edificio Santa Cruz 5	1330,27
Edificio Uvainnova	6851,16
Edificio Vicerrector	152,92
Escuela de Ingenierías Industriales de Paseo del Cauce	18889,75
Escuela de Ingenierías Industriales Sede Francisco Mendizábal	13810,6
Edificio Tecnologías de la información y las telecomunicaciones	21439,47
Escuela Técnica superior de Arquitectura	15088,29

*Tabla 4.1.3-1, Superficie útil de los edificios en estudio propiedad de la UVa*

Edificio	Superficie Útil m2
Facultad de ciencias del trabajo	4130
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales	15456,51
Facultad de Ciencias, Miguel Delibes	16006,66
Facultad de Comercio	11131,58
Facultad de Derecho	14574,58
Facultad de Educación y Trabajo social, Miguel Delibes	12067,79
Facultad de Educación, La Yutera	4130
Facultad de Filosofía y Letras	25963,3
Edificio Ciencias de la Salud	32004,5
Gimnasio de la UVa	1485,7
Naves de Investigación	1951,98
Palacio de Santa cruz	5704,58
Residencia Alfonso VIII	26189,94
Residencia Santa Cruz Femenino	6237,43
Residencia Santa Cruz Masculino	3875,67

*Tabla 4.1.3-1, Superficie útil de los edificios en estudio propiedad de la UVa*

En cuanto al indicador de **kWh/Estudiante**, con respecto a este indicador se posee menos información, pero de todos modos resulta interesante analizar los resultados y contrastarlos con los datos proporcionados con el primer indicador. Como los datos proporcionados son del año 2019, se realizará el análisis con los consumos del mismo año. Cabe destacar que todos los datos sobre el número de estudiantes son de edificios destinados a la docencia, pues a pesar de obtener el número de profesionales docentes o no docentes, no se pudo obtener el número de todos los docentes de todos los grados que se impartían en cada edificio, por lo tanto, se decidió emplear solo el número de estudiantes.

Edificio	Estudiantes
Facultad de ciencias del trabajo, La Yutera	205,00
Facultad de Educación, La Yutera	737,00
Escuela Técnica Superior de ingenierías Agrarias	488,00
Campus universitario María Zambrano de Segovia	2.320,00
Campus universitario Duques de Soria en la provincia de Soria	1.519,00
Facultad de Filosofía y Letras	1.792,00
Facultad de Derecho	1.298,00
Facultad de Ciencias	1.088,00
Edificio Ciencias de la Salud	2.018,00
Escuela Técnica superior de Arquitectura	555,00
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales	1.414,00
Edificio Tecnologías de la información y las telecomunicaciones	934,00
Facultad de Educación y Trabajo social	1.725,00
Escuela de Ingenierías Industriales (todas las sedes)	2.079,00
Facultad de Comercio	809,00

Tabla 4.1.3-2, Número de Estudiantes de algunos de los edificios de la Universidad de Valladolid

## 4.2 Herramientas empleadas durante el estudio.

### 4.2.1 AutoCAD.

Como hemos descrito, para el estudio emplearemos el indicador energético kWh/m<sup>2</sup>, pero la superficie que describe este indicador es la superficie útil del edificio, es necesario diferenciarla de la superficie construida, pues en la superficie construida solo abarca la superficie que ocupa el edificio desde las paredes que lo forman hacia su interior, esta superficie no es representativa para el estudio del consumo energético, pues se tienen en cuenta espacios que no son consumidores de energía o que en este estudio no se plantean, como puede ser el caso de cafeterías, reprografías, patios interiores, terrazas o espacios exteriores.

Es en este momento donde surge la herramienta AutoCAD para calcular las superficies útiles de cada edificio, pero a continuación se describirá la herramienta de forma genérica y más tarde concretaremos como se ha empleado en este estudio.

El Software informático AutoCAD como indican sus iniciales, significa Diseño Asistido por Computadora, el software dispone de herramientas para el diseño de dibujo en 2D y 3D siendo una herramienta fundamental en ámbitos de arquitectura, diseño o ingeniería. En el caso de la universidad de Valladolid es el uno de los softwares empleados por el departamento técnico de arquitectura para representar todos los planos de los edificios que disponen. En el software existen dos áreas de trabajo principales, el área de modelaje y el área de presentación.

En el área de modelaje es donde se realizan las tareas de dibujo y diseño, en este área se disponen de numerosas funciones que serán de gran utilidad como la función ESCALAR que nos permite cambiar la escala de un objeto, en este estudio ha sido fundamental el uso de una función denominada AREA, pero se describirá su utilidad más adelante. En el apartado de presentación podemos ajustar nuestros dibujos del área de modelaje a un plano o presentación, donde podemos ajustar la escala de nuestro dibujo para adaptarlo al tamaño de folio deseado, también es posible usar plantillas normalizadas para la presentación de nuestro dibujo.

La licencia para poder utilizar el software ha sido proporcionada por la compañía Autodesk como licencia limitada para estudiantes. A pesar de que las funciones de esta licencia son limitadas son suficientes para realizar las tareas que presentan el estudio.

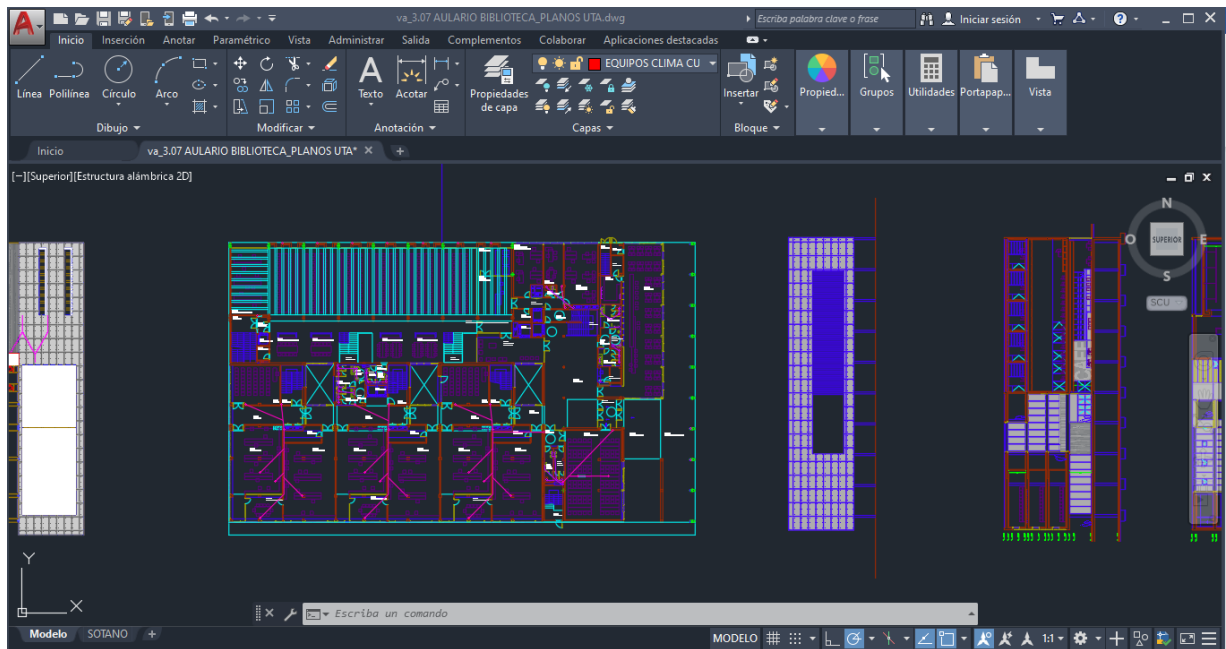


Figura 4.2.1-1 Captura de Pantalla del Software de dibujo AutoCAD

Pero la utilidad de AutoCAD en este estudio, como veníamos adelantando, reside en una función empleada en el área de modelaje, la función se denomina AREA, esta función como nos indica su propio nombre nos permite calcular la superficie de un área específica, de modo que en el área de modelaje estando a escala unidad, es decir que los objetos tengan las mismas medidas que el objeto que representan en la realidad, empleando la función AREA podemos ir calculando las áreas que supongan consumidoras de energía en cada edificio. Se considerarán área útil toda la que suponga un consumo de energía, aunque sea simple como iluminación, además también se retirarán espacios que no sean de interés para este estudio como cafeterías o reprografías. La metodología a seguir será seccionar las plantas de los edificios en áreas más pequeñas para que el cálculo sea más exacto.

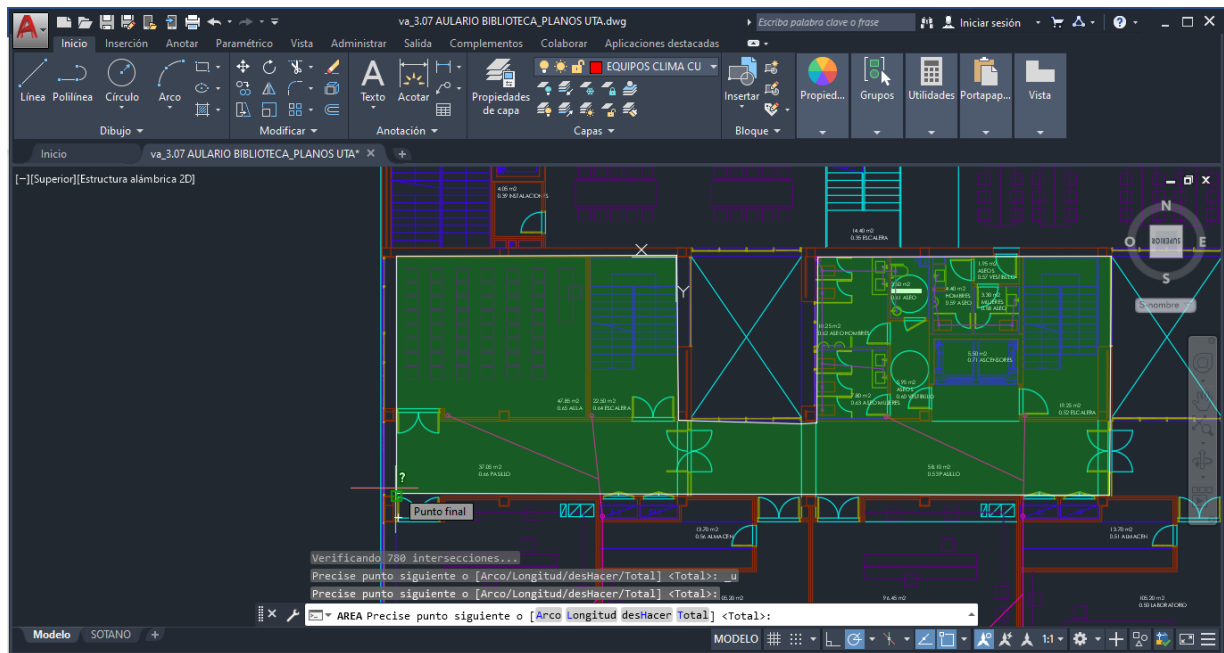


Figura 4.2.1-2 Captura de Pantalla del Software de dibujo AutoCAD, Función empleada AREA.

En la figura 4.2.1-2 podemos observar la función AREA donde se está excluyendo del cálculo un patio interior cuya función es otorgar luz natural a las estancias, por lo que no supone un área de consumo de energía.

Otro de los espacios excluidos para el cálculo es el que ocupan las paredes exteriores de los edificios, este espacio puede ser insignificante en edificios de construcción reciente, pero la universidad de Valladolid dispone de edificios históricos en los que el área que ocupan sus paredes es notable, como ejemplo se expone el edificio que alberga la actual facultad de derecho, la cual podemos observar en la figura 4.2.1-3.

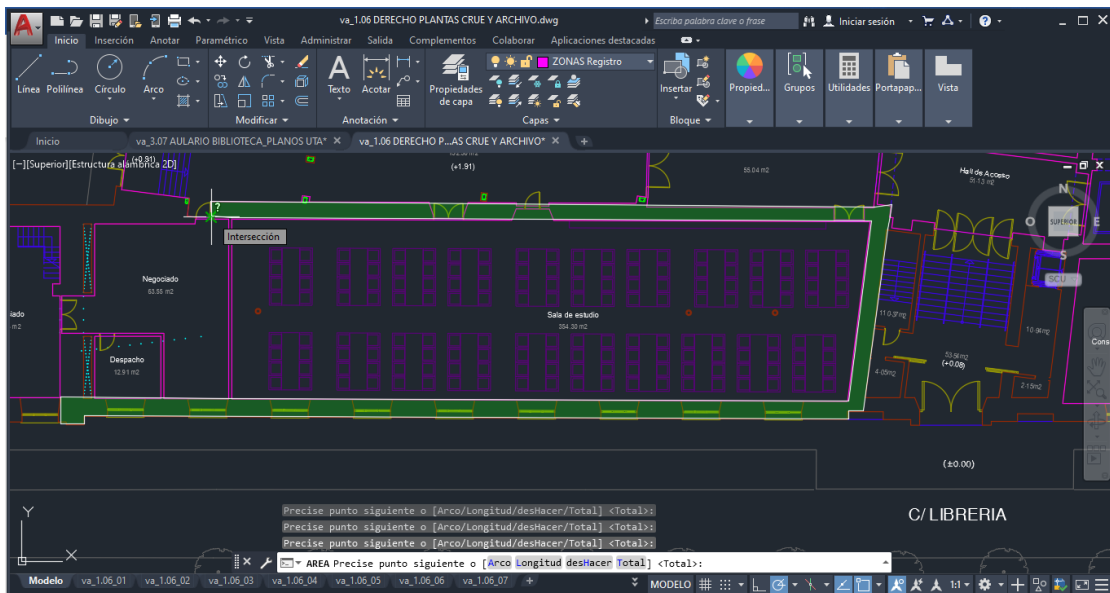


Figura 4.2.1-3 Captura de Pantalla del Software de dibujo AutoCAD, donde el espacio en verde representa el espesor de algunas de las paredes exteriores e interiores del edificio que alberga la facultad de Derecho de la UVa.

Una vez calculadas las superficies útiles de todos los edificios objeto de estudio se comprobó que las superficies calculadas fueran menores que la superficies construidas manteniendo un orden de magnitud, en caso de distar mucho el valor entre ambas superficies se volvían a calcular las superficies de manera que se redujeran las posibilidades de error.

La utilidad del software AutoCAD no se ha limitado solo al cálculo de las superficies útiles de los edificio, ha sido también imprescindible para la clasificación de los edificios, dicha clasificación podemos observarla en el apartado 3.2 de este mismo trabajo. En los planos constructivos de los edificios la unidad técnica de arquitectura de la UVa realiza una breve descripción del uso inicial de gran mayoría de estancias dentro de los edificios permitiendo establecer el uso general del propio edificio y finalmente poder agrupar edificios en función de su tipología. En la figura 4.2.1-3 podemos observar cómo se identifica una estancia como sala de estudios o incluso el negociado.

#### 4.2.2 Power Monitoring Expert.

Los datos de consumos de los diferentes edificios, como hemos venido adelantando, han sido proporcionados por la comercializadora que gestiona los consumos de la universidad, pero por cuestión de sencillez a la hora de la facturación algunos de los consumos de los edificios están englobados en la misma factura, de manera que disponemos de un solo dato de consumos para varios edificios. La solución para poder desglosar estos consumos de forma más precisa posible será determinar qué porcentaje del consumo global corresponde a cada edificio, para poder realizar esta tarea vamos a emplear la herramienta **Power Monitoring Expert**, a continuación, describiremos en que consiste esta herramienta y después concretaremos como nos ha servido para solucionar el problema descrito.

El software que se va a utilizar es **Power Monitoring Expert**, el cual es de la marca comercial Schneider, este software permite monitorizar dispositivos de medida de energía eléctrica, de forma que los dispositivos realizan mediciones cuarto-horarias y almacenan los datos en un servidor.



Figura 4.2.2-1 pantalla principal del software de monitorización Power Monitoring Expert de la UVa



La utilidad del software surge al poder recolectar los datos de consumos mensuales de los edificios por separado, de manera que podamos establecer un porcentaje mensual de consumo para poder desglosar los consumos de las Comercializadora.

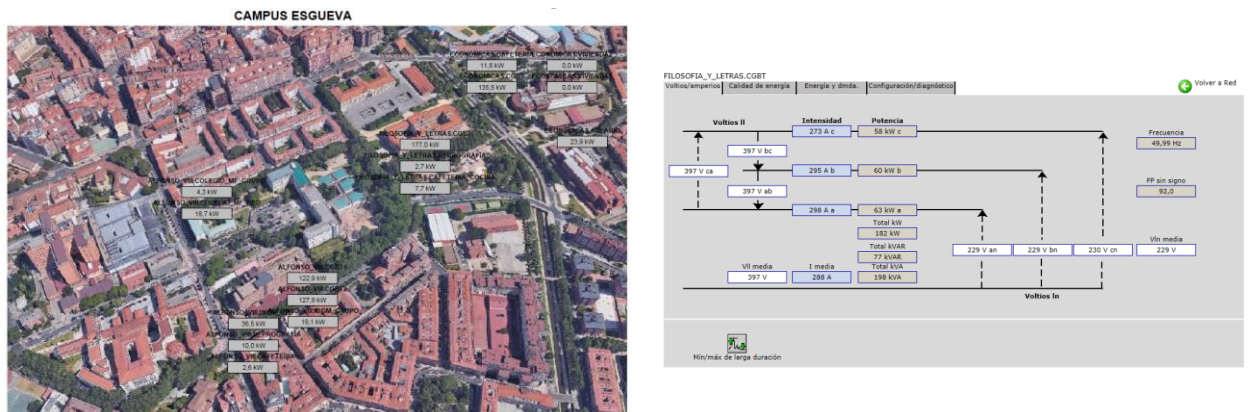


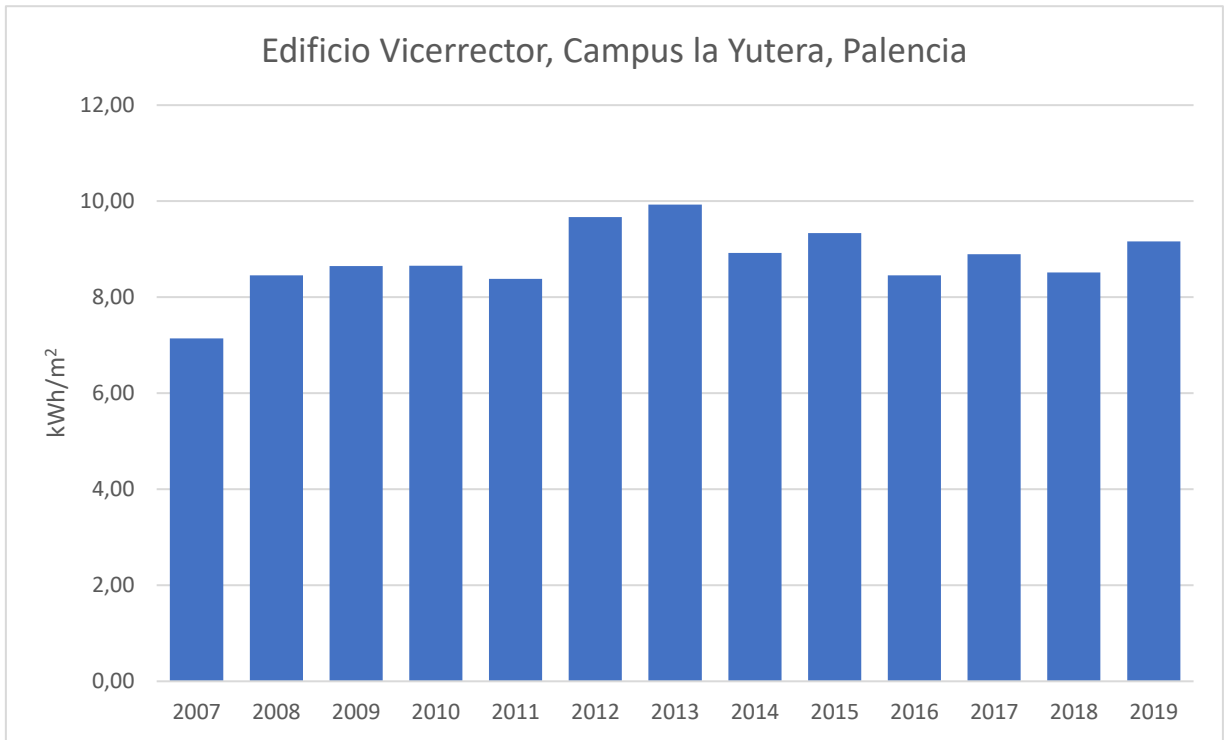
Figura 4.2.2-2 pantalla del campus Esqueva del software de monitorización Power Monitoring Expert de la UVA

### 4.3 Resultados.

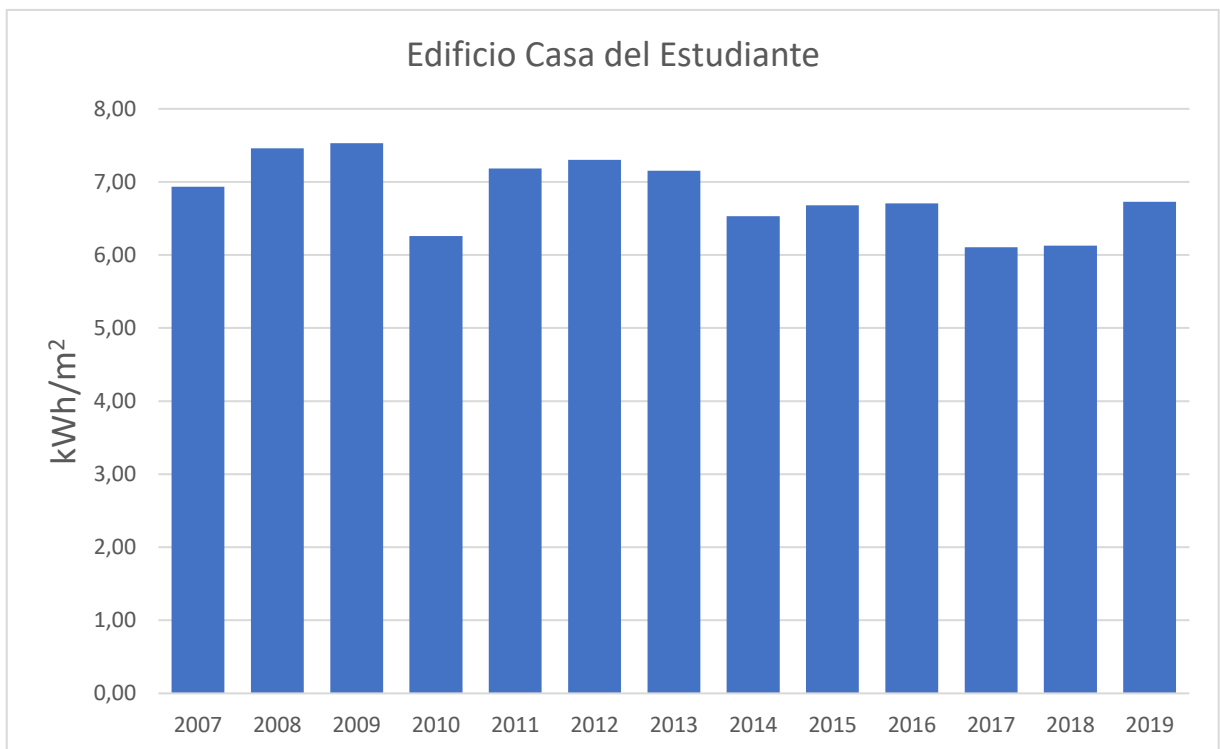
A continuación, se van a mostrar los resultados del análisis comparativo en forma de tablas que representen la evolución del consumo de los edificios, el indicador energético principal será **kWh/m<sup>2</sup>**, pues el indicador del que se posee más datos, pero también se mostrarán resultados del consumo empleando el indicador **kWh/Estudiante**, aunque la información sobre este indicador sea más reducida. Las tablas se ordenarán según la clasificación realizada en el capítulo 3 de este trabajo, donde se clasificaban los edificios en función de su tipología.

Cuando sea conveniente se comentará brevemente sobre algunos de los gráficos por el interés que pueda mostrar dicho resultado.

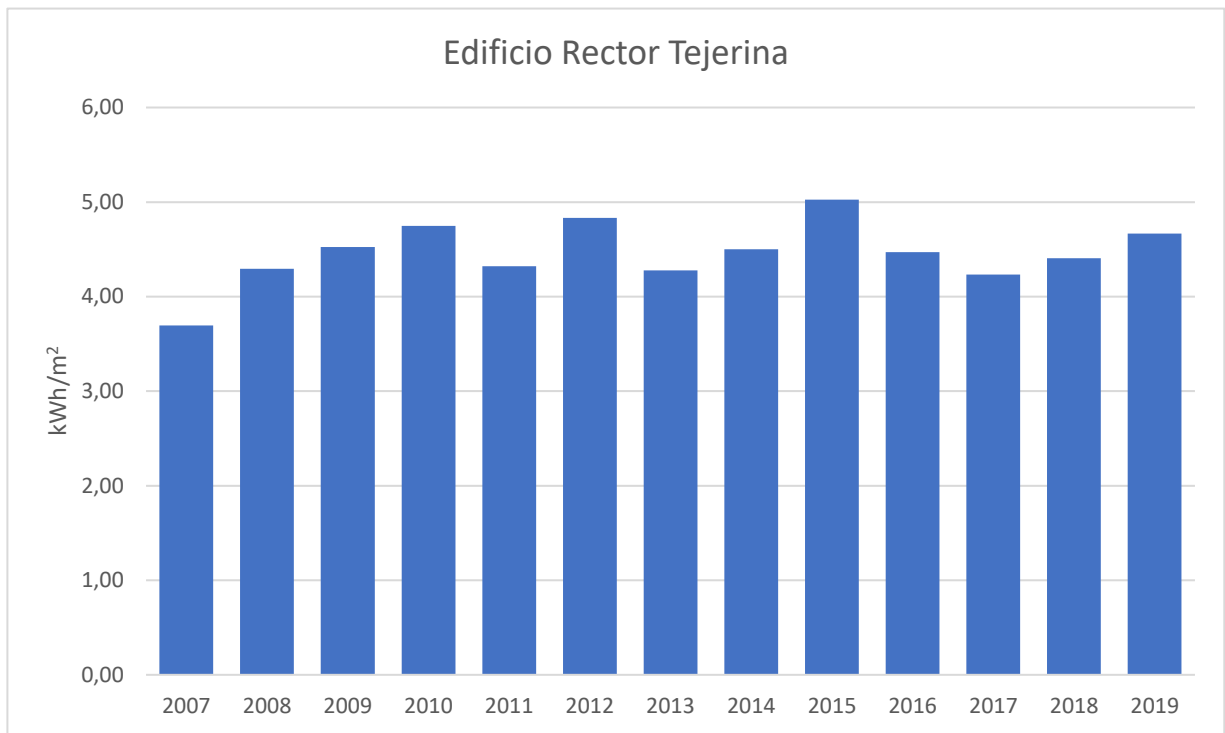
### 4.3.1 Departamental o Administrativo kWh/m<sup>2</sup>



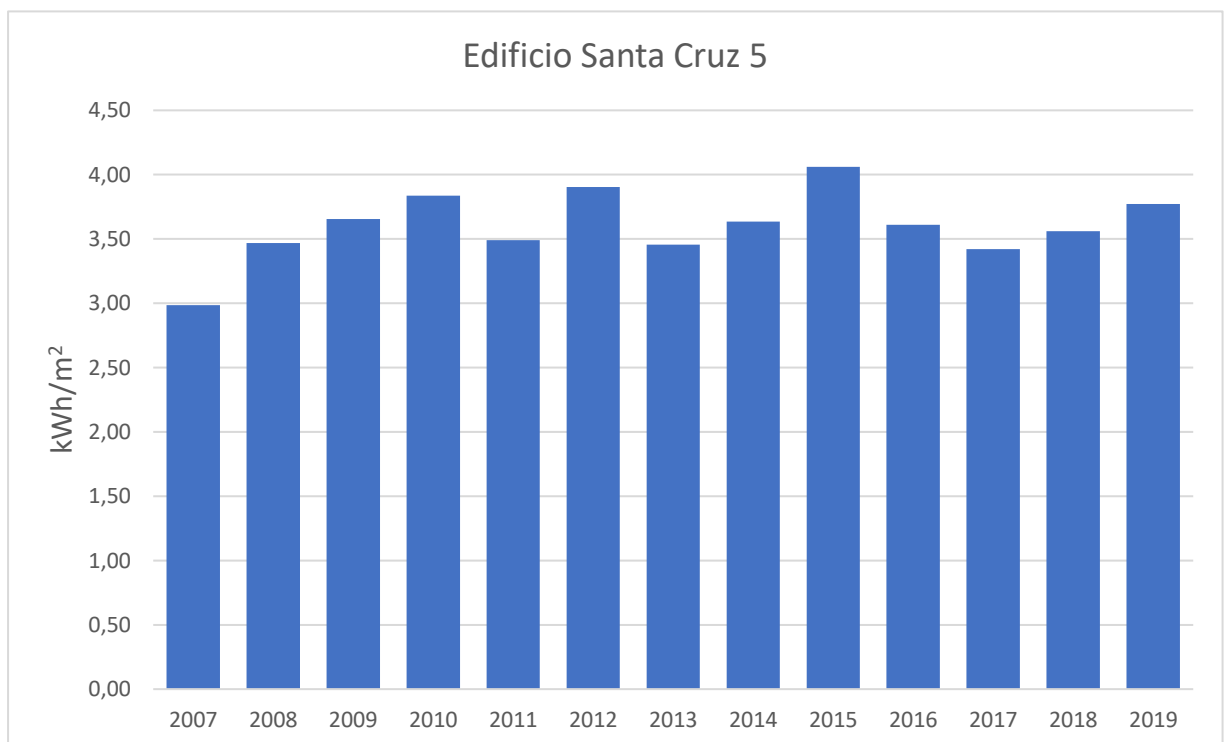
Gráfica 4.3.1-1 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> del edificio Vicerrector del Campus La Yutera, Palencia



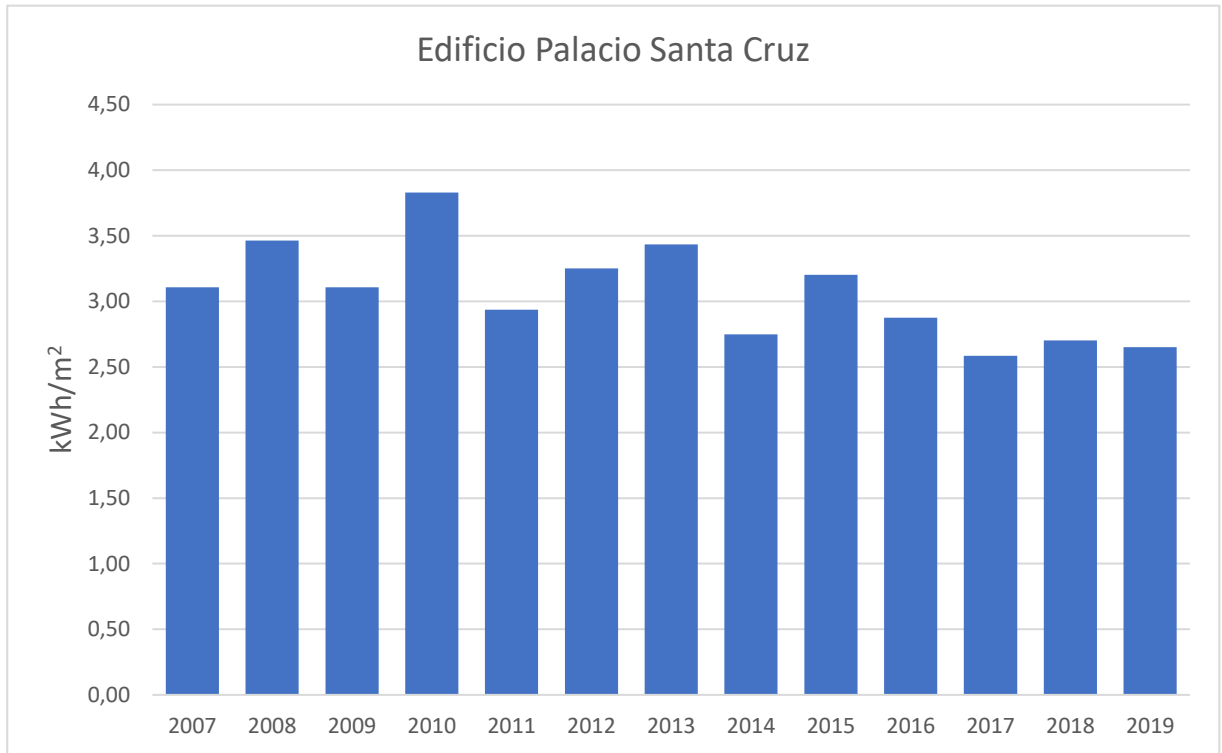
Gráfica 4.3.1-2 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Casa del Estudiante



Gráfica 4.3.1-3 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Rector Tejerina

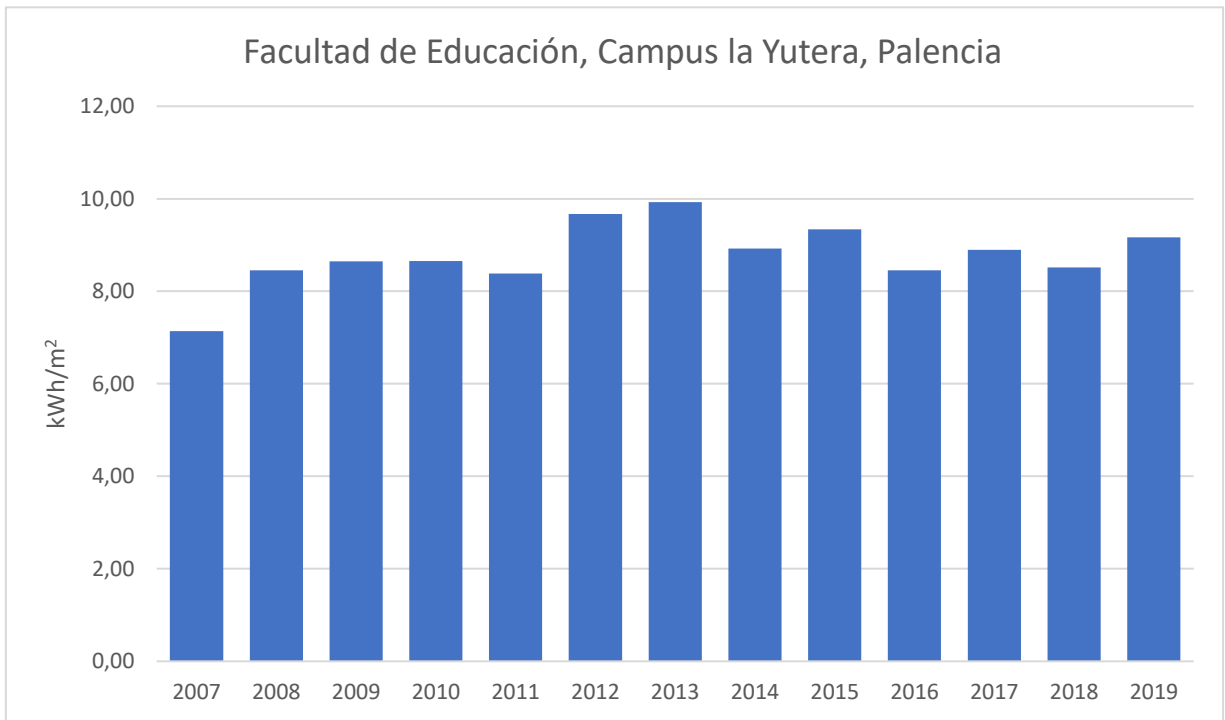


Gráfica 4.3.1-4 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Santa Cruz 5

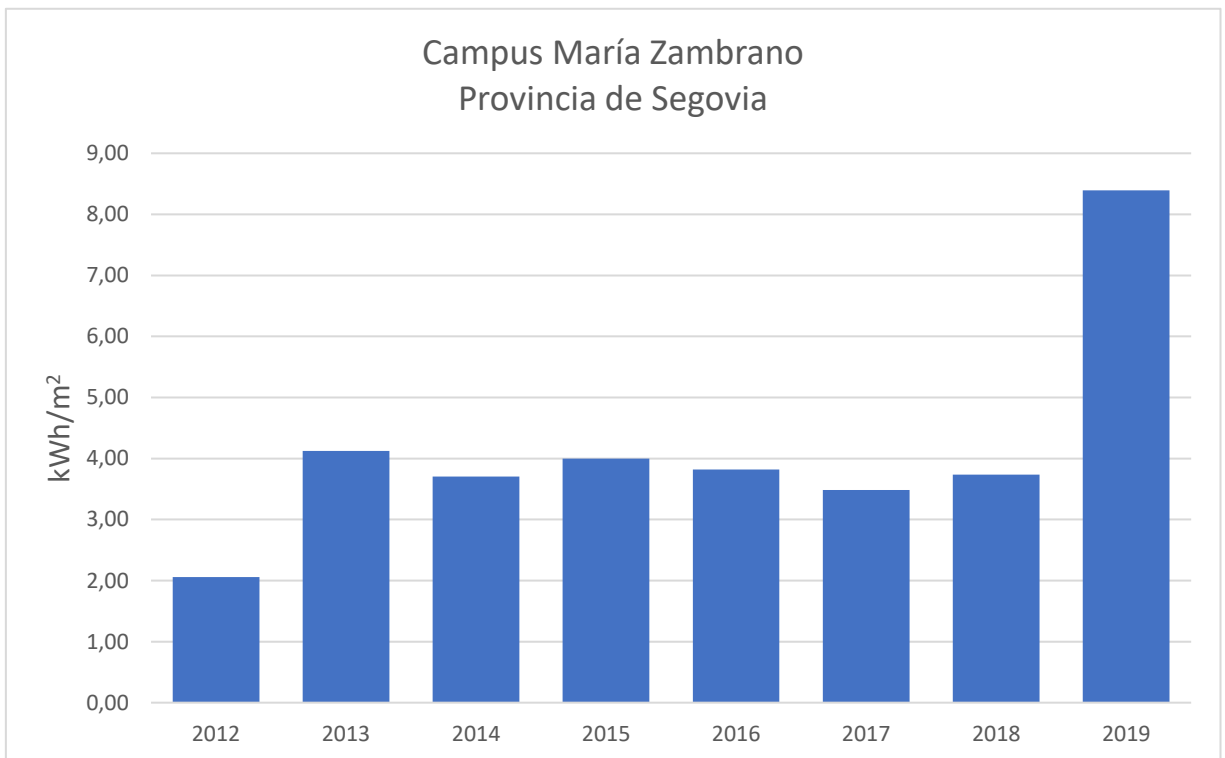


Gráfica 4.3.1-5 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Palacio Santa Cruz

### 4.3.2 Docencia kWh/m<sup>2</sup>

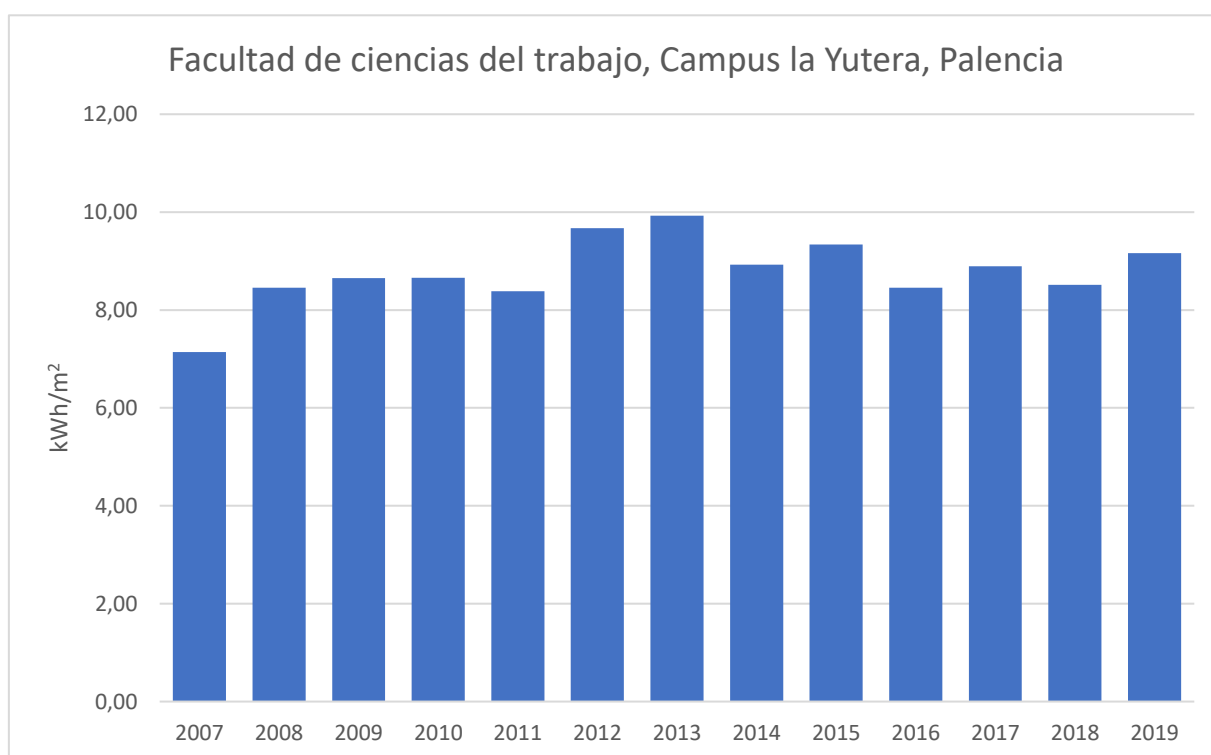


Gráfica 4.3.2-1 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Educación, La Yutera, Palencia.

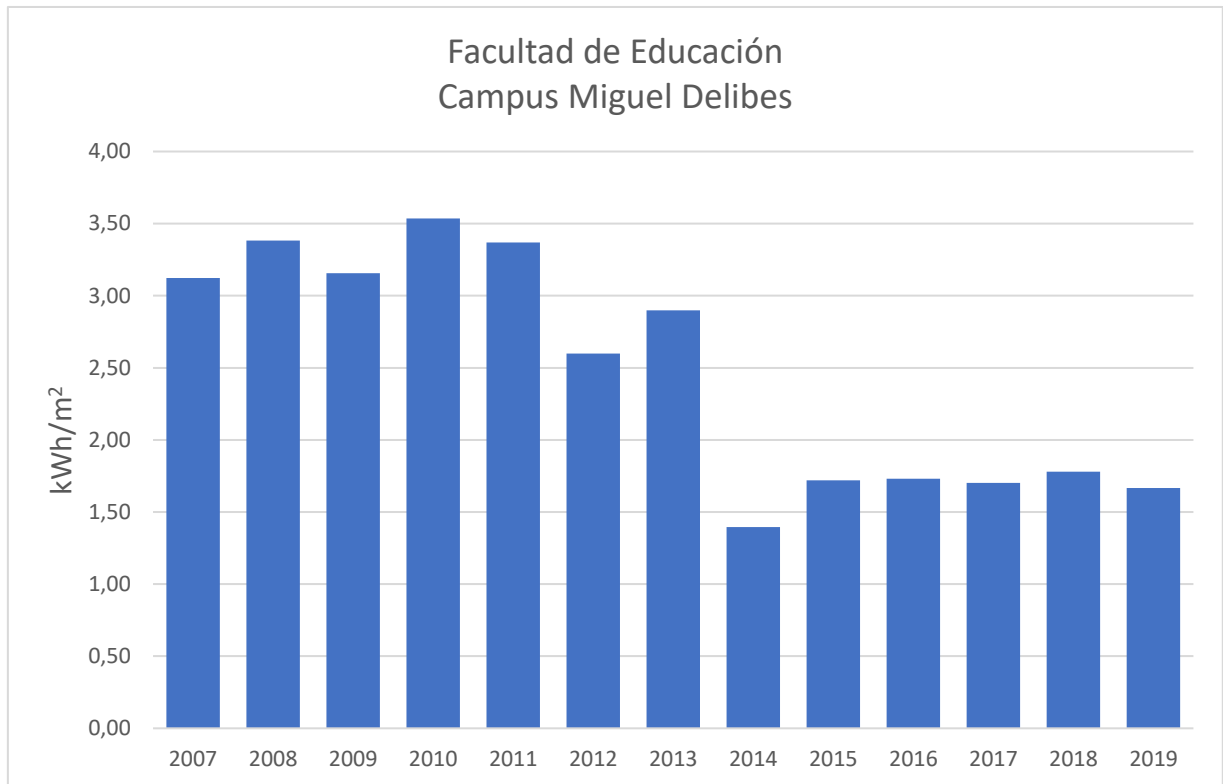


Gráfica 4.3.2-2 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Campus María Zambrano, Segovia.

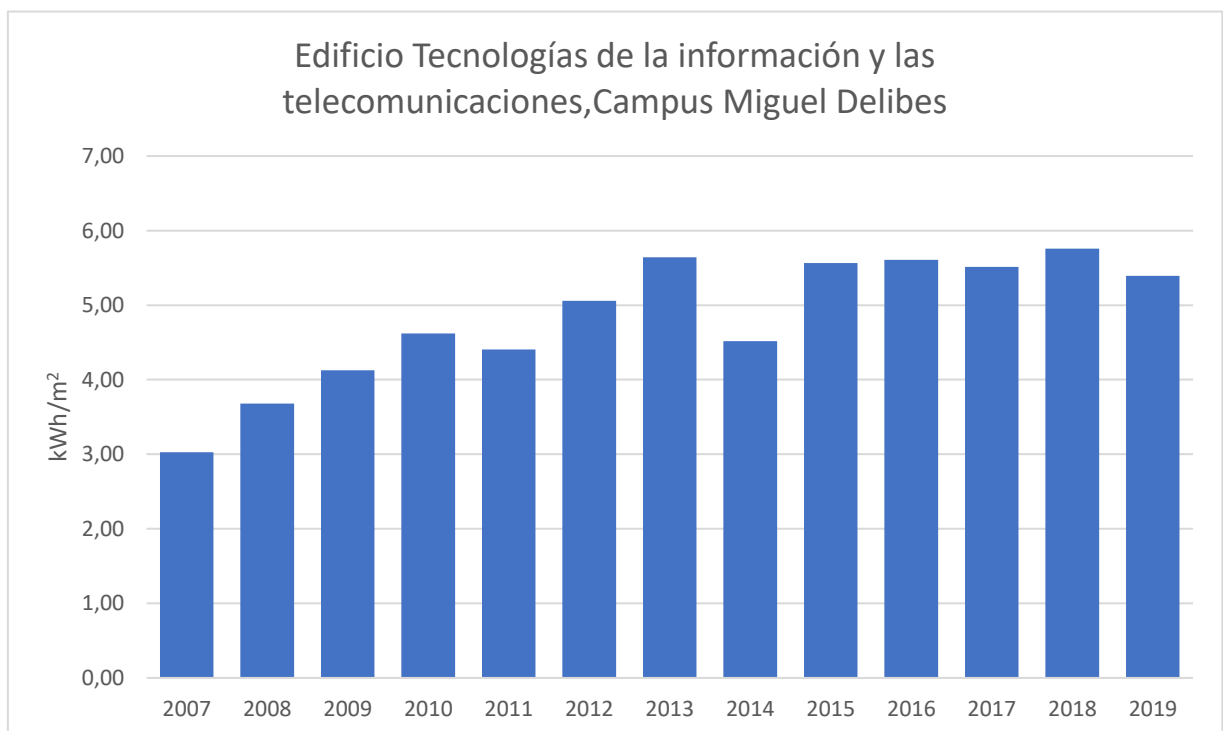
El siguiente caso lo podemos observar en la gráfica 4.3.2-2 la cual corresponde al Campus María Zambrano, en Segovia, en este caso es destacable la evolución del consumo del año 2018 hasta el año 2019, donde de un año al siguiente el consumo se duplica, tras realiza una investigación, el Campus María Zambrano sufrió una ampliación que comenzaría en el año 2016, pero no estaría operativa hasta el año 2020, dicha ampliación supondría un aumento de la superficie útil que no se calculó con los planos iniciales, por lo tanto el consumo que supondría la ampliación del campus se cargaría en la superficie útil inicial del campus, debido a esto el consumo del campus se dispara durante el año 2019.



Gráfica 4.3.2-3 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio de Trabajo Social, La Yutera, Palencia.

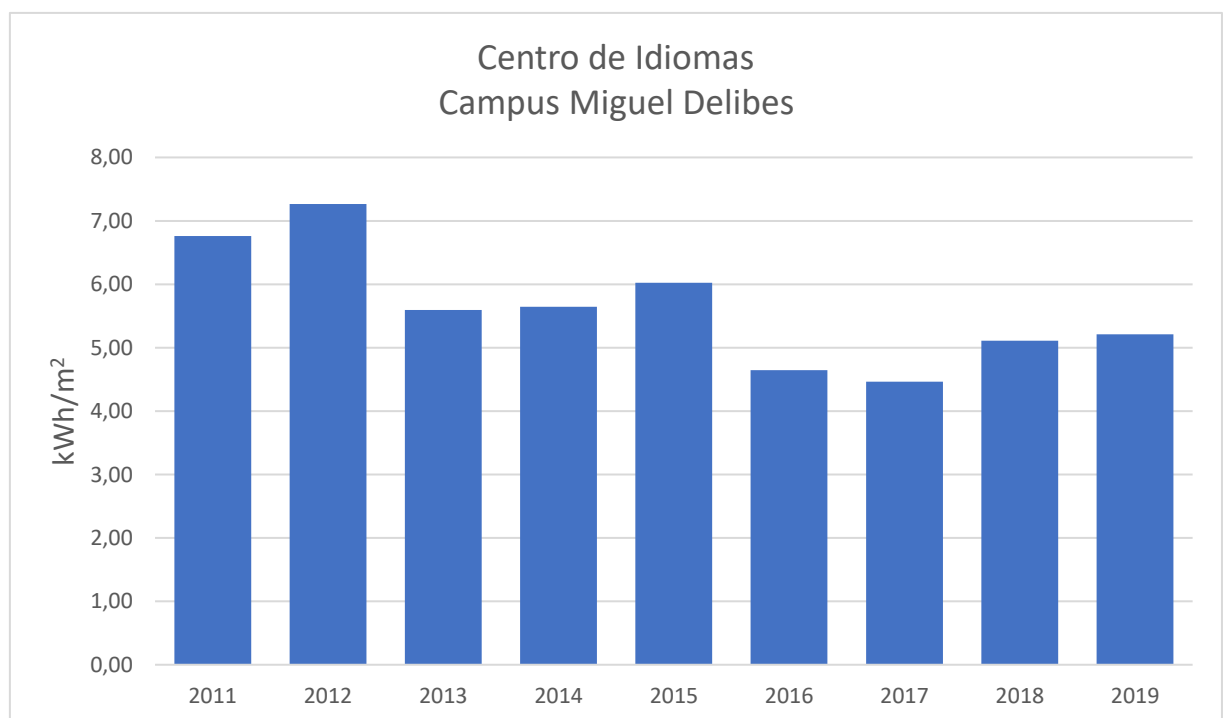


Gráfica 4.3.2-4 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Educación, Campus Miguel Delibes



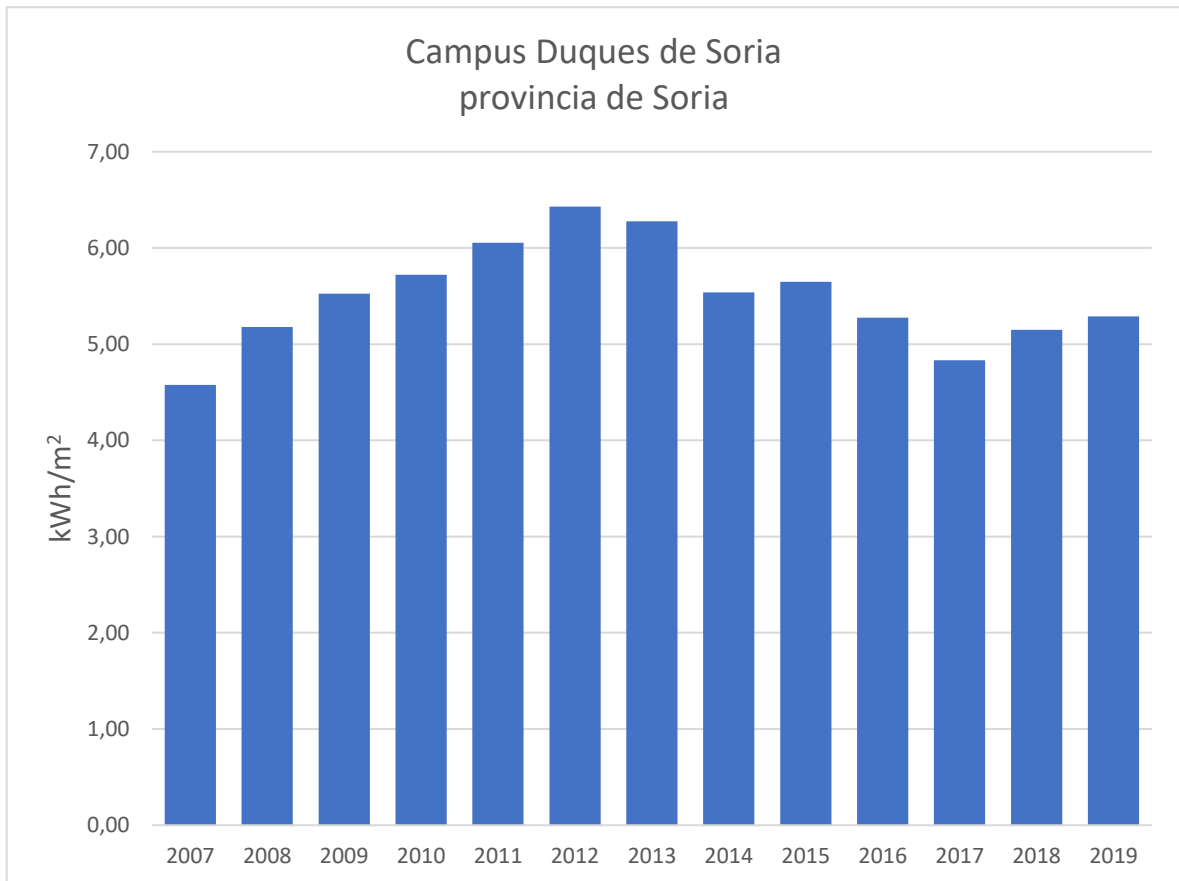
Gráfica 4.3.2-5 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de la Edificio Tecnologías de la información y las telecomunicaciones, Campus Miguel Delibes

Podemos observar la gráfica 4.3.2-5 que corresponde a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación en el Campus Miguel Delibes, en este caso la gráfica representa un aumento progresivo del consumo con los años, en este caso el consumo nos muestra la evolución creciente del edificio desde sus comienzos hasta que llega a su auge, las facultades que acoge este edificio, la Facultad de telecomunicaciones y la Facultad de Ingenieros Informáticos, son de las más recientes que se han fundado en la Universidad de Valladolid, por lo que es de suponer que en sus primeros años tuvieron una menor acogida por los estudiantes debido al desconocimiento.

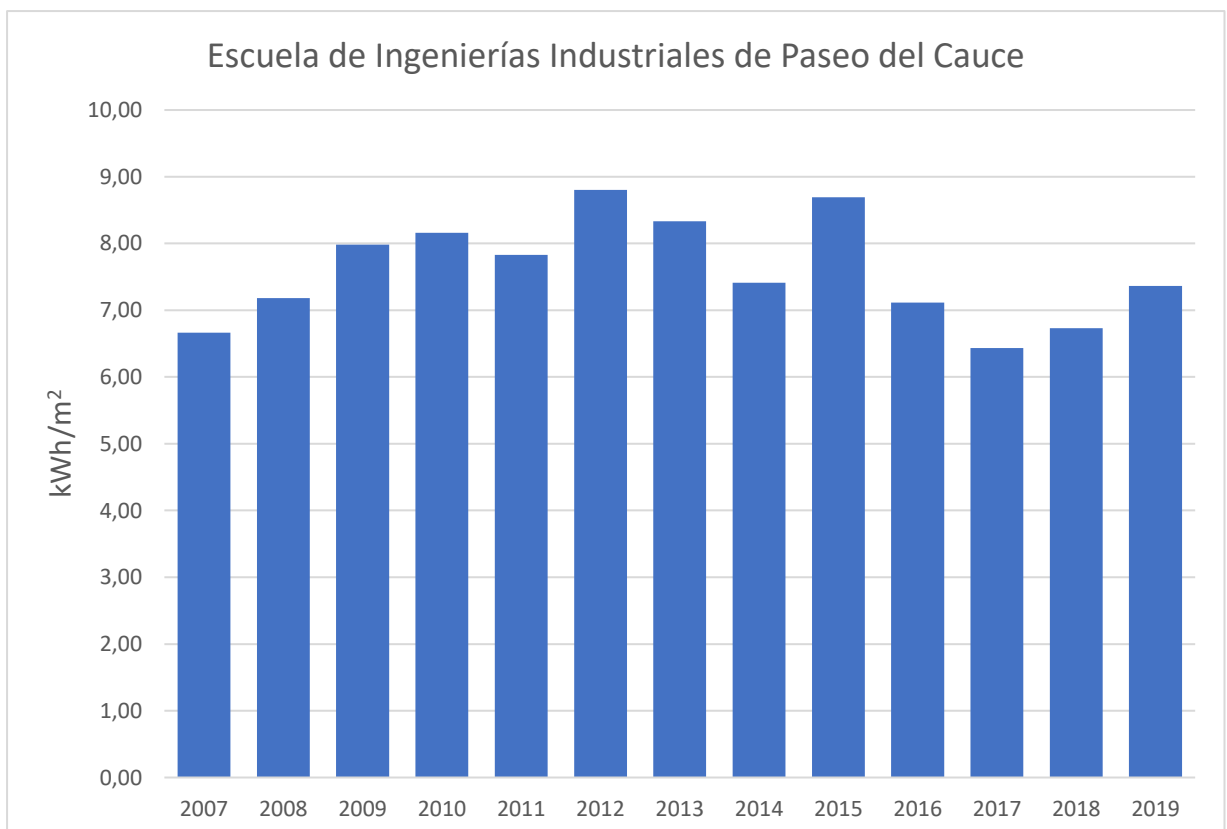


Gráfica 4.3.2-6 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> del Centro de Idiomas, Campus Miguel Delibes

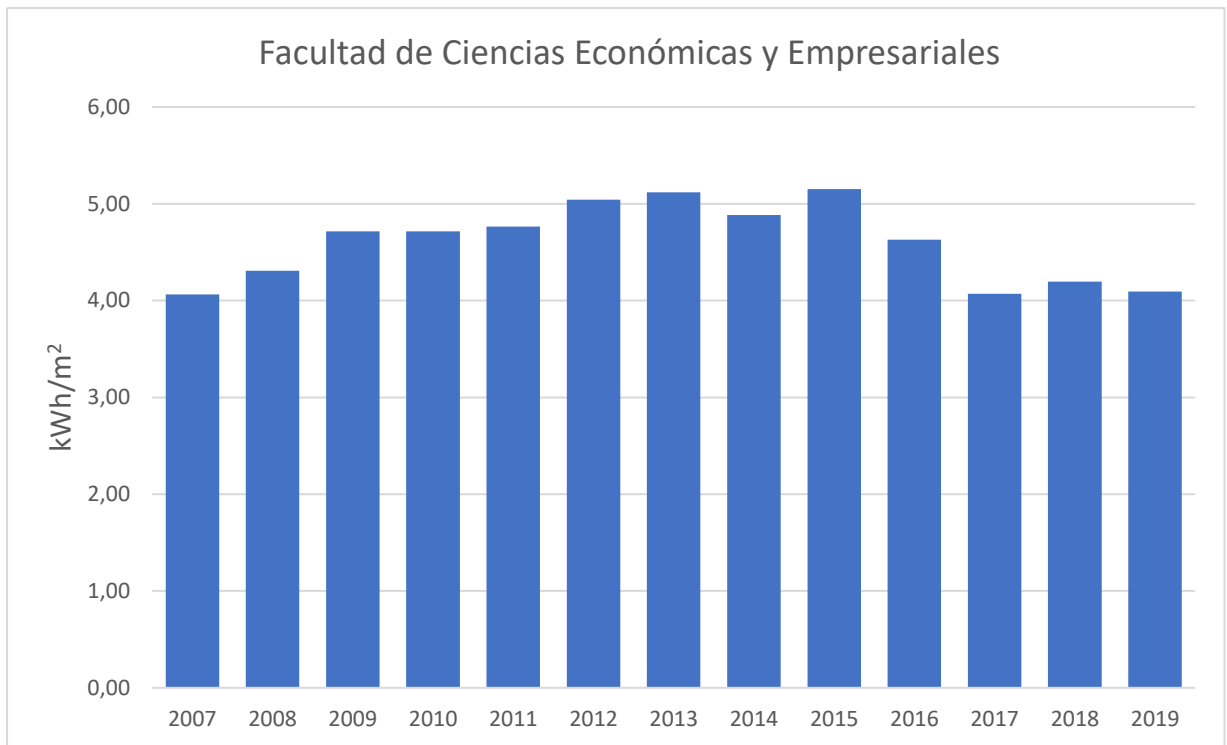




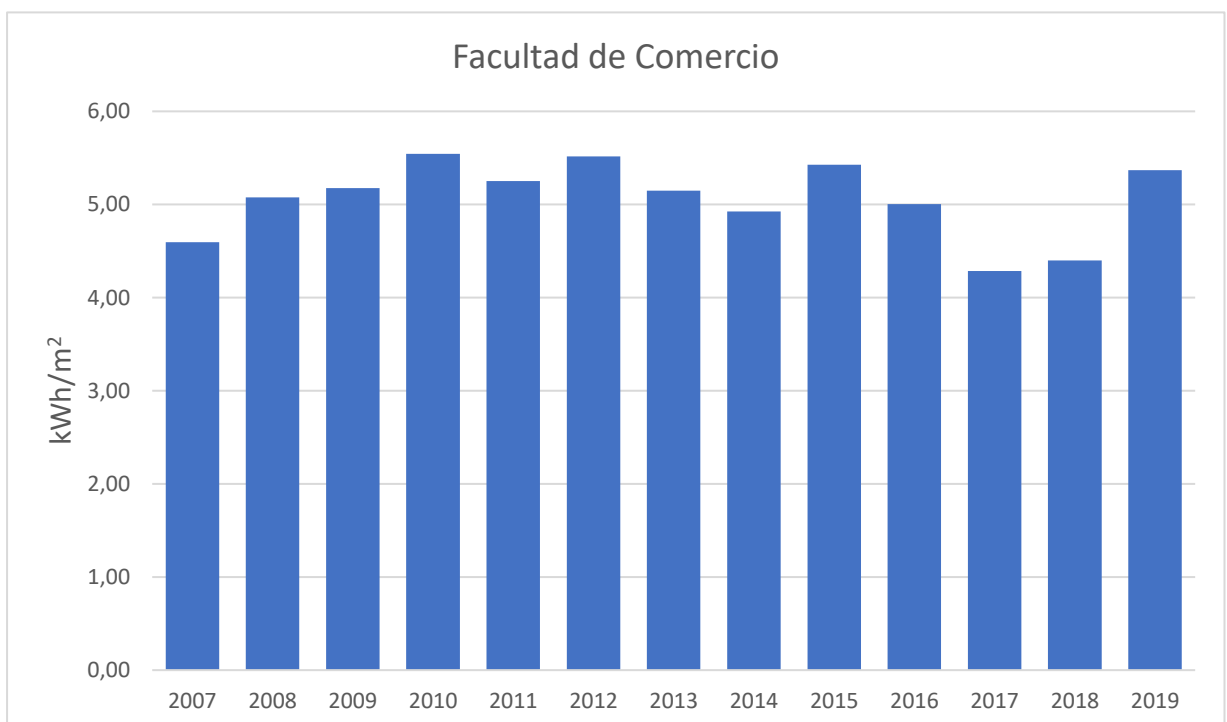
Gráfica 4.3.2-7 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Campus Duques de Soria



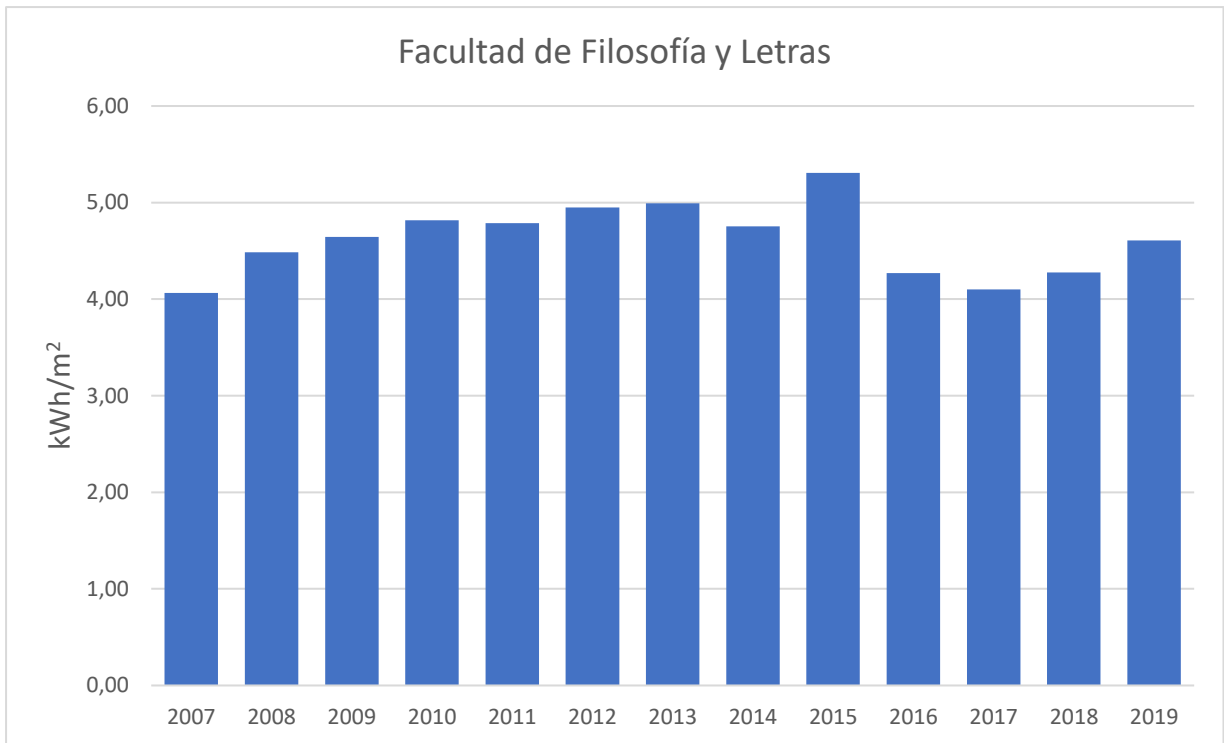
Gráfica 4.3.2-8 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Escuela de Ingenierías Industriales de Paseo del Cauce



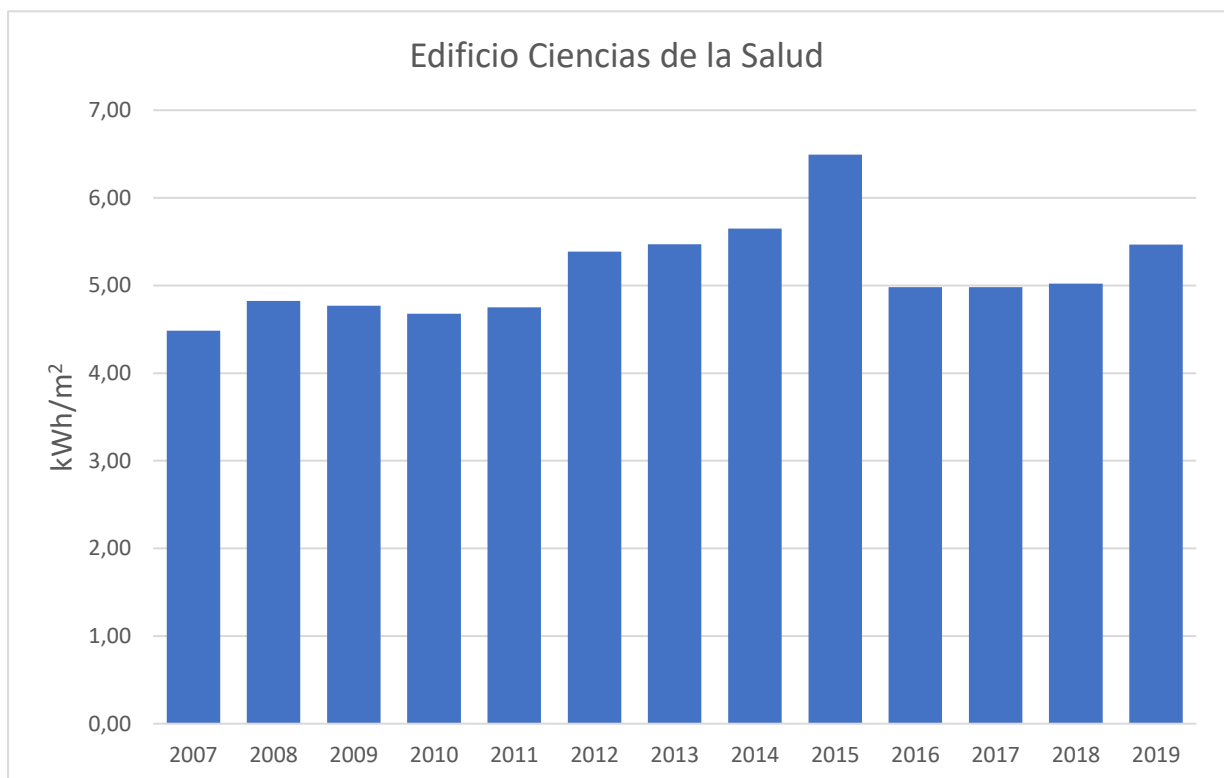
Gráfica 4.3.2-9 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales



Gráfica 4.3.2-10 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Facultad de Comercio

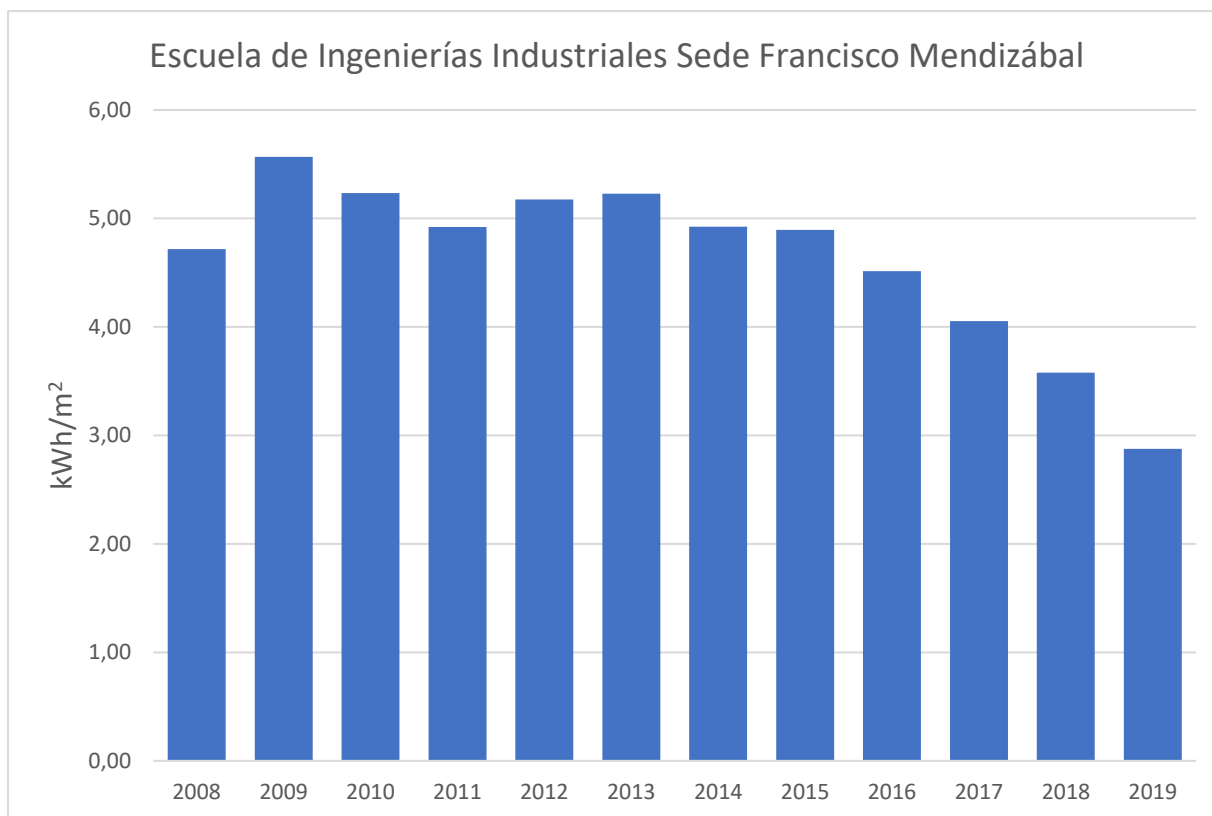


Gráfica 4.3.2-11 Consumo en kWh/m² Facultad de Filosofía y Letras



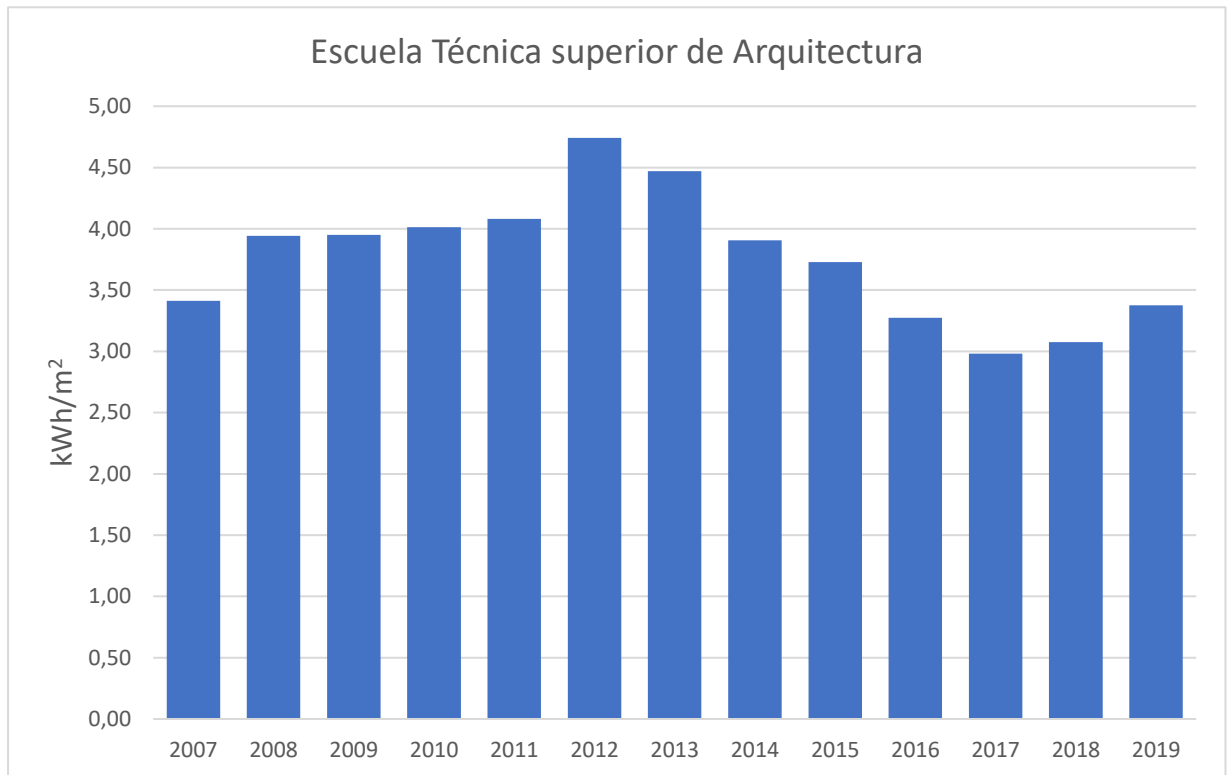
Gráfica 4.3.2-12 Consumo en kWh/m²

Edificio Ciencias de la Salud

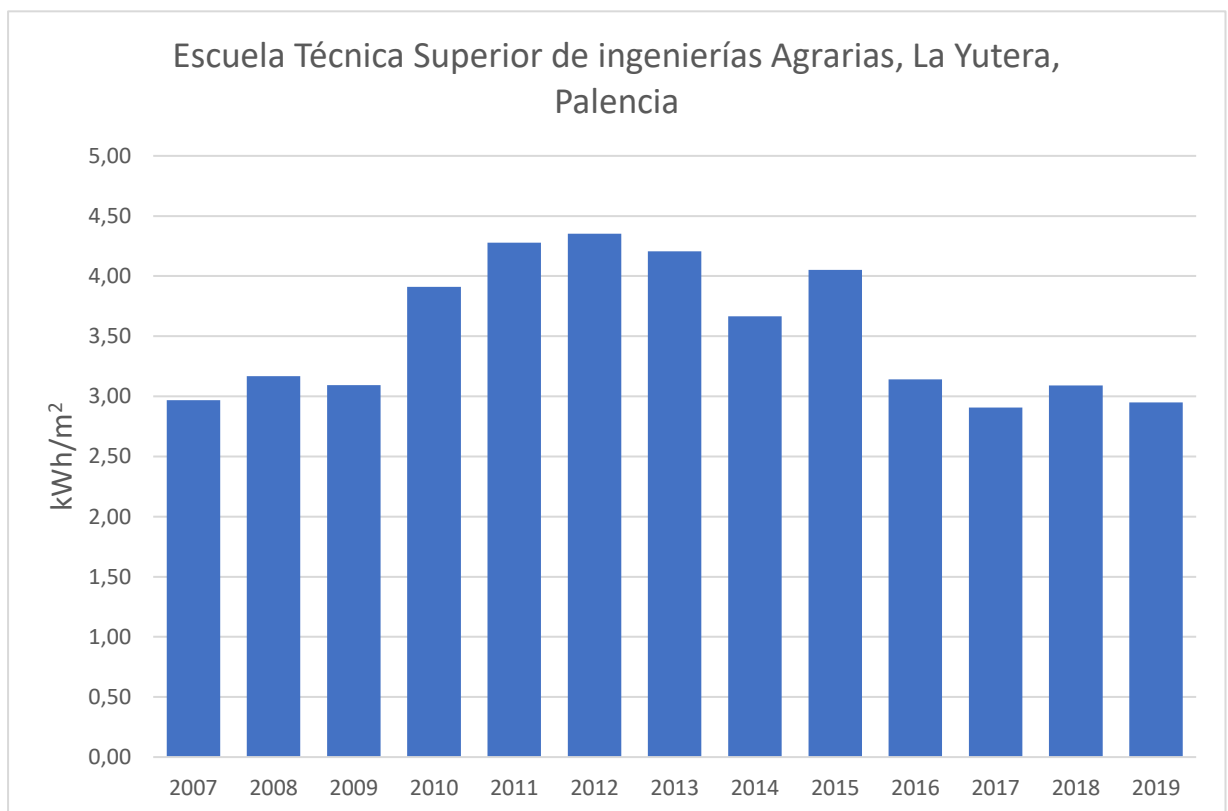


Gráfica 4.3.2-13 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Escuela de Ingenierías Industriales Sede Francisco Mendizábal

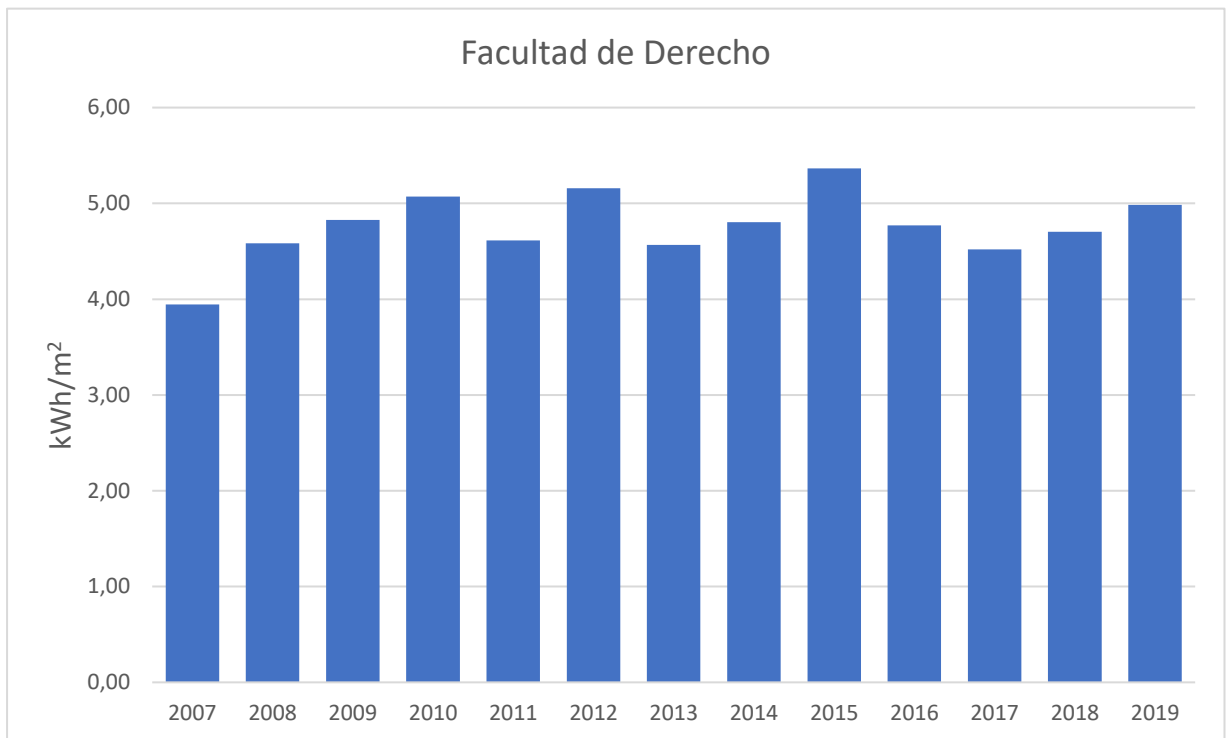
Observamos como en la gráfica 4.3.2-13 de la Escuela de Ingenierías Industriales en su sede Francisco Mendizábal, como la tendencia del consumo crece en los dos primeros años de estudio, pero después adopta una tendencia decreciente, la sede Francisco Mendizábal albergaba en sus comienzos numerosos grados que con los años se trasladarían a otras sedes, como la sede Paseo del Cauce, durante el curso académico 2018-2019 se procedería a trasladar los últimos grados de la sede a otros edificios, quedando entonces para un uso reducido de varios laboratorios que todavía no se habrían trasladado. Este abandono progresivo de la sede queda plasmado en sus consumos a lo largo de los años, en una sola gráfica a lo largo de doce años, podemos ver el auge y la consecuente decadencia del edificio, como pronostico la tendencia de consumo del edificio seguiría reduciéndose hasta su abandono final.



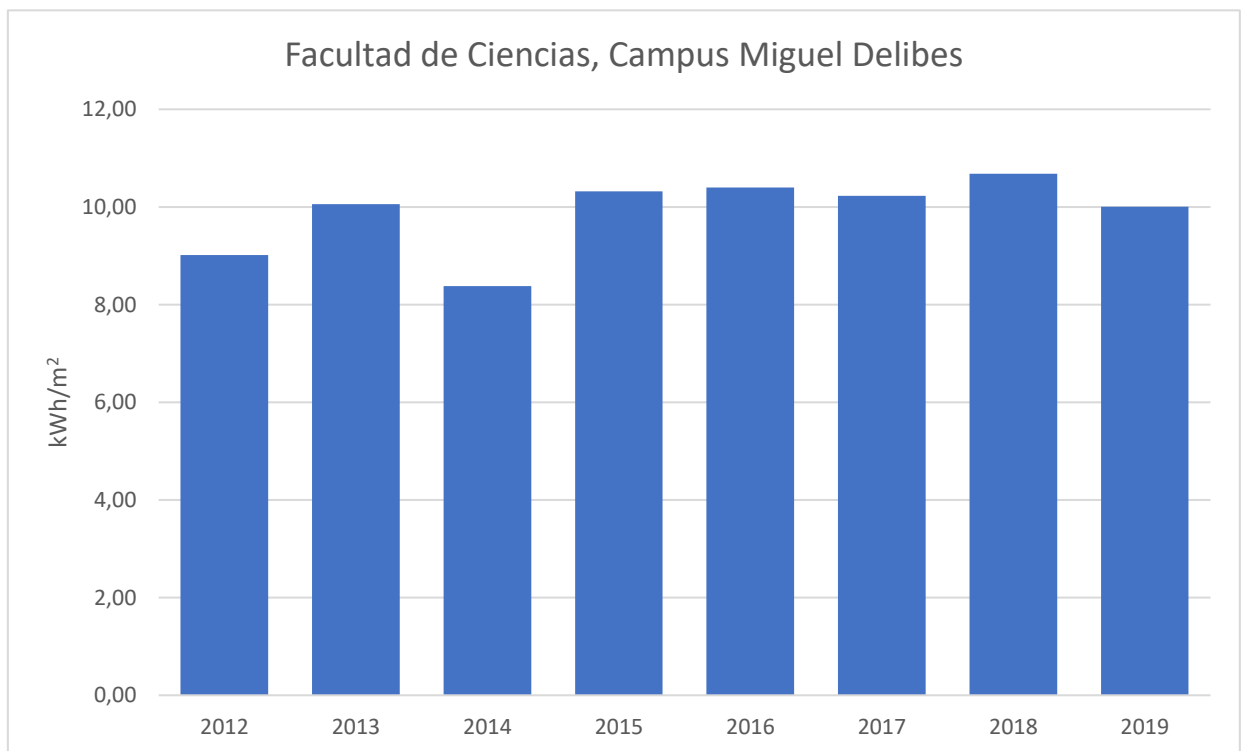
Gráfica 4.3.2-14 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Escuela Técnica superior de Arquitectura



Gráfica 4.3.2-15 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Escuela Técnica Superior de ingenierías Agrarias, La Yutera, Palencia

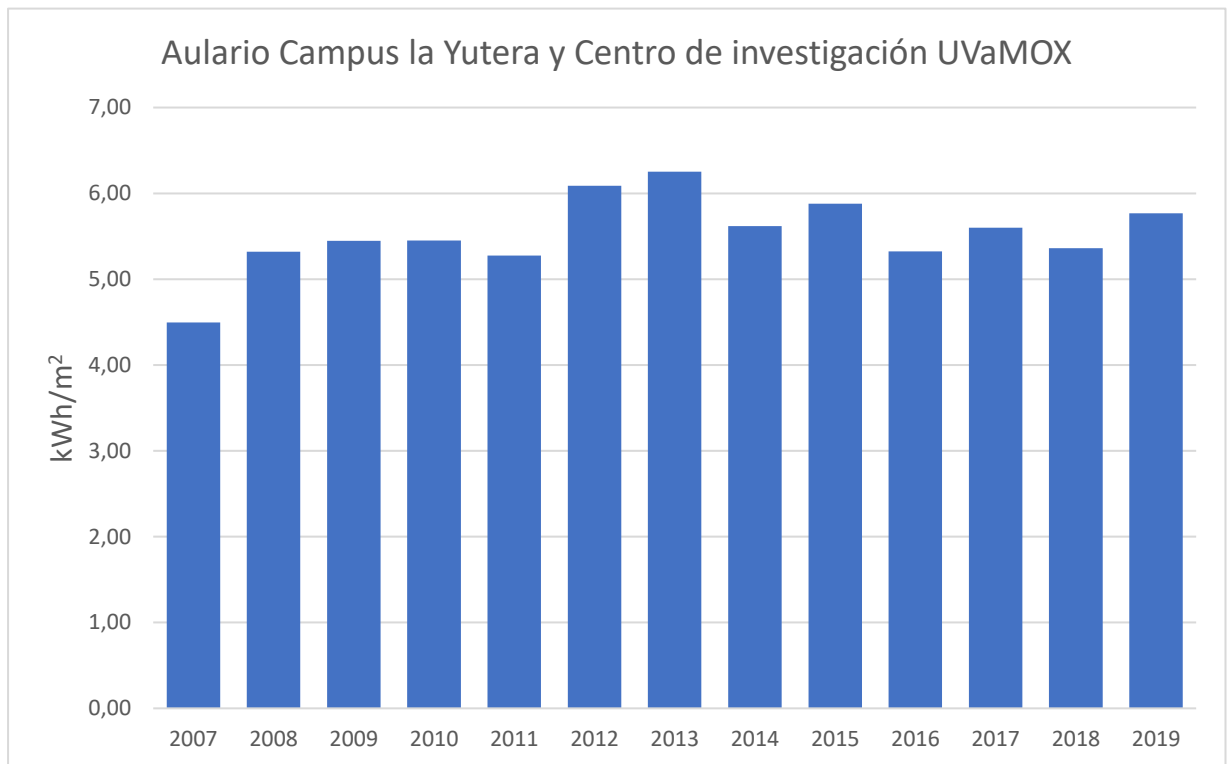


Gráfica 4.3.2-16 Consumo en kWh/m² Facultad de Derecho

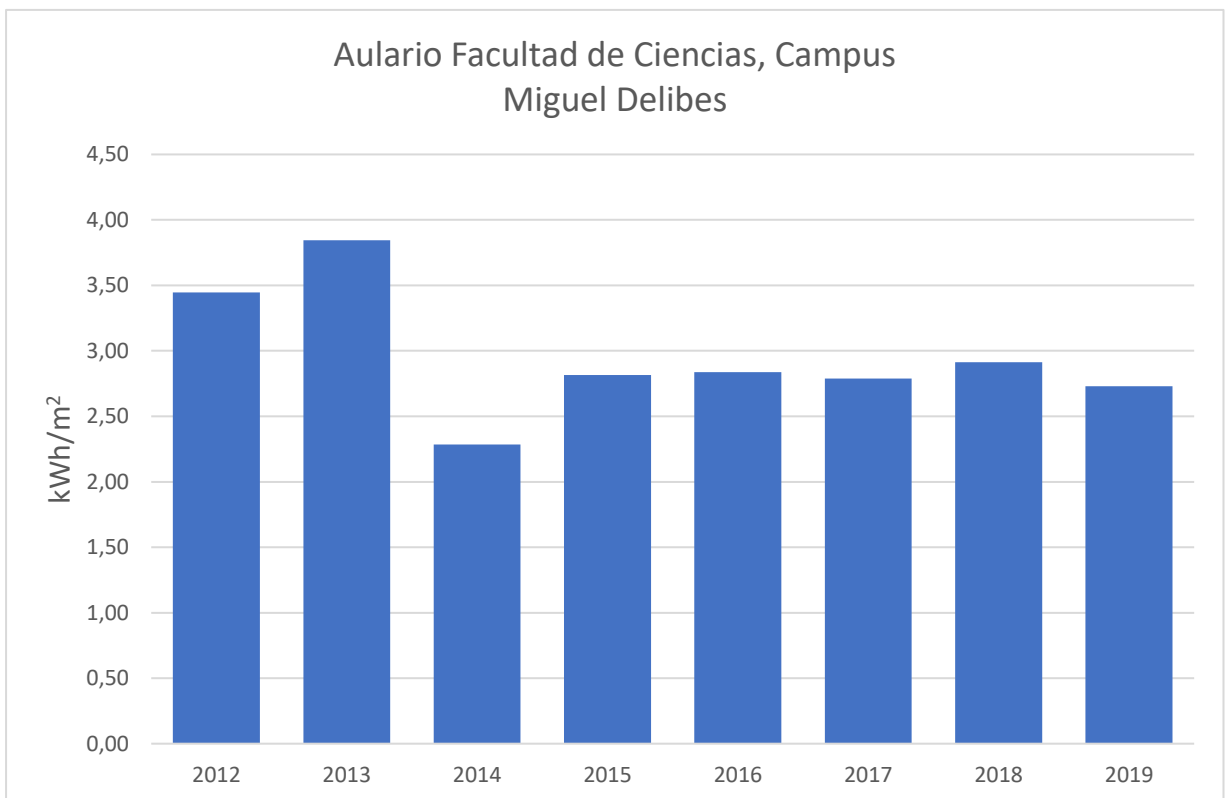


Gráfica 4.3.2-17 Consumo en kWh/m² de la Facultad de Ciencias, Campus Miguel Delibes

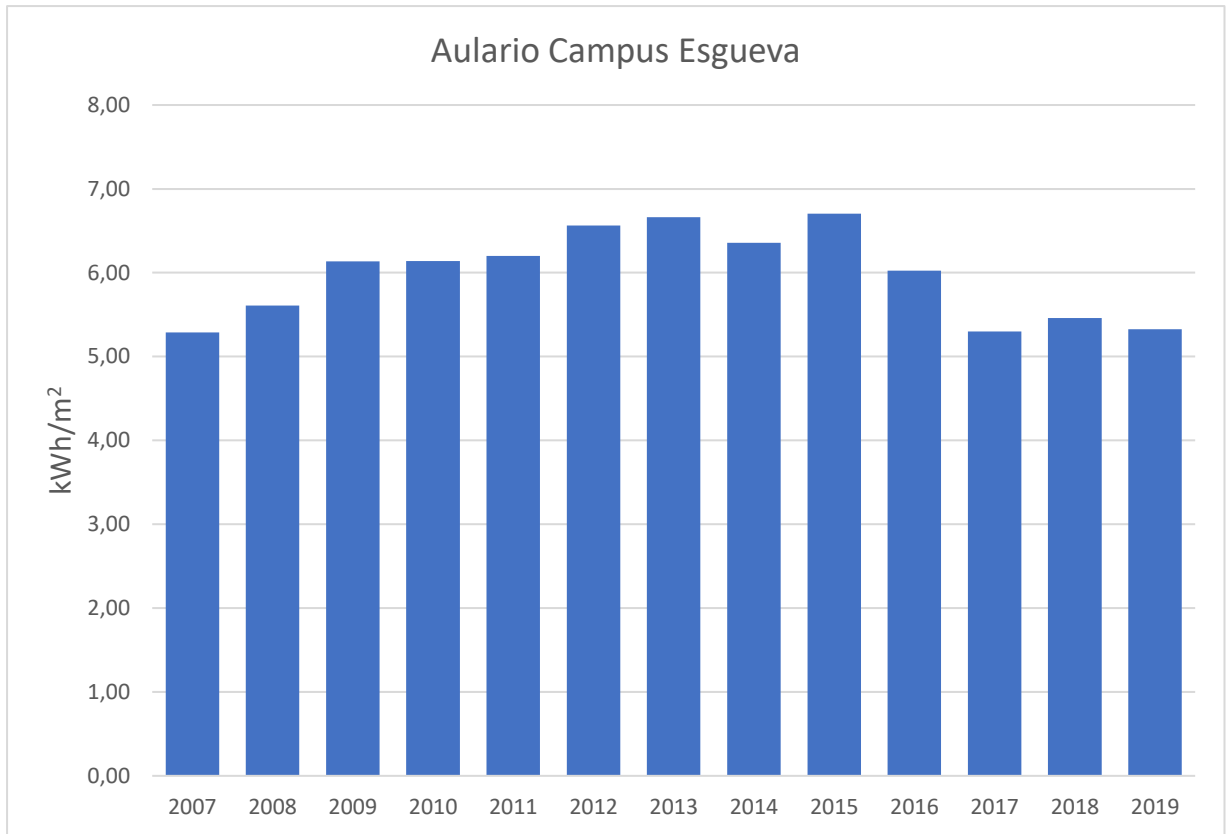
### 4.3.3 Aulario o Biblioteca kWh/m<sup>2</sup>



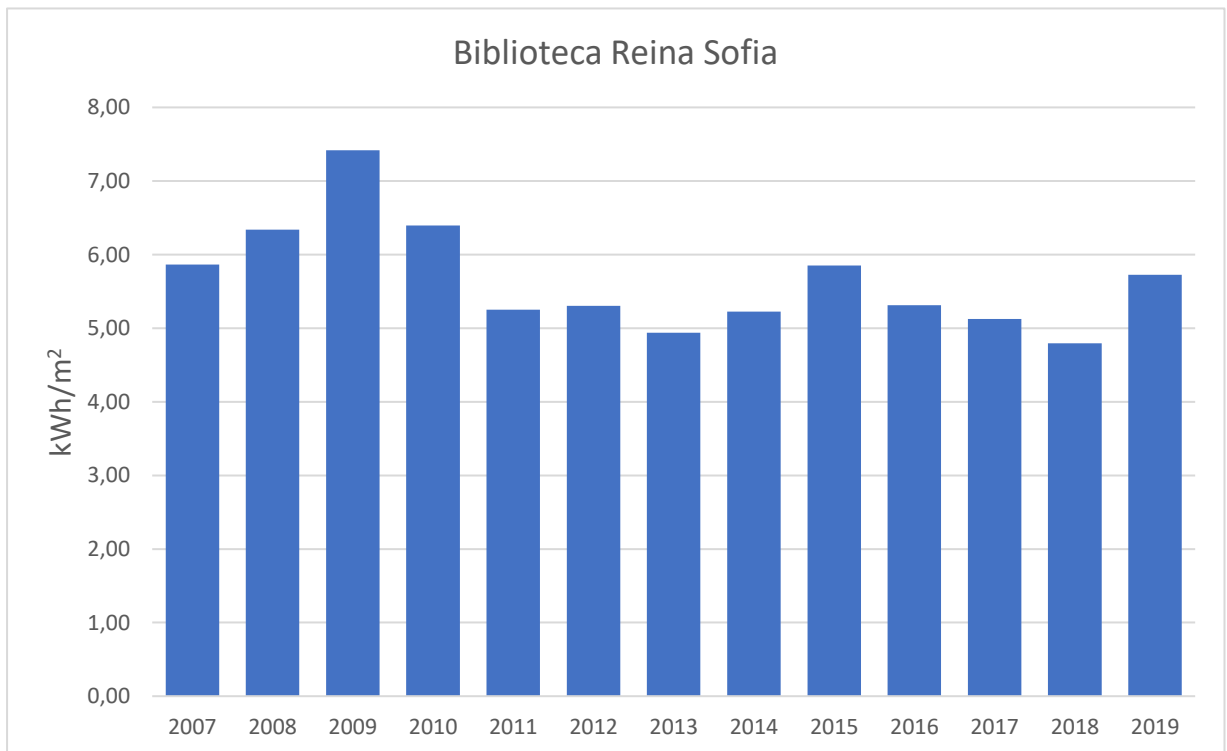
Gráfica 4.3.3-1 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Aulario Campus la Yutera y Centro de investigación UVaMOX



Gráfica 4.3.3-2 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Aulario Facultad de Ciencias, Campus Miguel Delibes



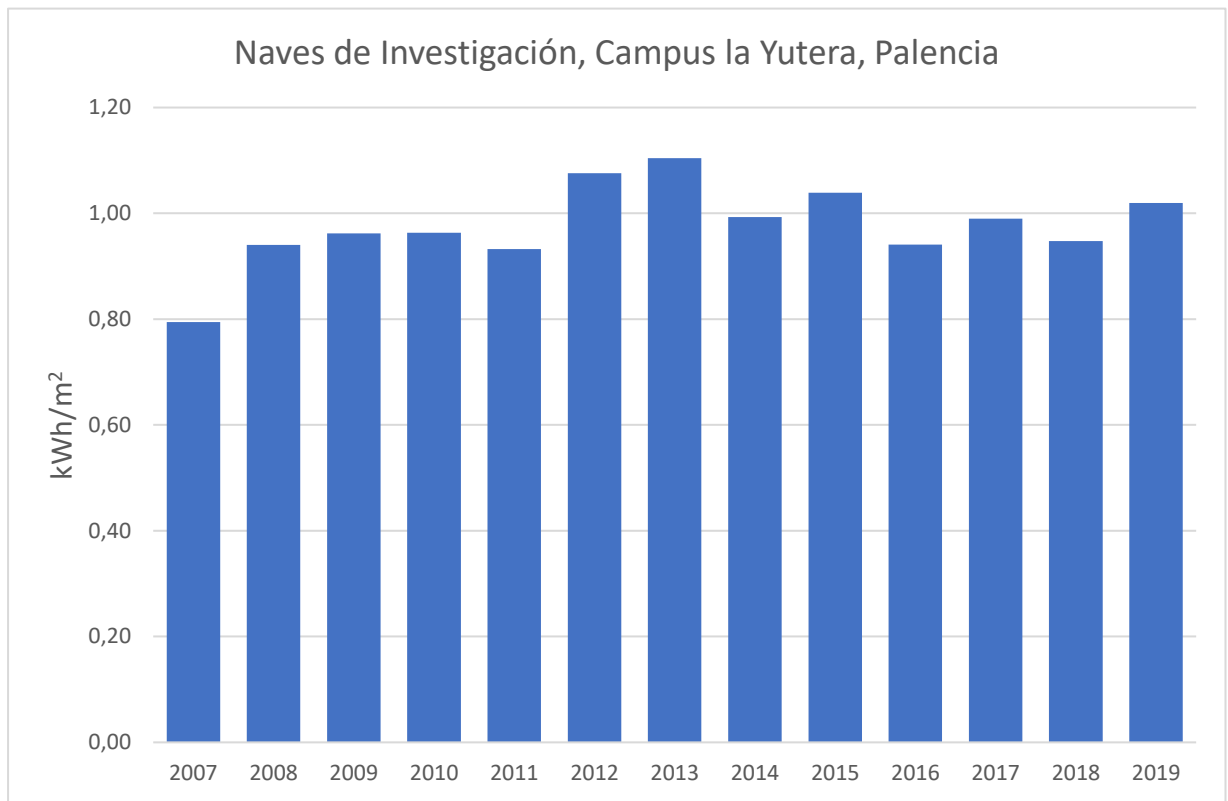
Gráfica 4.3.3-3 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Aulario Campus Esgueva



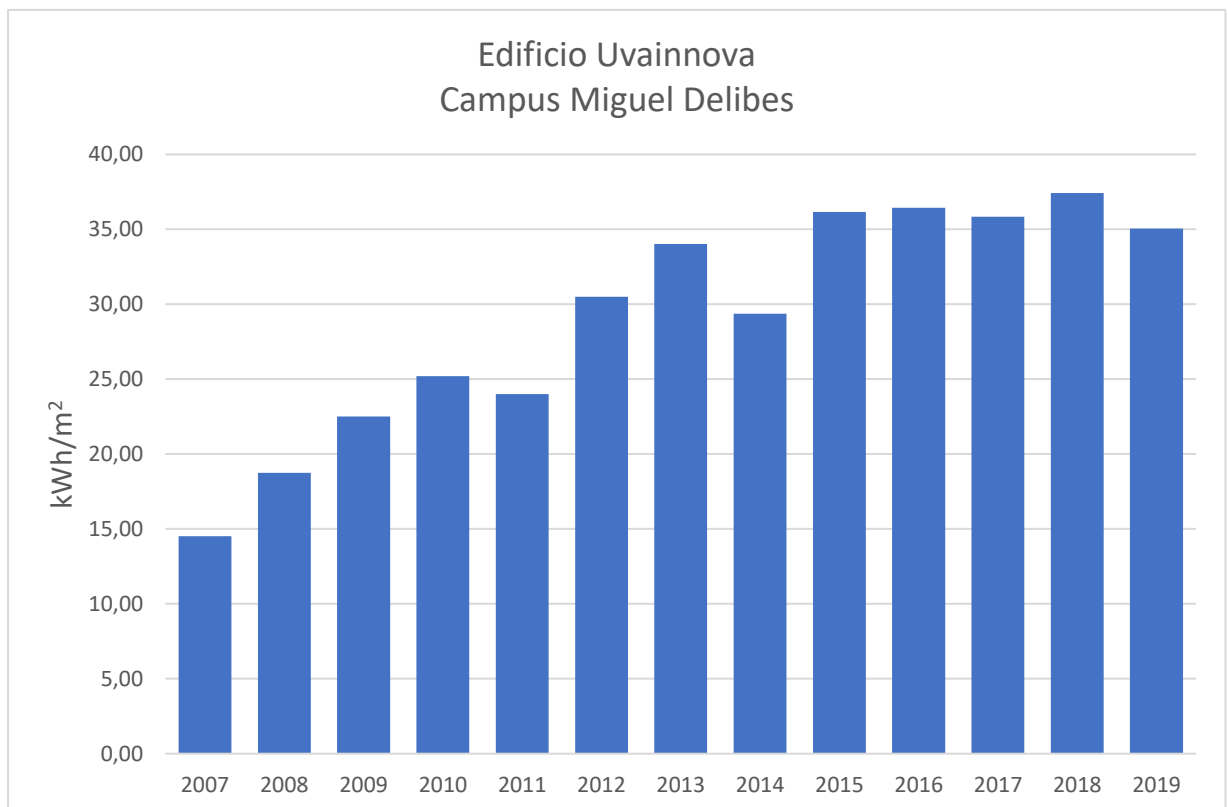
Gráfica 4.3.3-4 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Aulario Campus Esgueva



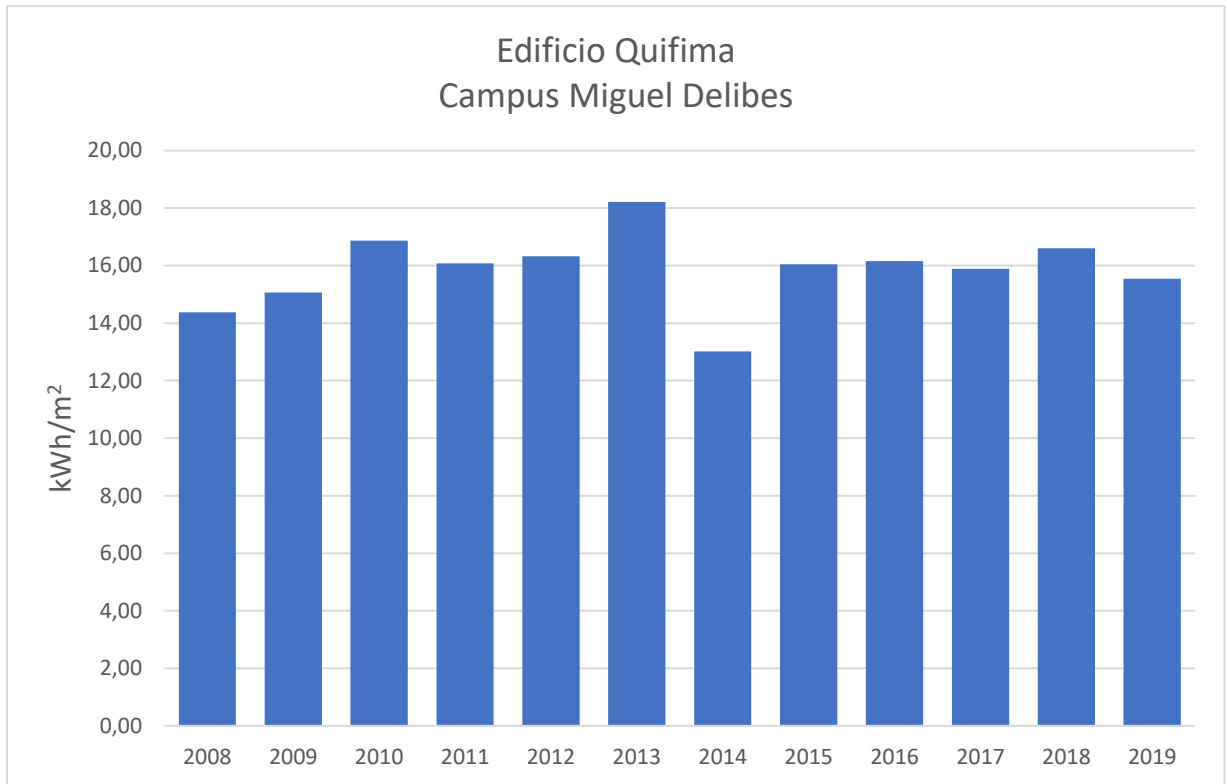
#### 4.3.4 Laboratorio o Investigación kWh/m<sup>2</sup>



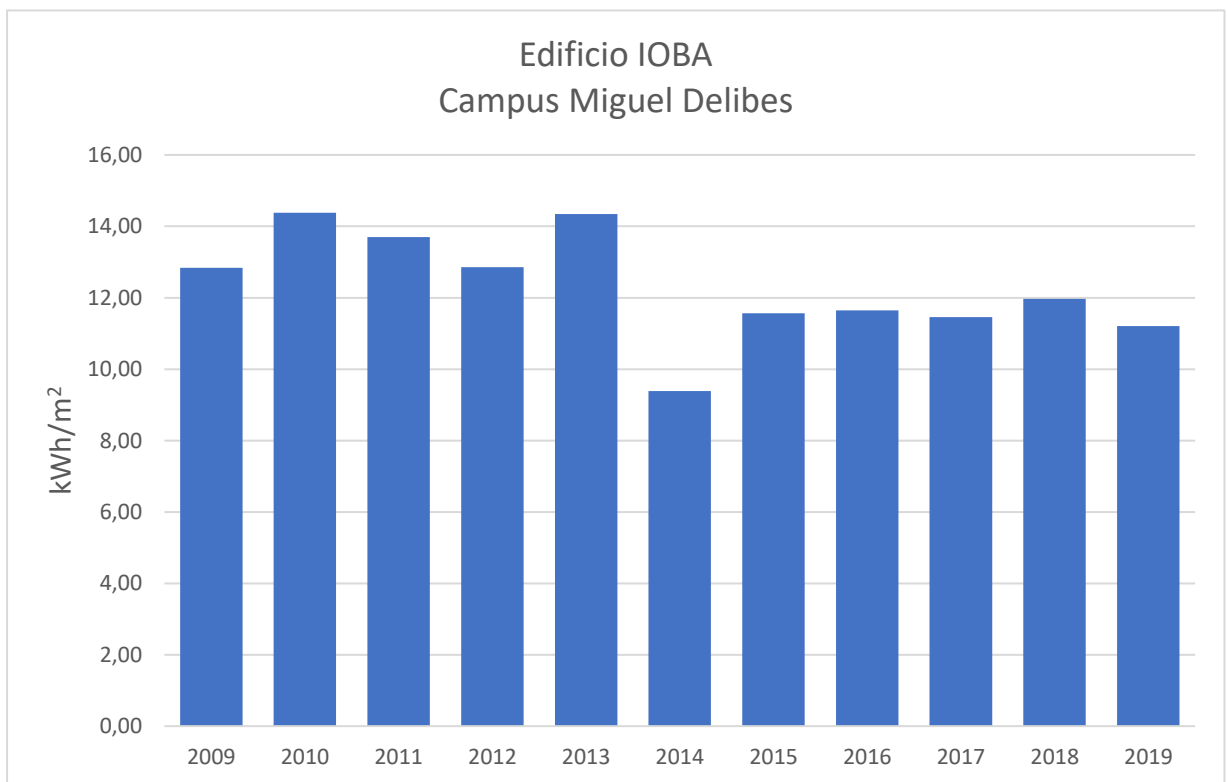
Gráfica 4.3.4-1 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Naves de Investigación, Campus la Yutera, Palencia



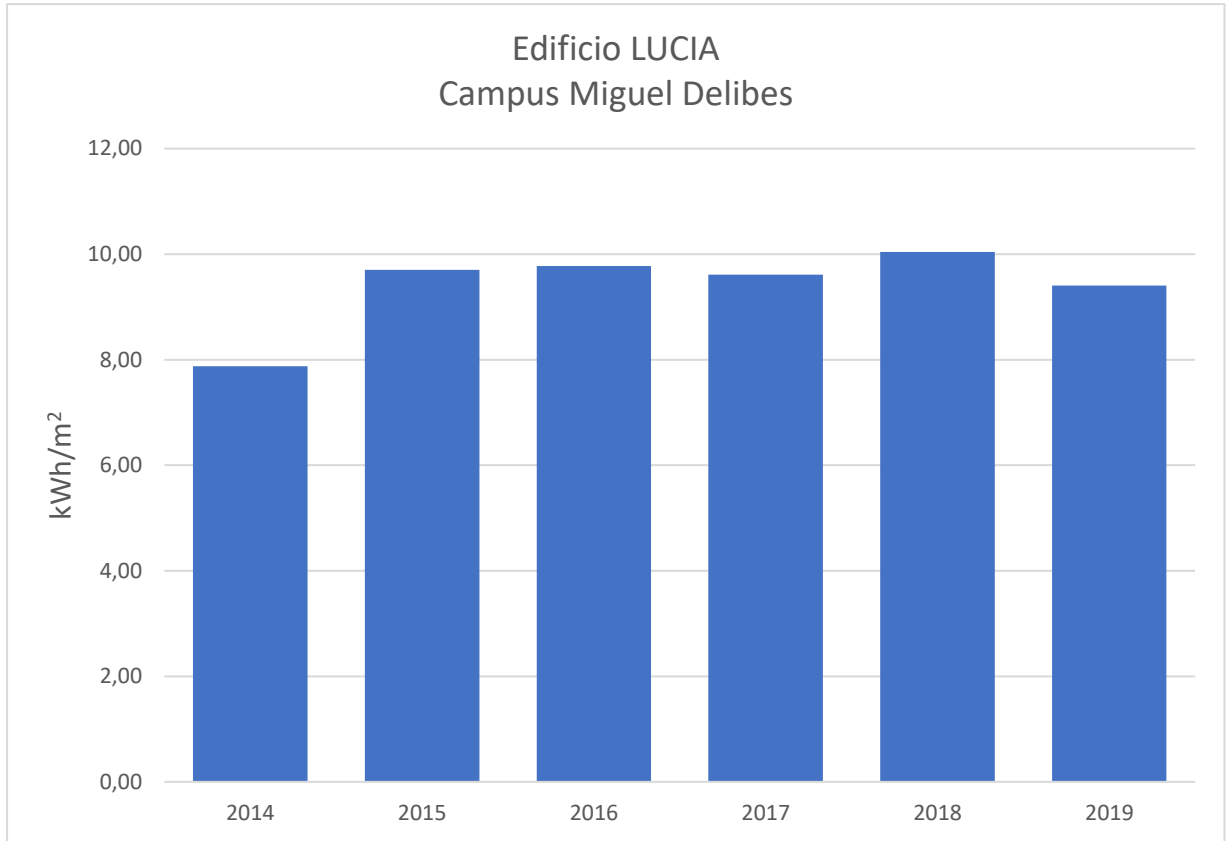
Gráfica 4.3.4-2 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Uvainnova, Campus Miguel Delibes



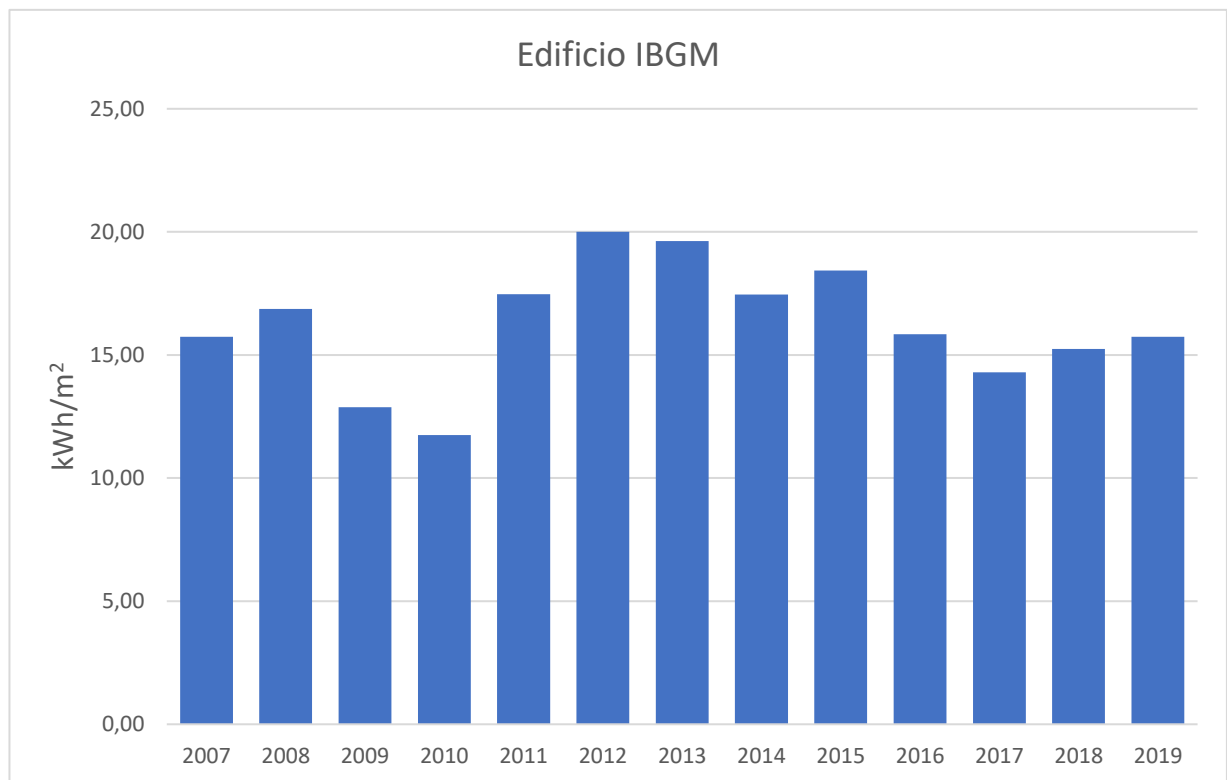
Gráfica 4.3.4-3 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio Quifima, Campus Miguel Delibes



Gráfica 4.3.4-4 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio IOBA, Campus Miguel Delibes

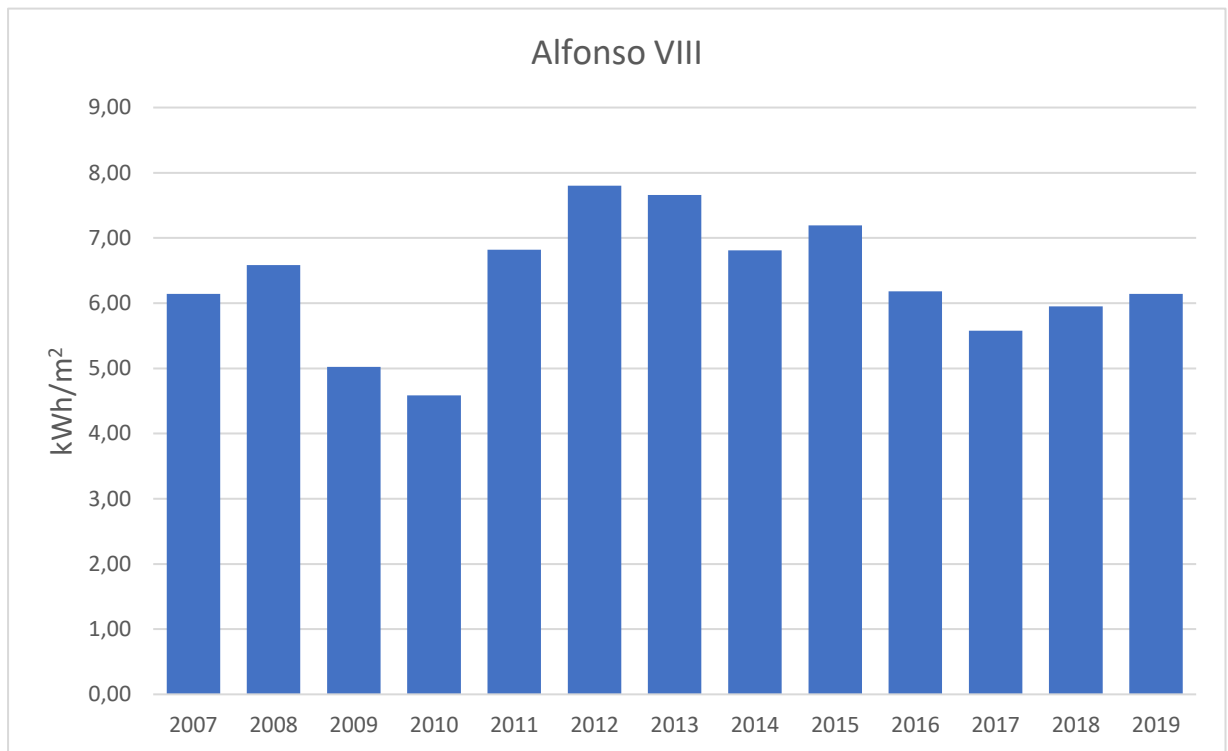


Gráfica 4.3.4-5 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio LUCIA, Campus Miguel Delibes

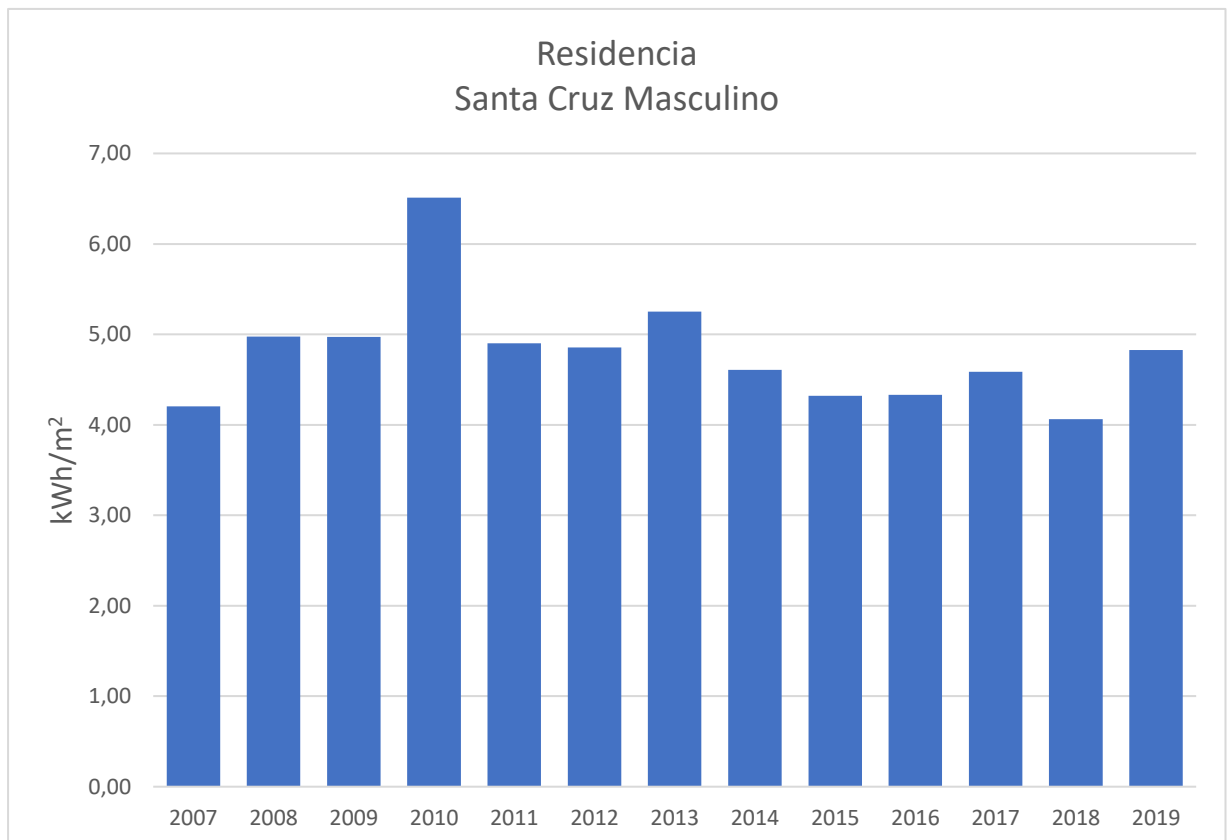


Gráfica 4.3.4-6 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Edificio IBGM

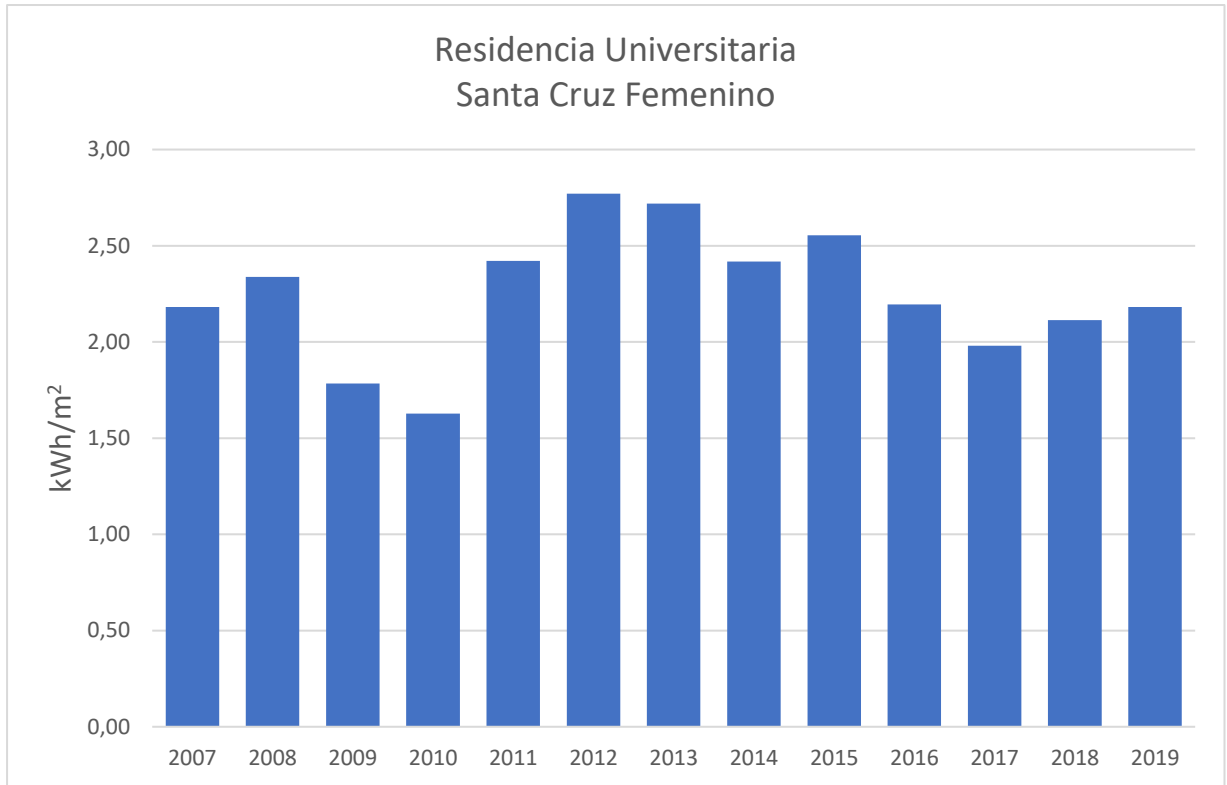
### 4.3.5 Residencial kWh/m<sup>2</sup>



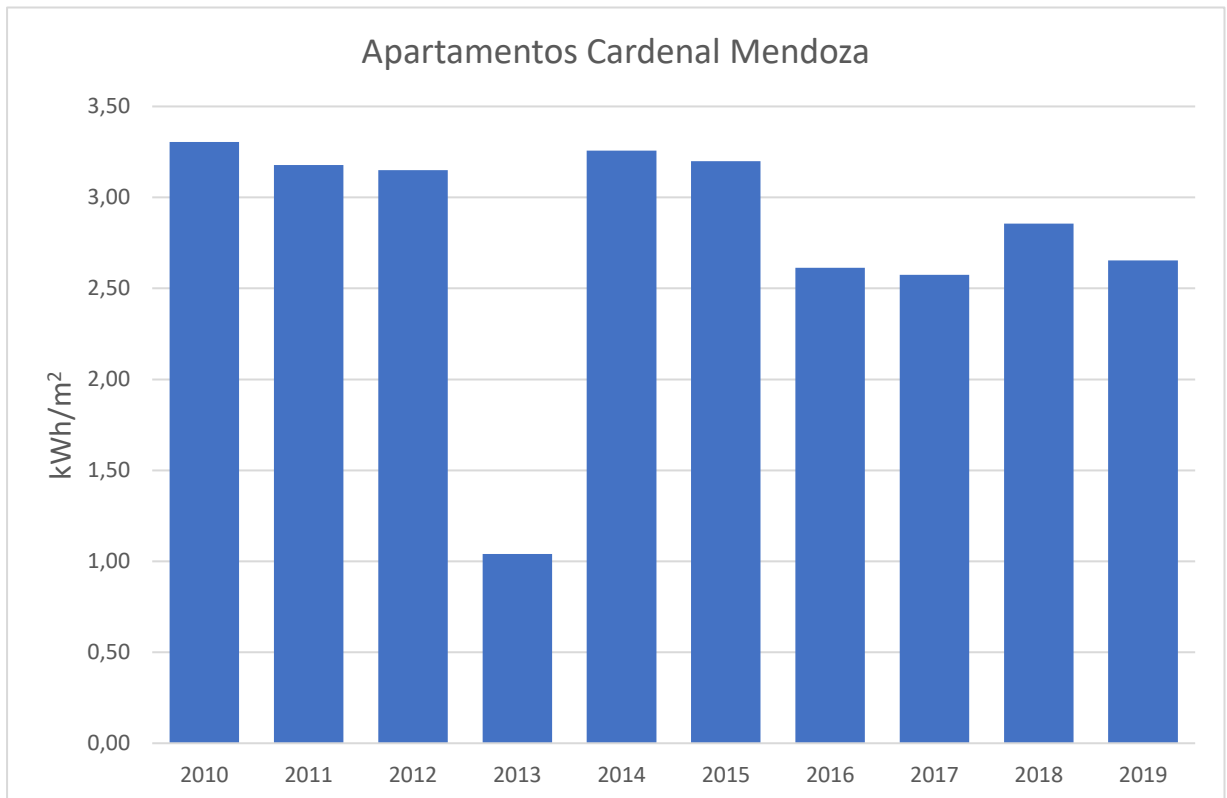
Gráfica 4.3.5-1 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Residencia Universitaria Alfonso VIII



Gráfica 4.3.5-2 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Residencia Universitaria Santa Cruz Masculino

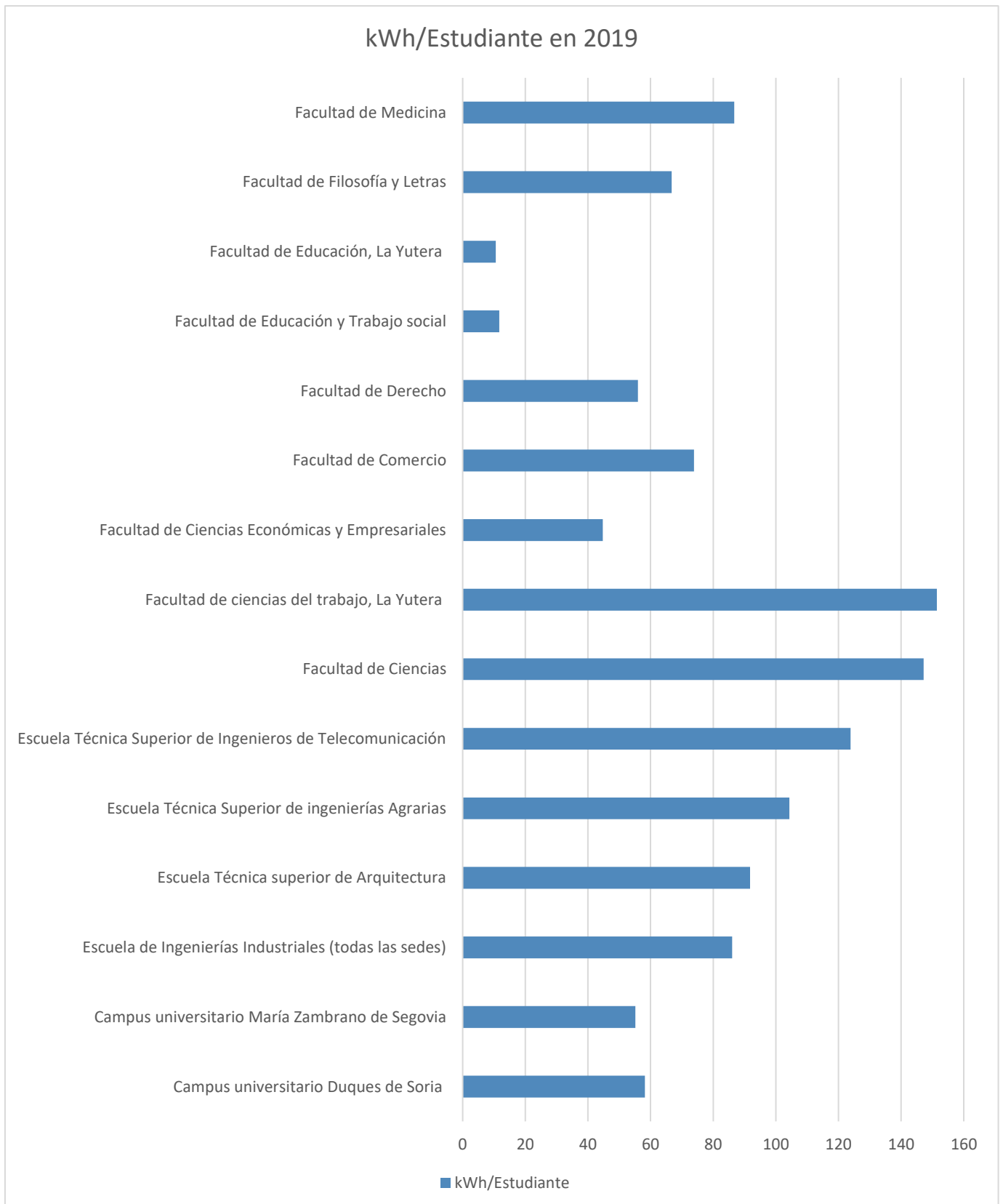


Gráfica 4.3.5-3 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Residencia Universitaria Santa Cruz Femenino



Gráfica 4.3.5-4 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Apartamentos Cardenal Mendoza

### 4.3.6 kWh/Estudiante



Gráfica 4.3.6 Consumo en kWh/Estudiante de alguno de los edificios en estudio

## **4.4 Estudio de los resultados**

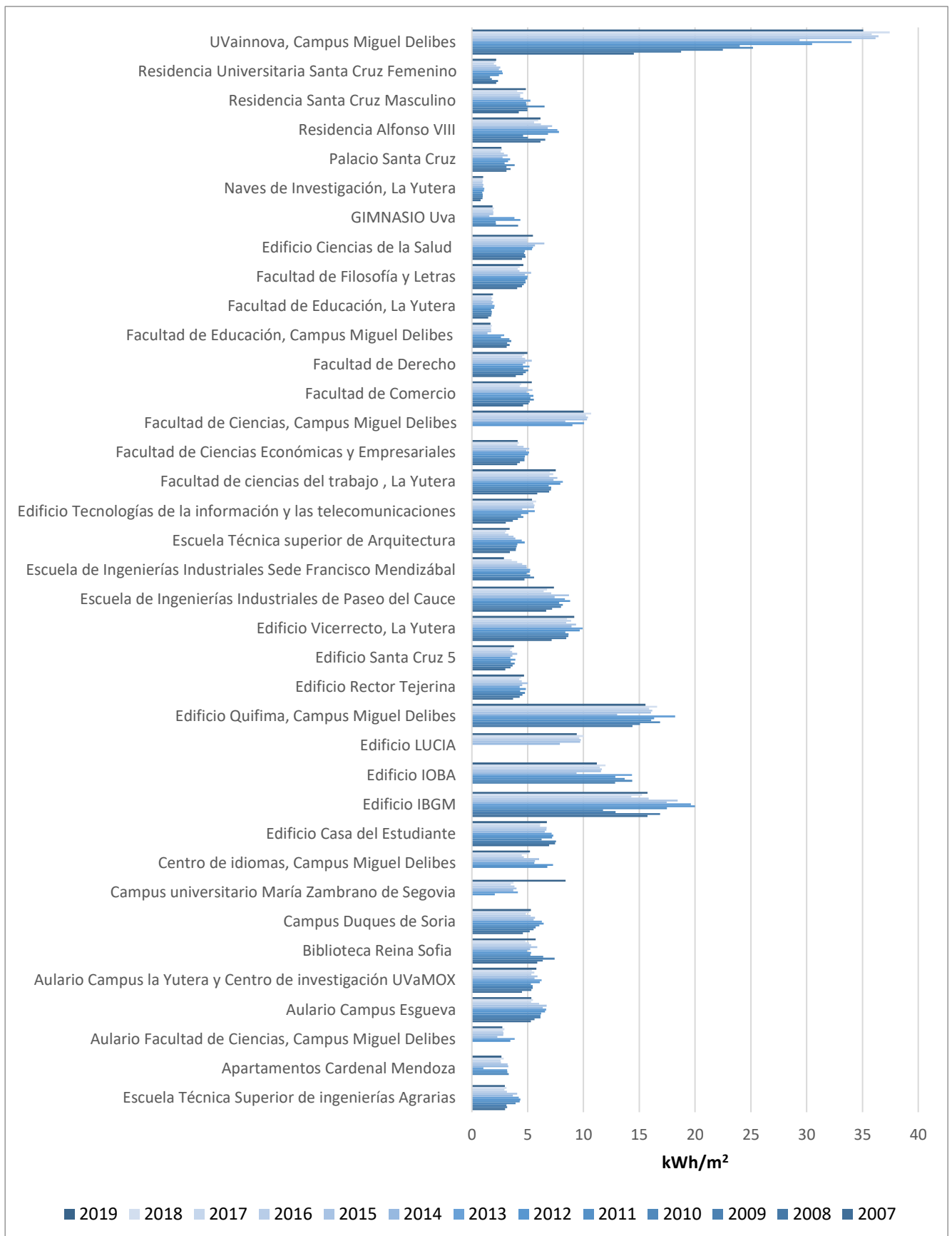
### **4.4.1 Análisis de los resultados**

Una vez expuestos los resultados del estudio, será necesario un análisis para poder comprender la información que reflejan las gráficas. El análisis se centrará en un enfoque general de todos los edificios de manera simultánea, para más adelante centrarse en el comportamiento de los edificios en sus diferentes categorías.

Comenzamos con la gráfica 4.4.1-1 expuesta en la página siguiente, podemos observar todos los consumos de forma simultánea durante todos los años de estudio, es destacable que en dicha gráfica solo 4 de los 37 edificios superan un consumo medio de  $10\text{kWh/m}^2$ , de la misma manera 15 de los 37 edificios superan el consumo medio de  $5\text{kWh/m}^2$ , y por último 22 de los 37 edificios tienen un consumo igual o menor a  $5\text{kWh/m}^2$ , por lo tanto el 59,46% de los edificios de la universidad tienen un consumo medio igual o menor a  $5\text{kWh/m}^2$ .

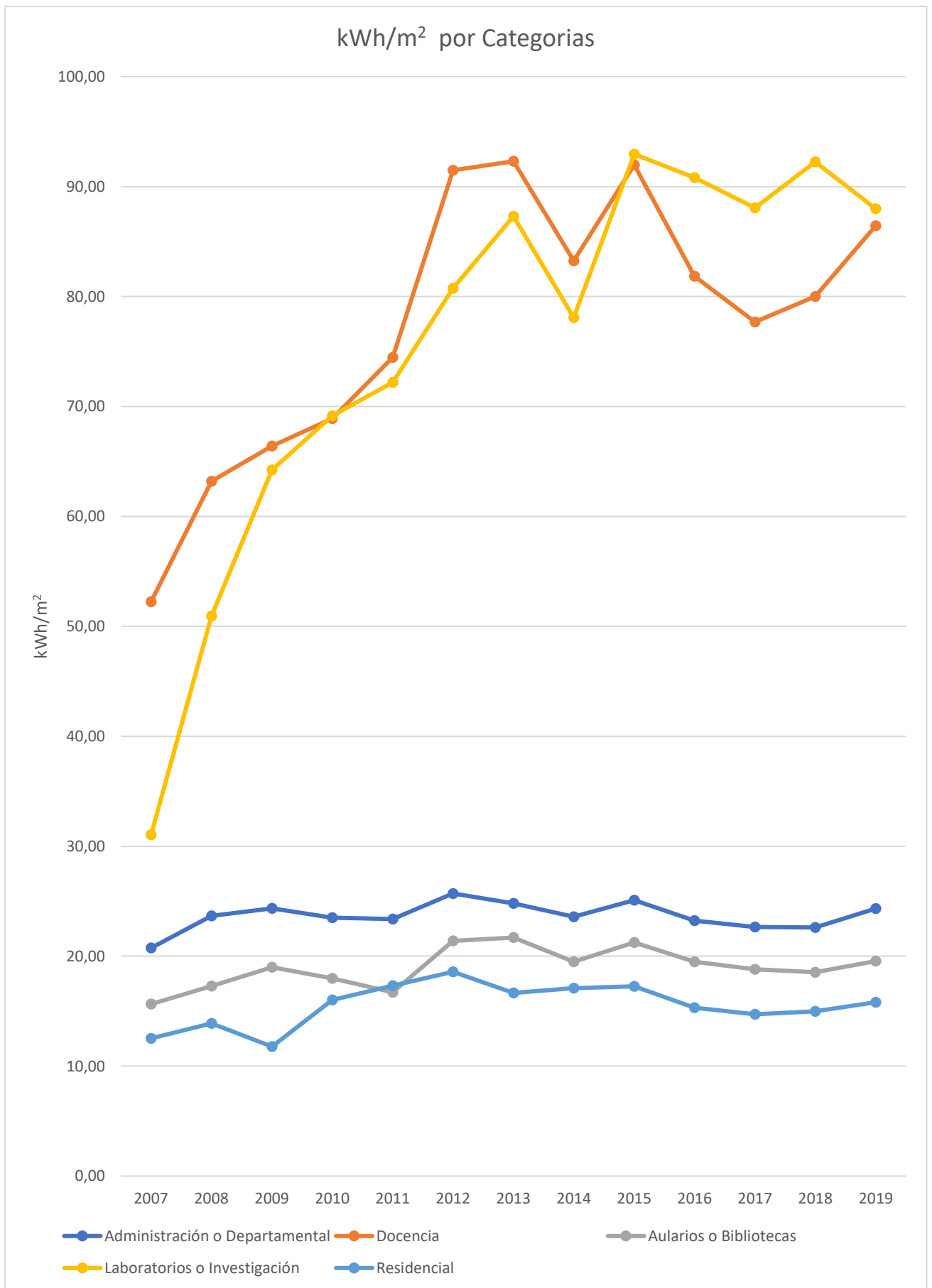
Para continuar, hay que recordar que el consumo de un edificio está intrínsecamente relacionado con la finalidad del propio edificio, de manera que dos edificios de mismo tamaño y tipología constructiva, puede ser que tengan ratios de consumos diferentes debido al propio uso al que el edificio está destinado, debido a esto, es necesario también analizar los ratios de consumo de los edificios entre los edificios que compartan un uso similar.

# Análisis del comportamiento energético eléctrico en edificios de la Universidad de Valladolid



Gráfica 4.4.1-1 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en estudio





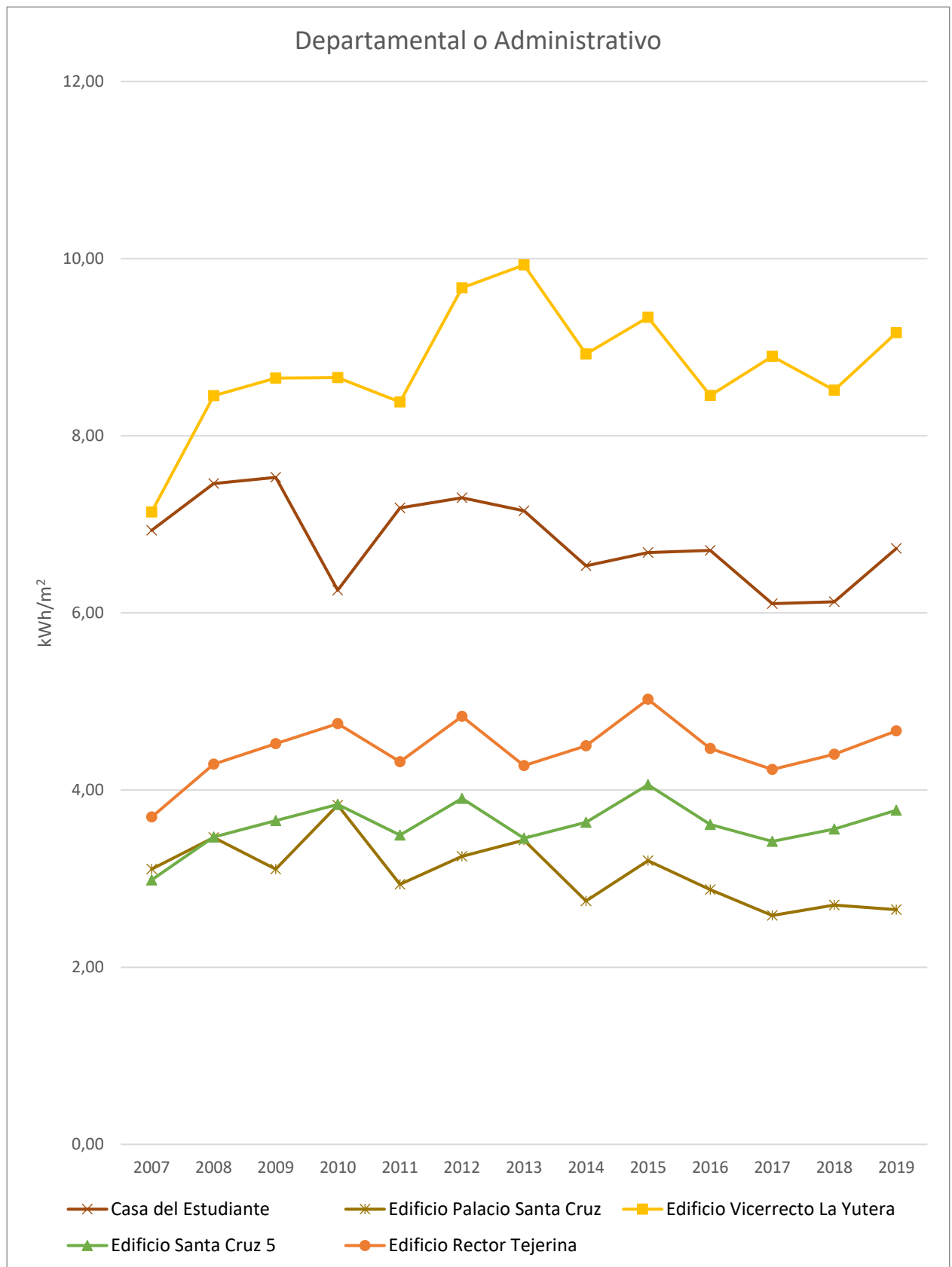
Gráfica 4.4.1-2 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual de los edificios en sus diferentes categorías

En la gráfica 4.4.1-2 podemos observar la evolución durante los años de estudio de cada una de las categorías. Para comenzar, podemos observar que de todo el consumo que representan los edificios en estudio, cuáles son las categorías que más energía consumen.

Es necesario destacar que las dos categorías que más consumen son la de Docencia y la de Laboratorios e Investigación, antes de analizar cada una, podemos observar que estas dos categorías han sufrido un crecimiento muy grande durante los primeros años de estudio, llegando a estabilizarse durante los últimos años, el crecimiento puede deberse al continuo desarrollo de las competencias de la universidad en dichos campos, con la actualización y construcción de nuevos edificios. En cuanto a la categoría de docencia, la magnitud de su consumo es debido a la cantidad de edificios en dicha categoría, pues cuenta con un total de 17 de los 36 edificios, casi la mitad de todos los edificios en estudio, por lo que es normal que dicha categoría sea una de las que más energía consumen. En cuanto a la categoría de Laboratorios e Investigación, vemos que cuenta con 6 edificios, pero aun así durante los últimos años de estudio supera en consumo a Docencia, más adelante en cada categoría iremos viendo los consumos desglosados de cada edificio, y más adelante en el trabajo se intentará justificar los comportamientos de cada categoría.

En cuanto a las tres categorías restantes, podemos observar que tienen un consumo medio parecido, además de que las tres no presentan una evolución en el consumo tan destacada como las dos categorías antes mencionadas.

En todas las categorías podemos destacar un descenso en el consumo sobre los años 2012 y 2013, donde los edificios tienden a estabilizar su consumo y durante los años siguientes se reduce paulatinamente.

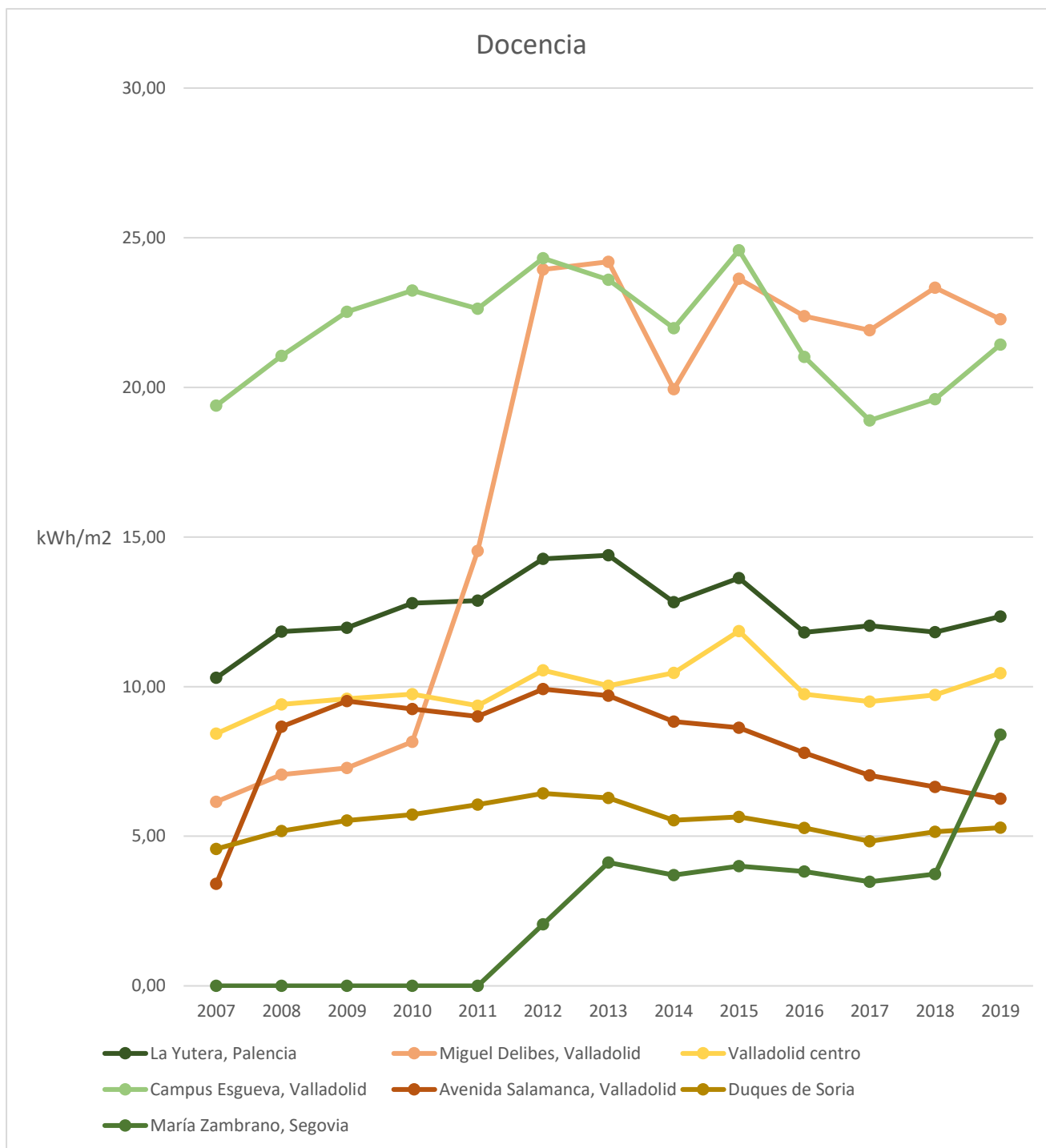


Gráfica 4.4.1-3 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Departamental o Administrativo

En cuanto a los edificios en la clasificación de **Departamentales o Administrativos**, podemos observar el comportamiento del consumo en la gráfica 4.4.1-3. Para comenzar, cabe destacar que el comportamiento del consumo es diferente para cada edificio, cada uno tiene un consumo medio diferente al resto, el edificio que tiene un consumo menor es el Palacio Santa Cruz y el mayor consumo es del edificio Vicerrector en el campus de La Yutera, el comportamiento en esta clasificación no sigue ninguna tendencia común y en comparación al análisis general, esta clasificación tiene edificios con ratios de consumo bajo y ratios de consumo altos.

En cuanto a la evolución de los consumos durante los años de estudio, tres de los cinco edificios tienen una tendencia creciente, el Edificio Vicerrector, el Edificio Santa Cruz y el edificio Rector Tejerina, mientras que el Palacio Santa Cruz y La casa del Estudiante poseen una tendencia decreciente.

En la evolución anual podemos observar como en todos los edificios en los años 2012 y 2013 todos los edificios adoptan un comportamiento por el cual el consumo deja de crecer e incluso comienzan a disminuir hasta los años 2017 y 2018 donde de nuevo aumentan los consumos de la mayoría de los edificios. Es curioso como todos los edificios adoptan un comportamiento muy similar durante el mismo periodo de tiempo, será interesante observar este fenómeno en el resto de las categorías, y por lo tanto determinar si es un caso aislado o por lo tanto es un fenómeno que abarca más edificios que los de esta clasificación, más adelante en el apartado de conclusiones se intentará justificar dicho comportamiento.

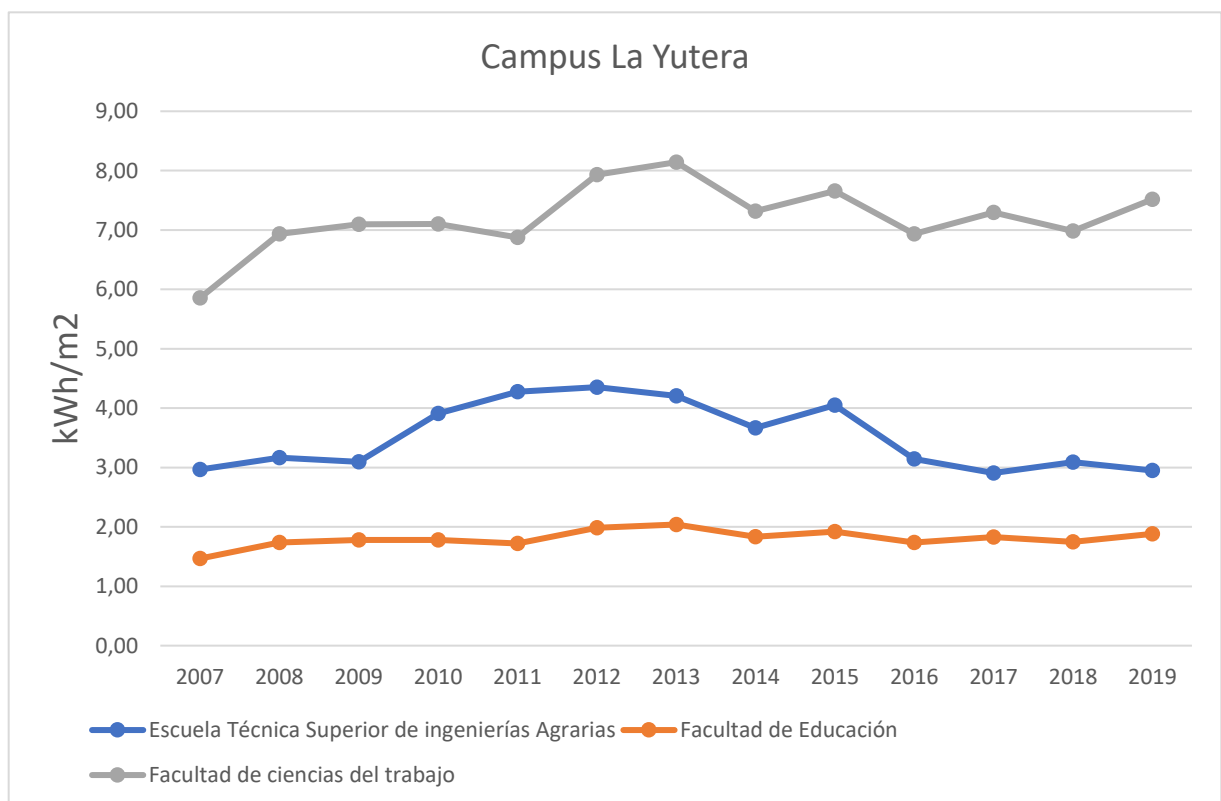


Gráfica 4.4.1-4 Consumo en kWh/m<sup>2</sup>, Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Docencia

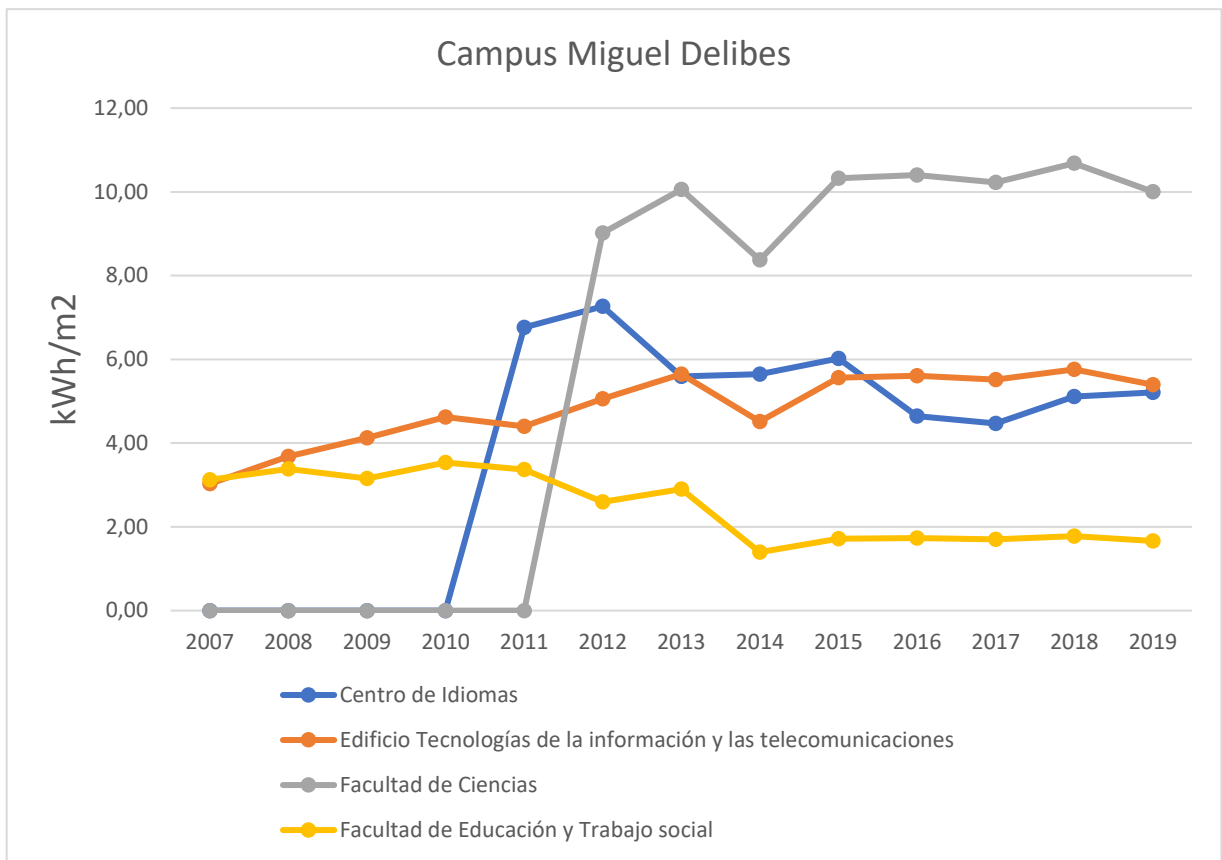
En la clasificación de **Docencia** se disponen de tantos edificios en estudio que se ha procedido a juntar los edificios en sus respectivos campus universitarios. No obstante, se expone más adelante las gráficas de cada campus con los edificios correspondientes.

Analizando la gráfica 4.4.1-4, podemos observar la evolución de todos los campus en los años de estudio. En dicha gráfica es destacable que todos los campus han aumentado sus consumos desde el primer hasta el último año de estudio, aunque el Campus en la avenida salamanca tenga una tendencia decreciente en la mayoría de sus años debido a el edificio de la Escuela de Ingenierías Industriales Sede Francisco Mendizábal.

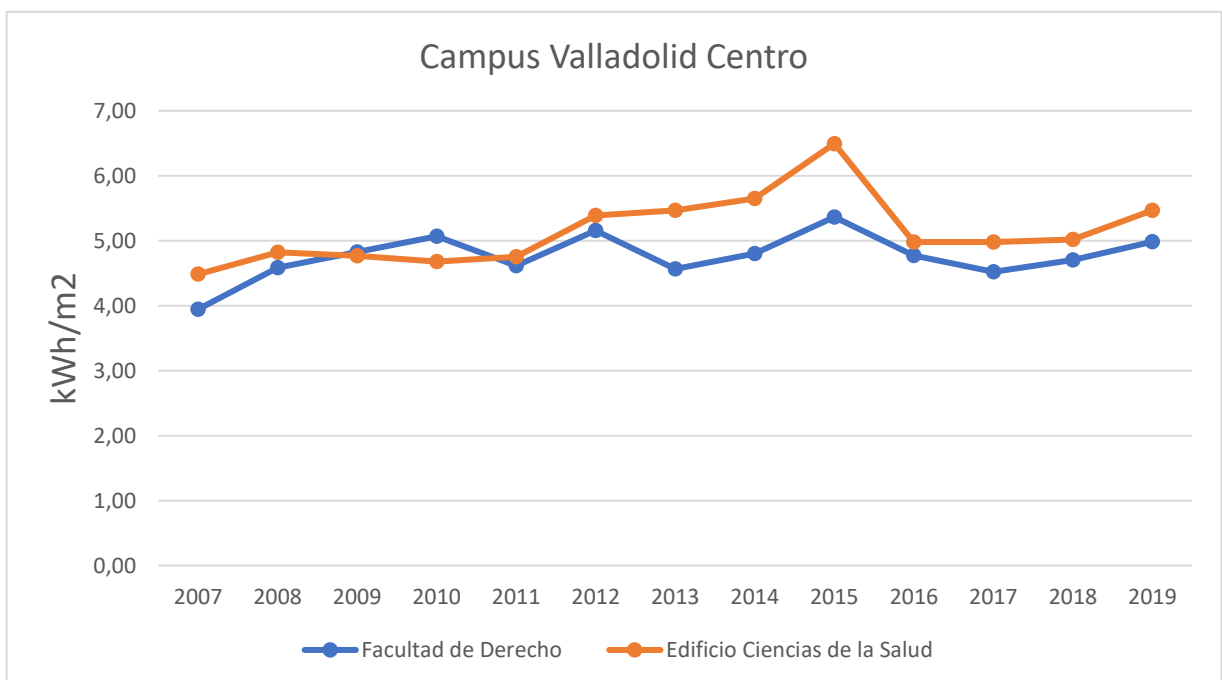
Como se destacaba en el punto anterior podemos observar el mismo comportamiento donde todos los edificios decrecen sus consumos sobre el año 2012 y 2013 y comienzan a subir de nuevo sobre los años 2017 y 2018, formando un “valle” como ocurría en la anterior categoría.



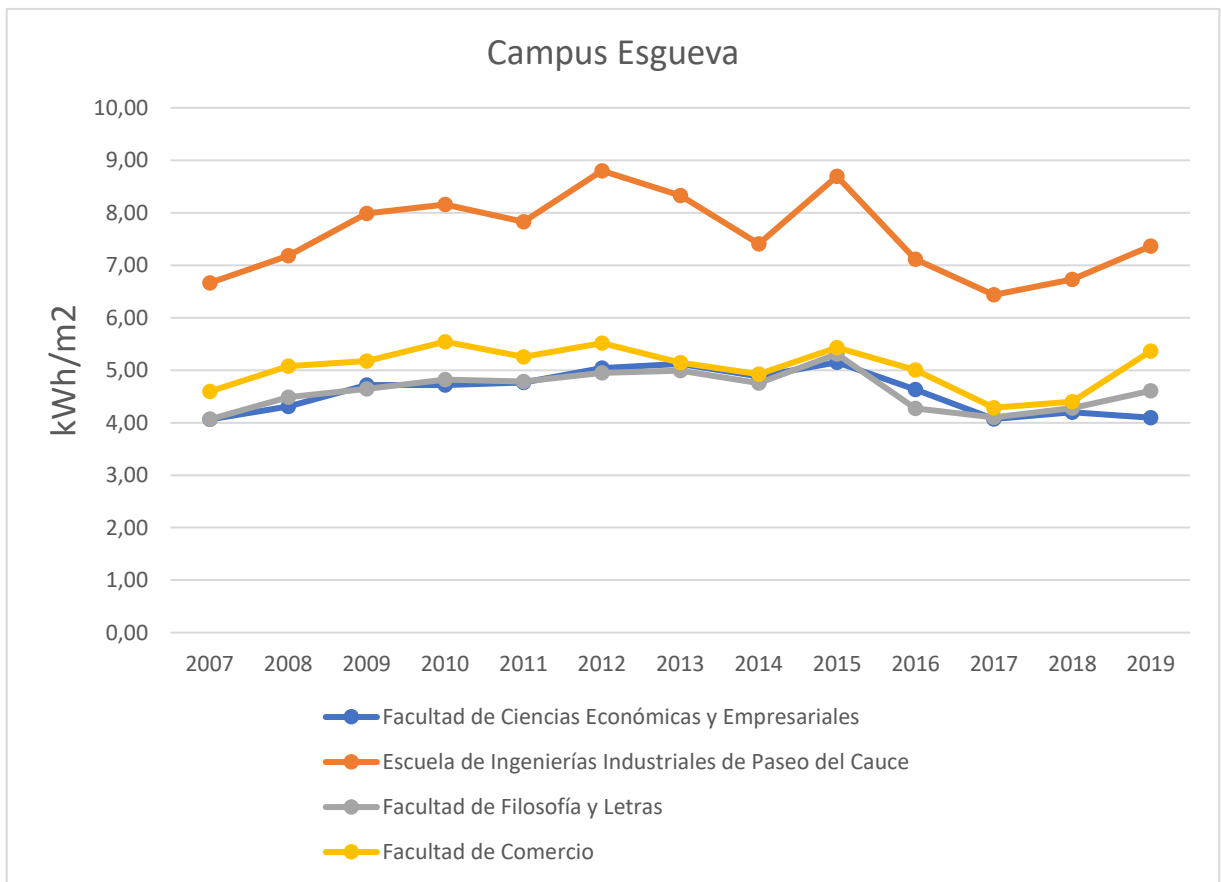
Gráfica 4.4.1-5 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el Campus La Yutera



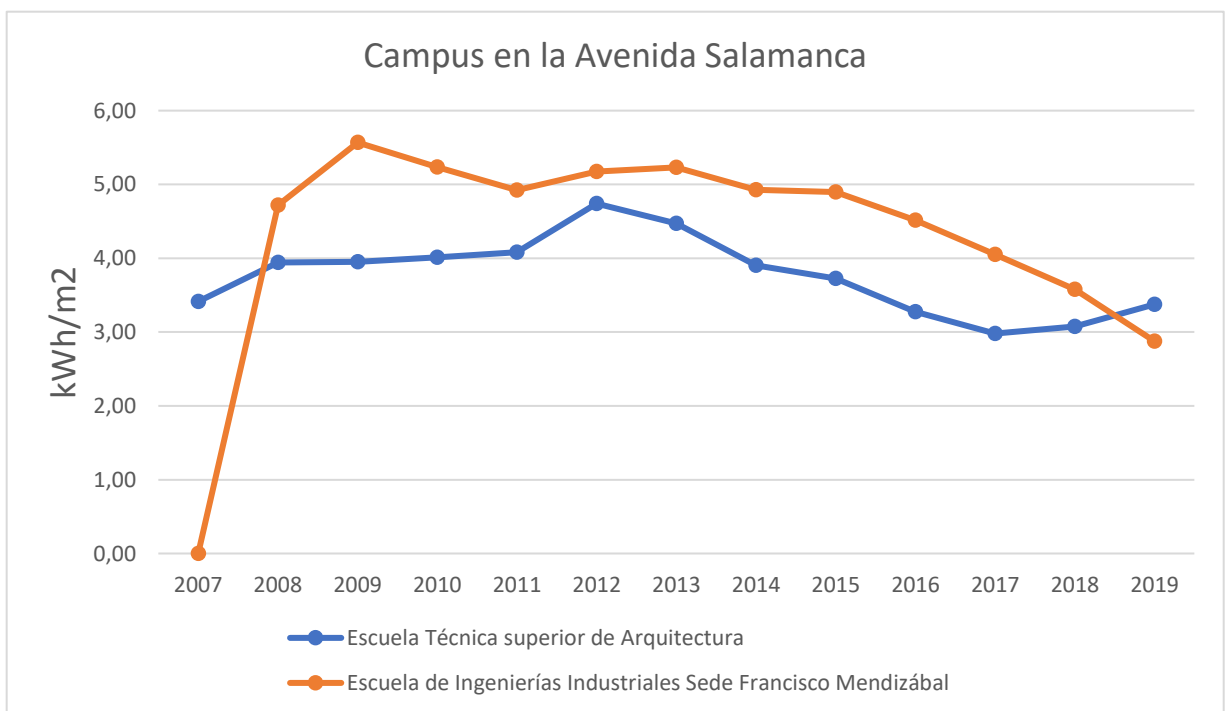
Gráfica 4.4.1-6 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el Campus Miguel Delibes



Gráfica 4.4.1-7 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el Campus Miguel Delibes

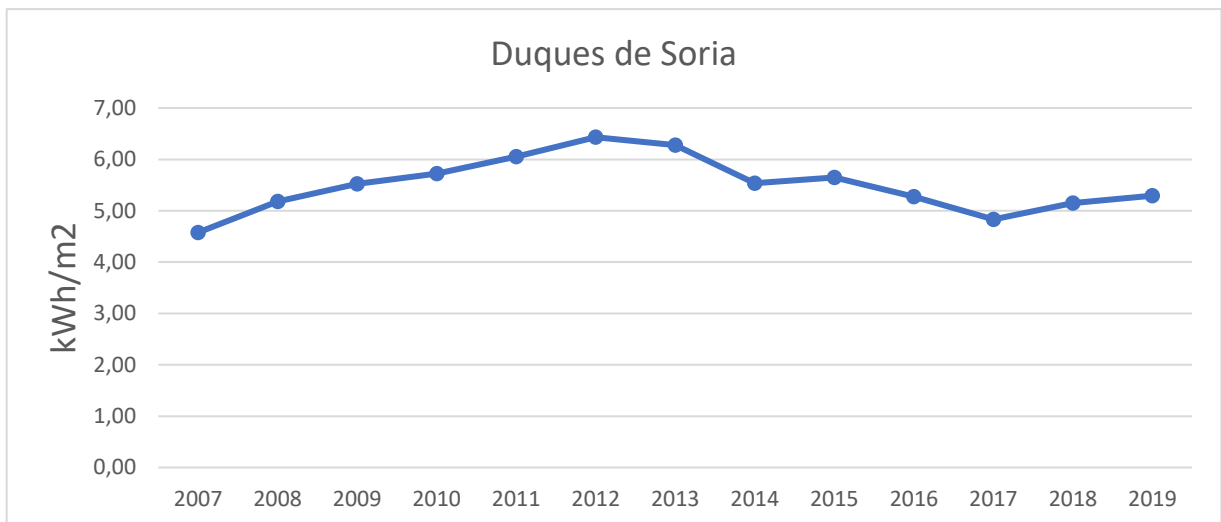


Gráfica 4.4.1-8 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el Campus Esgueva

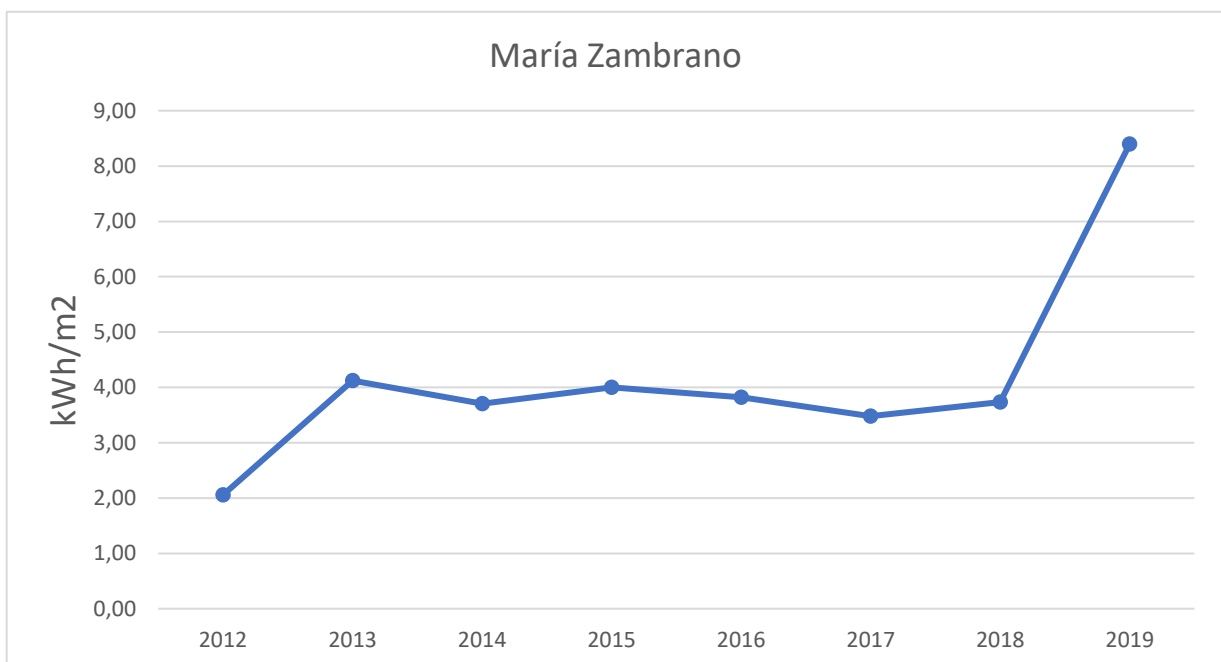


Gráfica 4.4.1-9 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de todos los edificios en la clasificación de Docencia en el campus en la avenida Salamanca





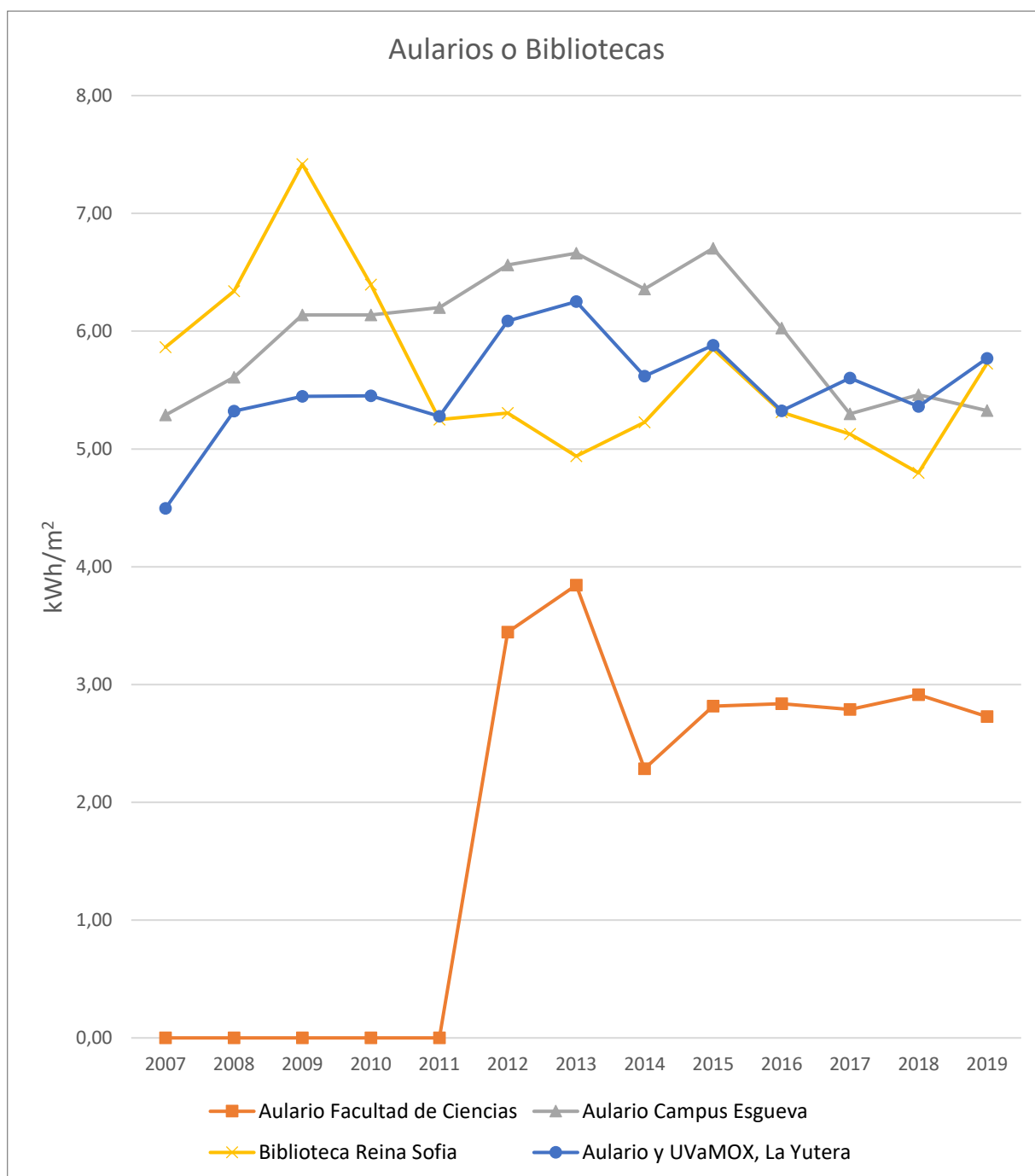
Gráfica 4.4.1-10 Consumo en kWh/m² en el Campus Duques de Soria



Gráfica 4.4.1-11 Consumo en kWh/m² en el Campus María Zambrano

Continuamos el análisis de esta categoría con las gráficas de todos los edificios en cada una de las categorías, esta clasificación es la que más edificios dispone, es un hecho normal, pues una de las principales labores de la universidad es la docencia. Cabe destacar que en esta clasificación se sitúan los edificios cuya principal función es la docencia, pero en la mayoría de los casos los edificios no

solo disponen de aulas, sino que también disponen de laboratorios, bibliotecas o despachos para el personal docente. En cuanto a la tendencia en esta clasificación, la mayoría de los edificios tienen un consumo medio alrededor de  $5\text{kwh/m}^2$ . Los casos que más distan de la norma son, con un ratio inferior al resto los edificios de la Facultad de Educación en el campus de La Yutera y Facultad de Educación y Trabajo social en el campus Miguel Delibes, y los edificios con un ratio por encima de la media son la Facultad de ciencias del trabajo en La Yutera, la Facultad de Ciencias campus Miguel Delibes y la Escuela de Ingenierías Industriales de Paseo del Cauce. En cuanto a los edificios que tienen un ratio inferior al resto es interesante que ambos edificios estén destinados a la docencia de grados relacionados con la educación, la razón principal por la que estos edificios pueden tener un ratio menor es que estos grados no poseen laboratorios que necesiten equipamiento especial, por lo que los edificios no dispondrán de cargas muy diferentes a iluminación, computadoras y servicios básicos para el funcionamiento de un edificio. En cuanto a los edificios que tienen un mayor ratio de consumo, en contraposición a los anteriores, de los tres edificio, la escuela de ingenierías y la Facultad de ciencias en el campus Miguel Delibes, son dos edificios que además de albergar aulas de docencia también poseen numerosos laboratorios de investigación, los cuales suelen tener equipos especiales que pueden tener un consumo más elevado, justificando sus ratios de consumo más grandes.



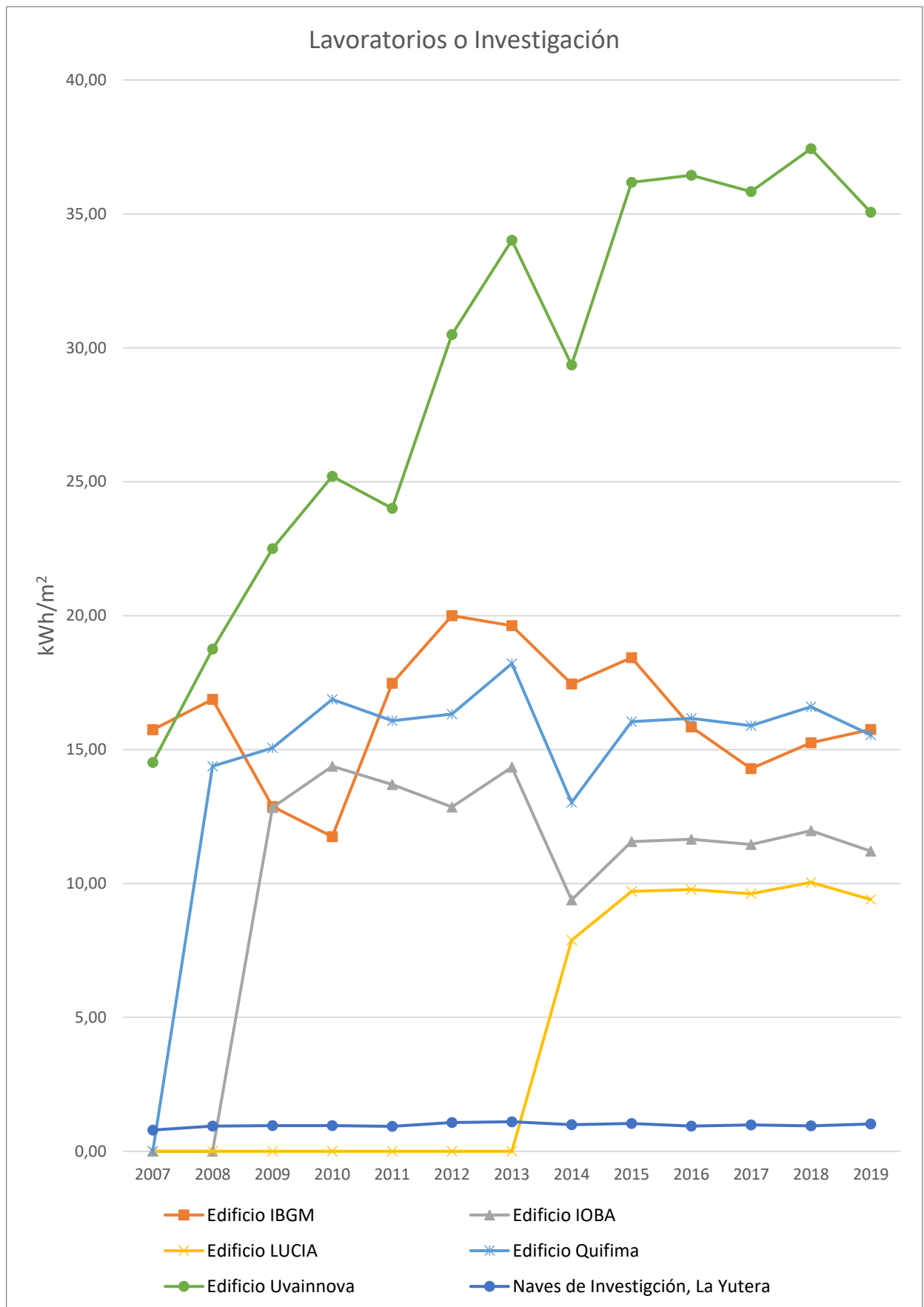
Gráfica 4.4.1-12 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Aularios o Bibliotecas

En cuanto a los edificios en la clasificación de **Aularios y Bibliotecas**, podemos ver la clasificación en la gráfica 4.4.1-12. En esta clasificación podemos observar que la mayoría de los edificios tienen un consumo medio muy parecido de entre 5kWh/m<sup>2</sup> y 6kWh/m<sup>2</sup>, siendo la excepción el edificio Aulario Biblioteca en el campus Miguel Delibes, el cual tiene un consumo medio un poco superior a

3kWh/m<sup>2</sup>. Para justificar el comportamiento de esta categoría cabe destacar que el edificio con un menor ratio de consumo, también es el edificio construido más recientemente, en el año 2012 terminó su construcción, mientras que los otros tres edificios con mayor ratio de consumo se construyeron antes del 2007. La importancia de la fecha de construcción de un edificio reside en que los edificios más modernos están más concienciados con la sostenibilidad y el uso responsable de los recursos, no obstante, más adelante en este trabajo se analizarán los comportamientos de consumos entre edificios históricos y edificio de última construcción.

En cuanto a la evolución de los consumos de los edificios durante los años de estudio, es destacable que, en esta categoría, a diferencia de las dos analizadas anteriormente, la mayoría de edificios a excepción del Aulario Campus la Yutera junto con el Centro de investigación UVaMOX, tienen una tendencia decreciente, es decir la mayoría de edificios en esta categoría tienden a consumir menos con los años, en el caso de los edificio de La Yutera, el aulario dispone de muchas estancias que no están dedicadas solo a la finalidad de un aulario, como laboratorios o clases, además del centro de investigación UvaMOX, que a pesar de su reducido tamaño también afectara al consumo del edificio. será interesante buscar una justificación de por qué los edificios en esta categoría tienden a reducir su consumo con los años, pues de establecer la causa se podría extrapolar a los edificios de otras categorías donde la tendencia es creciente.

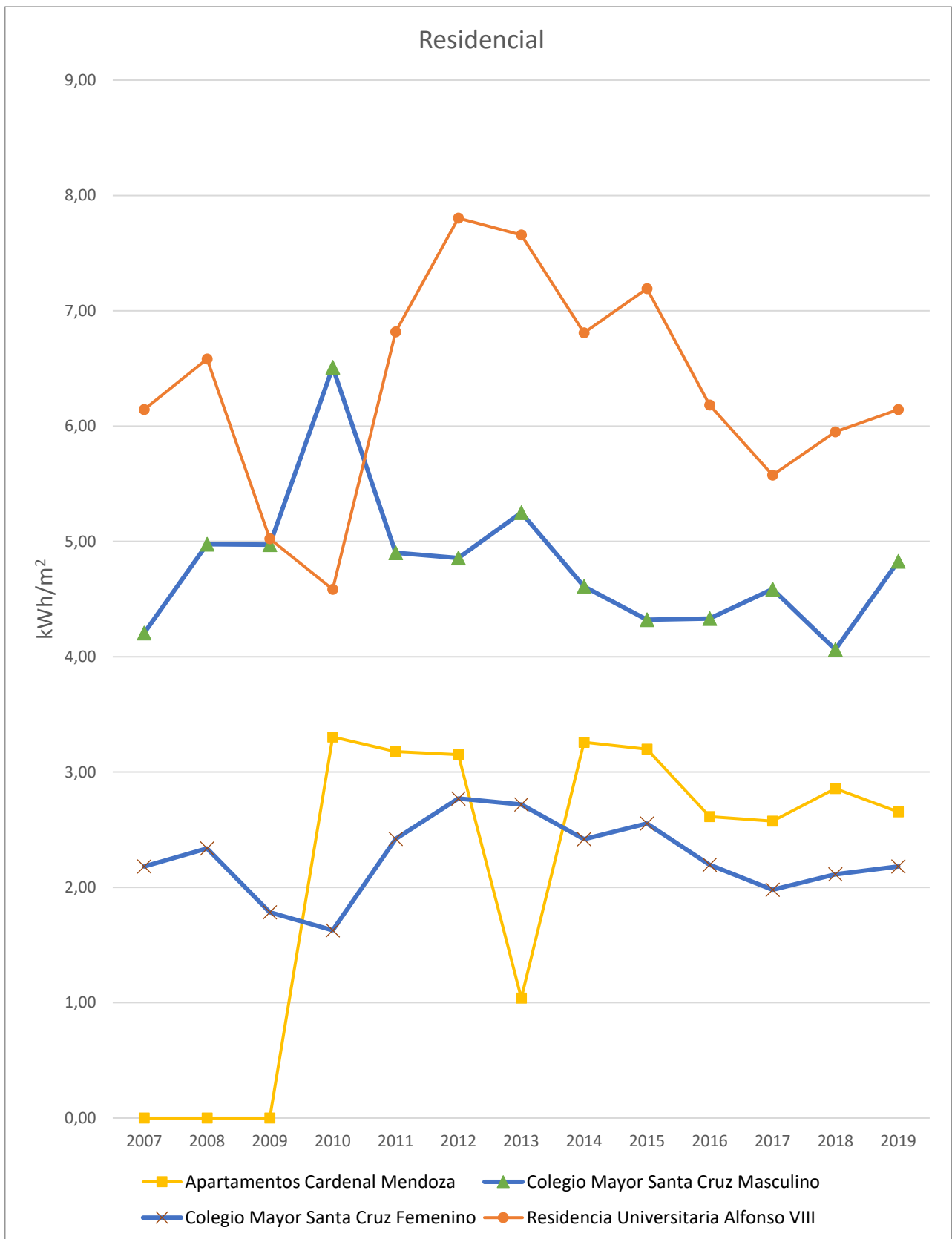
En cuanto al fenómeno que surgía en las anteriores categorías, vemos que de nuevo surge en esta categoría, un descenso de los consumos sobre 2012 para luego recuperarse durante 2017 y 2018, surgiendo de nuevo el “valle” que veíamos anteriormente.



Gráfica 4.4.1-13 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Laboratorio o Investigación

En cuanto a los edificios en la clasificación de **Laboratorios o Investigación**, podemos observar el comportamiento de consumos en la gráfica 4.4.1-13. Los edificios en esta clasificación son los que obtienen los mayores ratios de consumo de entre todos los edificios, exceptuando el caso del edificio de Naves de investigación del Campus La Yutera, los demás edificios tienen un consumo medio mucho mayor que el resto de edificios, el edificio LUCIA posee un consumo medio de casi 10kWh/m<sup>2</sup>, a continuación los edificios IBGM, IOBA y Quifima tienen consumos superiores a 10kWh/m<sup>2</sup>, y por último el edificio Uvainnova evoluciona con los años pasando de un consumo de casi 15kWh/m<sup>2</sup> en el año 2007 hasta un consumo de más de 35kWh/m<sup>2</sup> en el año 2018. Como hemos comentado con anterioridad, cabe la posibilidad de que los edificios destinados a investigación puedan tener un consumo mayor debido a que los equipos que utilizan suelen demandar grandes cantidades de energía, pues bien, esta clasificación es el claro ejemplo de que los centros dedicados a investigación demandan más energía eléctrica. En esta clasificación se sitúan los edificios que han obtenido un mayor ratio de consumo de todos los edificios en estudio, y concretamente el edificio con el mayor ratio con diferencia, el edificio Uvainnova.

En cuanto a la evolución anual tenemos casos con tendencias crecientes, como el edificio Uvainnova o el edificio Quifima, pero también hay casos con tendencias decrecientes, como los edificios IOBA o IBGM, por lo que para esta categoría no podemos establecer si predomina una tendencia u otra. En cuanto al fenómeno del “valle” antes mencionado, aunque en esta categoría también está presente el fenómeno es menos claro que en las anteriores categorías, no obstante, podemos observar un descenso muy notable en el año 2014 en la mayoría de los edificios, se intentará justificar más adelante.



Gráfica 4.4.1-14 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> Evolución anual del consumo de todos los edificios en la clasificación de Residencial

En cuanto a los edificios en la clasificación de **Residenciales**, podemos ver su comportamiento en la gráfica 4.4.1-14. Para comenzar, se destacará que son los edificios con menor consumo medio de todas las clasificaciones, el edificio con mayor ratio de consumo es la residencia universitaria Alfonso VIII, con un consumo medio un poco superior a  $6\text{kWh/m}^2$  que se aleja ligeramente de la media de los demás edificios, el siguiente edificio es la residencia universitaria Santa Cruz Masculino con un consumo medio alrededor de  $5\text{kWh/m}^2$ , los siguientes edificios tienen un consumo menor a  $3\text{kWh/m}^2$ . El motivo principal por el cual esta clasificación posee los menores ratios de consumo de todos los edificios, podría ser debido a que el consumo eléctrico en una vivienda está destinado a equipos que no consumen gran cantidad de energía, como puede ser iluminación o pequeños equipos electrónicos, además hay que añadir que las personas que residen en los edificios de esta clasificación son Estudiantes en su mayoría o personal docente, debido a que hacen uso de los edificios durante periodos lectivos, el tiempo que residan en los edificios será menor al habitual debido a sus obligaciones laborales o académicas.

En cuanto a la evolución anual de los consumos de los edificios, durante los primeros años de estudio la mayoría de los edificios adoptan una tendencia creciente, pero desde el año 2012 todos los edificios de esta categoría adoptan una tendencia decreciente. En cuanto al fenómeno que veníamos comentando del “valle”, vemos que también se comienza a recuperar sobre los años 2017 y 2018.

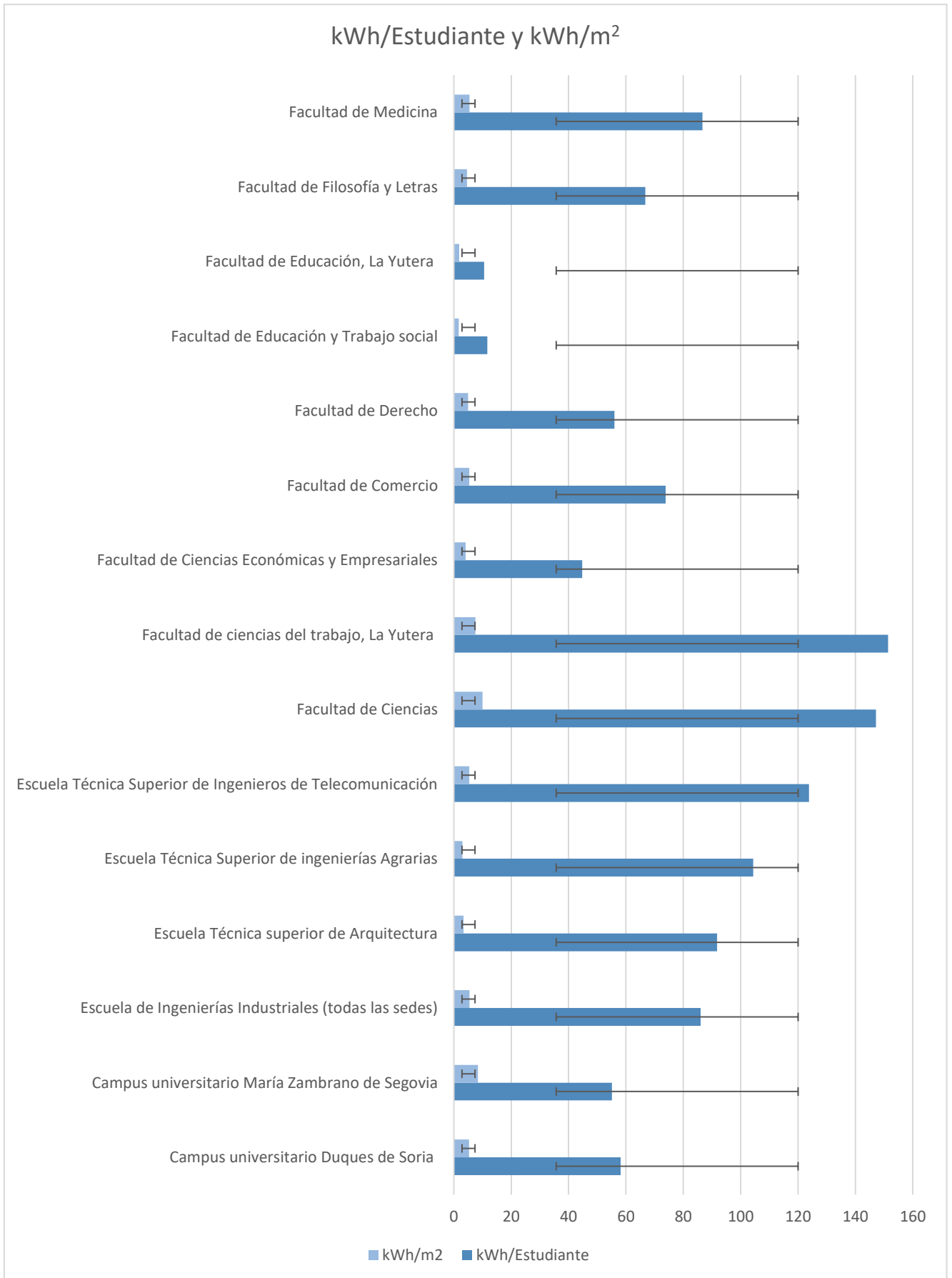


#### ***4.4.2 Comparación de los Consumos y el número de estudiantes que pertenecen a cada edificio***

En este apartado se busca establecer si existe una relación entre los resultados obtenidos con el indicador kWh/m<sup>2</sup> y el indicador kWh/Estudiante, o si ambos resultados se respaldan, para este análisis se acude a la gráfica 4.4.2, expuesta a continuación de esta página.

Como se ha explicado con anterioridad el indicador kWh/Estudiante ha sido construido con el número de estudiantes de las diferentes facultades, lamentablemente no se pudo obtener un resultado consistente del número de personal docente, por lo que solo se emplearan los estudiante. Queda aclarar que los edificios que se estudiarán con este indicador serán edificios destinados únicamente a docencia.

En la gráfica a continuación se han añadido barras que representan el error típico, dicho parámetro nos indica cuanto dista un valor de la media de todos los valores, por lo tanto en la gráfica 4.4.2 las barras de error abarcan el valor promedio de todos los datos, de manera que las barras en las gráficas dentro de su correspondiente barra de error estarán en la media, y de la misma manera una barra fuera de su correspondiente barra de error típico nos indicará que ese valor está fuera de la media. La finalidad será comparar si los resultados con ambos indicadores nos muestran el mismo comportamiento del edificio, es decir, si ambos indicadores nos muestran que el edificio está dentro de la media, o por otra parte se encuentra por debajo o por encima de la media.



Gráfica 4.4.2 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> y kWh/Estudiantes de alguno de los edificios en estudio

Podemos observar que en la gráfica 4.4.2 la gran mayoría de los edificios cumplen el mismo comportamiento con un indicador u otro, un ejemplo, si nos fijamos en el caso del edificio de la Facultad de Filosofía y letras, ambos indicadores se establecen dentro de la barra de error típico en la misma proporción, lo que nos indica que mediante ambos indicadores obtenemos un mismo comportamiento del consumo del edificio, también podemos observar el caso del edificio de la Facultad de educación del Campus La Yutera, donde ambos indicadores se quedan con un valor inferior al de la barra de error típico, lo que nos indica que ambos indicadores coinciden en que el comportamiento del edificio es que tiene un consumo energético inferior a la media.

No obstante, hay casos en los que el resultado expuesto por un indicador no coincide con los datos expuestos por el otro indicador, estos casos son reducidos, siendo solo dos casos de los quince edificios en esta parte del estudio, los edificios son la escuela Técnica Superior de Arquitectura y el campus universitario María Zambrano en Segovia.

En el caso de la escuela Técnica Superior de Arquitectura, el consumo que refleja el indicador kWh/Estudiante es mucho mayor que el reflejado por el indicador kWh/m<sup>2</sup>, mientras que en el caso del Campus María Zambrano es, al contrario, el indicador kWh/Estudiante presenta un consumo menor que el que nos refleja el indicador kWh/m<sup>2</sup>.

#### ***4.4.3 Comparación entre el modelo de consumo de edificios históricos y edificios de última construcción***

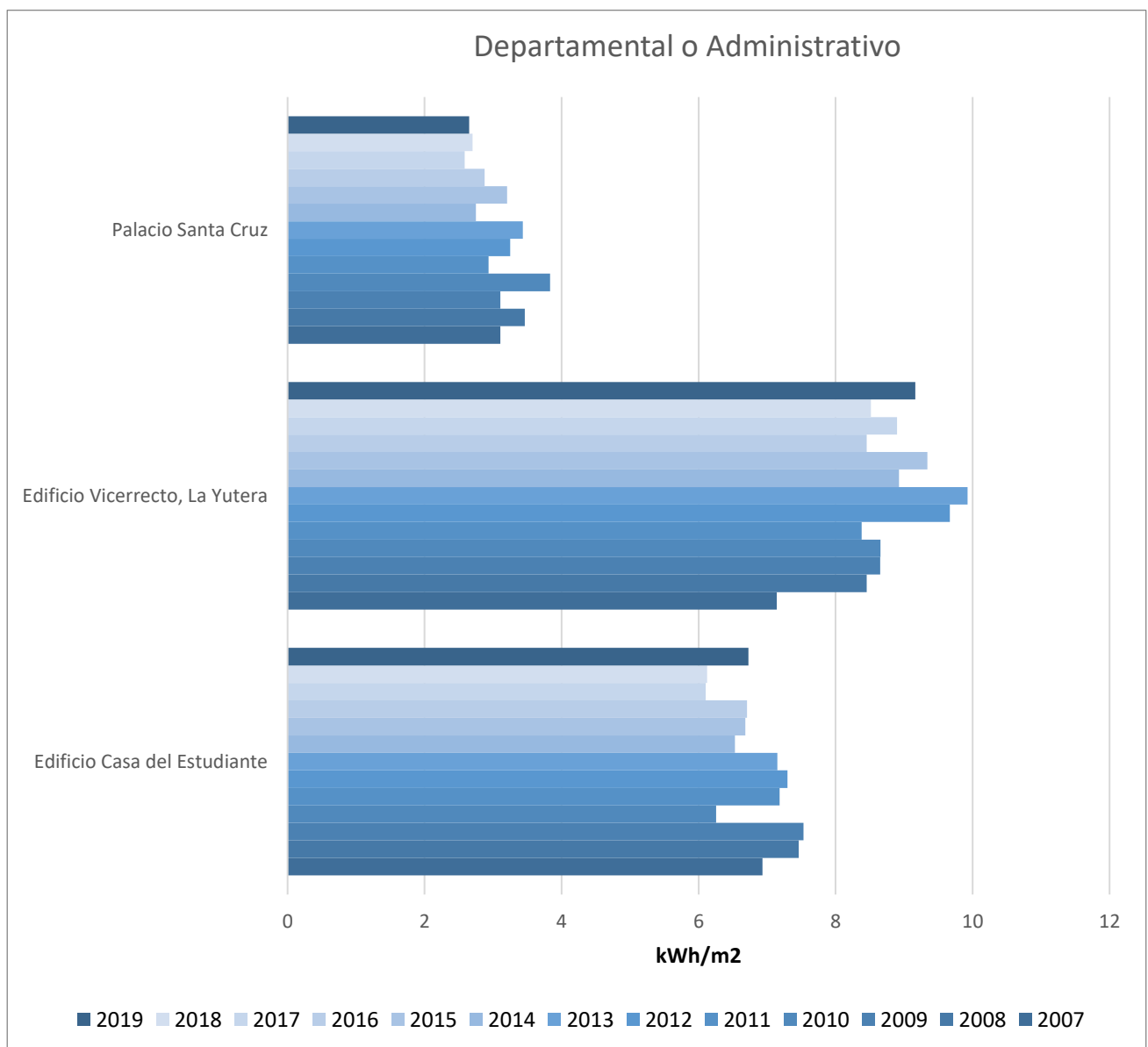
En este apartado se intentará determinar si el año de construcción de los edificios afecta en su consumo, con el pretexto de que los edificios modernos tienden a construirse para que realicen una gestión más eficiente de sus recursos, además de la cada vez más restrictiva legislación en cuanto la construcción de nuevos edificios.

Para este apartado compararemos edificios dentro de una misma categoría, pero de años de construcción diferentes, a continuación, se exponen los edificios en estudio, su categoría y el año en el que entró en funcionamiento, posteriormente se procederá a exponer un análisis y las conclusiones pertinentes.

Este apartado surge como una justificación de los posibles cambios que aparezcan en las tendencias de consumo de los edificios con el avance de los años, pues los resultados de este estudio reflejará la situación para un intervalo de tiempo, quedando obsoleto según se construyan nuevos edificios y se desarrollen nuevas tecnologías, por lo que sería interesante realizar este mismo estudio dentro de un periodo de tiempo considerable y poder observar la evolución de los consumo de las diferentes categorías.

Edificios de Departamentales o de Administración:

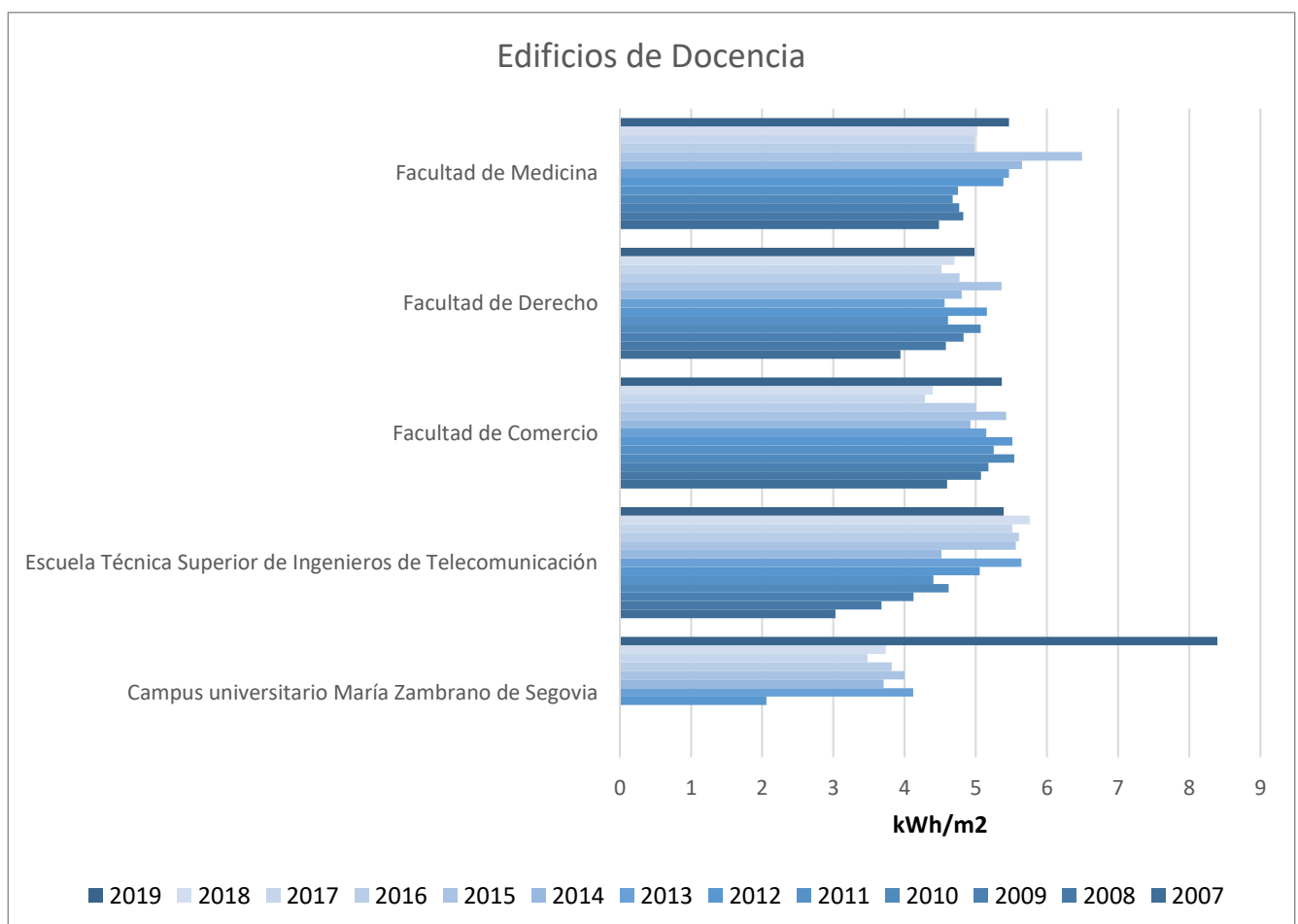
- Edificio Casa del Estudiante, Construcción en el siglo XVI, pero reformada finalmente en 1973, (Europa Press, 2017).
- Edificio Vicerrector La Yutera, Rehabilitado junto con el campus en el año 2002, (UVa Palencia, s.f.).
- Palacio Santa Cruz, inaugurado en el siglo XV, pero sufrió reformas con los años hasta su última restauración en el siglo XX (Biblioteca Histórica Santa Cruz, s.f.).



Gráfica 4.4.4-1 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de alguno de los edificios en estudio en la clasificación de Departamental o Administrativo

Edificios de Docencia:

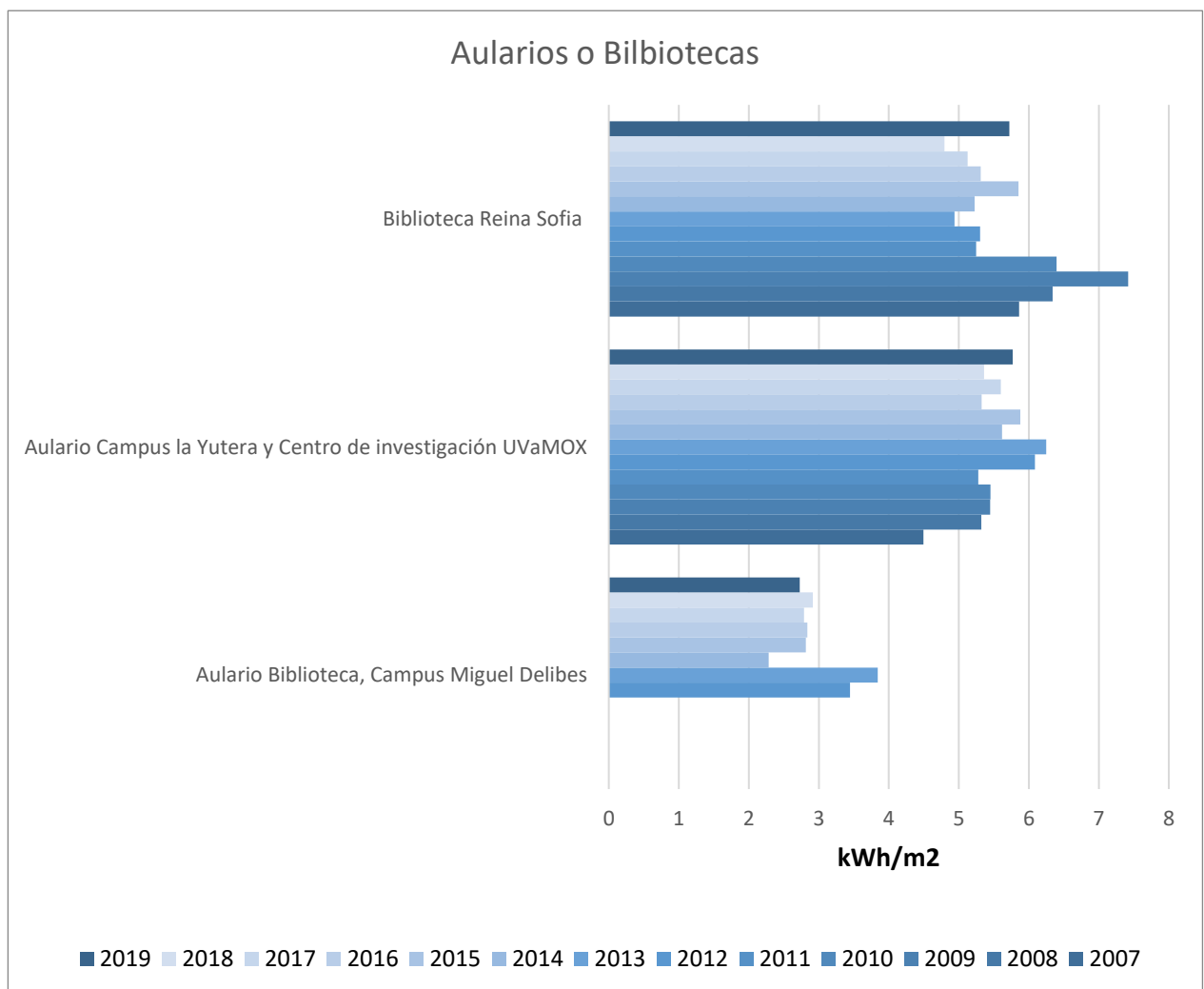
- Campus universitario María Zambrano de Segovia en 2012, (Universidad de Valladolid, 2014).
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación en 1991, (Universidad de Valladolid, 2014).
- Facultad de Comercio en 1994, (Universidad de Valladolid, 2014)
- Facultad de Derecho, El edificio sufrió numerosas reformas, pero se podría asegurar que su forma final data de principios del siglo XVIII, (Universidad de Valladolid, 2014)
- Facultad de Medicina, El edificio sufrió ampliaciones con los años, pero la parte más antigua, el ala de anatomía se construyó en 1889, (Universidad de Valladolid, 2014)



Gráfica 4.4.4-2 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de alguno de los edificios en estudio en la clasificación de Docencia 126

Edificios de Aularios o Bibliotecas:

- Aulario Biblioteca campus Miguel Delibes, se terminó de construir y empezó en funcionamiento en el año 2012, este dato ha sido proporcionado por los planos constructivos del edificio.
- Aulario Campus la Yutera y Centro de investigación UVaMOX, rehabilitado junto con el resto del campus en el año 2002 (UVa Palencia, s.f.)
- Biblioteca reina Sofia, construida en el siglo XVII, pero rehabilitada en el año 1988 (Biblioteca Universidad, s.f.)



Gráfica 4.4.4-3 Consumo en kWh/m<sup>2</sup> de alguno de los edificios en estudio en la clasificación de Aularios o Bibliotecas

En cuanto a los edificios de investigación o Laboratorios y los edificios Residenciales, todos fueron construidos o rehabilitados en el mismo periodo, por lo que no disponemos de información suficiente para realizar un análisis comparativo y por lo tanto formular una conclusión de dichos edificios.

En cuanto a la conclusión, hemos observado el comportamiento del consumo de los edificios, así como su año de construcción o rehabilitación, podemos por tanto determinar si la premisa de que los edificios modernos tienden a construirse buscando un uso responsable de los recursos, es o no cierta.

Para comenzar se hará una división de los edificios, en un parte se situarán los edificios construidos o rehabilitados antes de la primera década del siglo XXI y los construidos después, la razón de esta división la encontramos en las gráficas expuestas anteriormente, vemos que los edificios más antiguos tienden a mantener un consumo medio por categoría muy parecido, salvando la excepción del edificio Palacio Santa Cruz, mientras que los edificios de construcción más reciente destacan en cada categoría por ser los que disponen de una media de consumo mucho menor, los edificios que destacan por tener el menor consumo medio son el Aulario de la Facultad de ciencias en el campus Miguel Delibes o el Campus universitario María Zambrano de Segovia, salvando en este último el año 2019.

Para llegar a una conclusión mucho más firme necesitaríamos más edificios que hubieran sido construido después de la primera década del siglo XXI dentro de las categorías antes mencionadas, pero con los datos disponibles podemos llegar a concluir que en efecto los edificios más modernos tienden a construirse de manera que la gestión de los recursos sea lo más eficiente posible, es de suponer que la tendencia se mantenga en el tiempo.



## 4.5 Conclusiones y Justificación de los Análisis

A partir de este punto se concluirán y justificarán todos los resultados y análisis del trabajo, se realizará un estudio de todos los casos relevantes además de aportar razones de dichos casos. Se procederá primero sobre cada categoría y seguidamente se concluirá con el fenómeno que se repite en todas las categorías, el descenso de consumo que comienza sobre los años 2012 y 2013.

A continuación, podemos observar un resumen de las tendencias de consumo descritas en el apartado de análisis de los resultados.

Clasificación	Tendencia de Consumo
Departamental o Administración	No sigue una tendencia definida
Docencia	$\approx 5\text{kWh/m}^2$
Aularios o Bibliotecas	$\approx 5\text{kWh/m}^2 - 6\text{kWh/m}^2$
Laboratorios o Investigación	$>9\text{kWh/m}^2$
Residencial	$<5\text{kWh/m}^2$

Tabla 4.5 Tendencias de Consumo en las Clasificaciones de los edificios en estudio de la Universidad de Valladolid

### 4.5.1 Edificios Departamentales o de Administración

Para esta clasificación podemos concluir debido a sus diferentes ratios, que los consumos de estos edificios no están condicionados por su uso, pues para varios objetos de estudio destinados a la misma finalidad los ratios distan muchos unos de otros, por lo que para esta clasificación lo que condiciona el consumo es el propio uso de los recursos que se realiza en el edificio, por lo tanto queda determinar a qué se debe la diferencia entre los consumos, por lo tanto se va a analizar el tipo de actividades administrativas o departamentales de cada edificio, con la finalidad de que arroje una justificación para dicha

diferencia, se procederá comenzando con el edificio con mayor ratio de consumo hasta llegar al que posee el menor ratio.

Comenzando por el **edificio Vicerrector en la Yutera**, es el edificio con menor superficie útil de todos los edificios en estudio, con solo 152 m<sup>2</sup>, lo que provoca que la carga de energía en kWh sobre cada unidad de superficie útil sea mayor, en cuanto a las actividades, el edificio alberga la Unidad de Gestión Integrada del campus para todos los grados, desde donde se tramitan entre otras actividades las pruebas de acceso a la universidad o las admisiones y matriculas de los diferentes grados, además de albergar la dirección del vicerrectorado del mismo campus. En conclusión, es un edificio con una carga administrativa importante, que al ser muy reducido de superficie útil genera que el ratio de consumo de este edificio sea muy grande.

A continuación, procedemos con el **edificio Casa del Estudiante**, como se ha mencionado con anterioridad es un edificio histórico pero restaurado en el siglo XX, es un edificio, que al contrario que el anterior, posee una gran extensión de superficie útil con 7762.21 m<sup>2</sup>, por lo que, debido a su importante tamaño, su consumo de energía debe ser muy grande para obtener un ratio de consumo tan elevado. Este edificio recoge numerosos departamentos de administración, desde la gestión del Servicio de Practicas de la universidad, la escuela de Doctorado, la Sección de Servicios de Investigación, el Gabinete de estudios y Evaluación, Sección de postgrado o muchas otras competencias, debido a la enorme cantidad de competencias administrativas que abarca la demanda energética del edificio es tan grande.

Los tres edificios que restan en esta categoría poseen un ratio de consumo mucho menor que los anteriores, procedemos a explicar por qué de esa diferencia entre los ratios.

El siguiente es el **edificio Rector Tejerina**, restaurado en la primera década del siglo XXI, alberga entre muchas competencias las direcciones de varios vicerrectorados de la misma universidad, el Gabinete de Estudios y Evaluación, la unidad técnica de Arquitectura, una sala de exposiciones temporales del museo de la Universidad de Valladolid, y varias competencias más. La razón principal por la que este edificio posee un ratio de consumo menor que los anteriores edificio mencionados se debe a que la carga de competencias administrativas es menor que el edificio Casa del Estudiante, lo que significa una menor demanda energética, y la superficie útil de 10205 m<sup>2</sup>, la cual es mayor que los anteriores edificios, lo que significa que la demanda de energía se reparte entre más unidades de superficie, por lo que desemboca en un ratio de consumo bajo en comparación con los dos primeros edificio.

Para continuar, pasamos al **edificio Santa Cruz 5**, el cual es un edificio colindante al anterior edificio Vicerrector Tejerina, este edificio tiene una superficie útil de 1330 m<sup>2</sup>, el edificio alberga principalmente la competencia de administración de documentación europea, debido a su reducida carga de competencias y su reducida superficie en comparación con los demás edificios en esta categoría obtenemos un ratio de consumo muy reducido.

Por último, queda el edificio **Palacio Santa Cruz**, como el edificio Casa del Estudiante, es un edificio histórico restaurado varias veces. El palacio alberga principalmente la sede del Rectorado de la universidad de Valladolid, su superficie útil es de 5704 m<sup>2</sup>, en comparación con el resto de edificio su carga de trabajo es más reducida, sumado a que posee una superficie moderadamente grande desemboca en que el ratio de consumo del edificio sea el más pequeño de toda la categoría.

En cuanto a la evolución del consumo en esta categoría, durante los últimos años de estudio todos los edificios tienden a aumentar su consumo, dicho aumento de consumo se opone al descenso que sufrieron todos los edificios sobre los años 2012 y 2013, por lo que la causa de que los edificios corrigieran su consumo parece que pierde peso durante los últimos años de consumo, al final del análisis de cada clasificación se justificará la causa que provocó que todos los edificios redujeran su consumo durante los años 2012 y 2013.

#### **4.5.2 Edificios de Docencia**

Para la clasificación de Edificios de Docencia, en este apartado también se justificarán los comportamientos de consumo de los edificios, pero debido al gran número de edificios en esta categoría se realizarán englobando cada edificio en su respectivo campus, especificando cuando sea necesario qué edificio es. Como en la anterior categoría, se empezarán con los Campus de mayor ratio hasta los de menor ratio.

Comenzaremos con el **Campus Esgueva** en Valladolid, dicho campus está formado por cuatro edificios en la categoría de docencia, siendo uno de los dos campus con más edificios, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Facultad de Comercio, Escuela de Ingenierías Industriales de Paseo del Cauce y la Facultad de Filosofía y Letras. El campus tiene en total una superficie útil de 71.161 m<sup>2</sup>, el tamaño del campus conlleva que el ratio total del campus sea uno de los más grandes en esta categoría.

Continuamos con el **Campus Miguel Delibes**, junto con el anterior campus mencionado es uno de los más grandes con cuatro edificios en esta categoría, Centro de Idiomas, Tecnologías de la información y las telecomunicaciones, Facultad de Ciencias y de Educación y Trabajo social, con un total de superficie

útil de 52.659 m<sup>2</sup>, lo que implica que la carga de actividad en este campus también será grande, por lo tanto el Miguel Delibes compite con el Campus Esgueva durante los últimos años de estudio por el mayor ratio de consumo. En cuanto a la evolución anual del consumo de este campus, que sufre una gran evolución en el consumo desde los primeros años de estudio, el motivo principal es la relativa novedad del campus, pues a pesar de que algunos de los edificios se construyeran a finales del siglo XX, el campus se continuó ampliando con los años añadiendo muchos edificios, la última incorporación es en el año 2014 con el edificio LUCIA, lo que indica que hasta ese año el campus estuvo en crecimiento.

El siguiente es el **Campus La Yutera** en Palencia, este es el tercer campus con más edificios en esta categoría, Facultad de Educación, Facultad de ciencias del trabajo y Escuela Técnica Superior de ingenierías Agrarias, con una superficie útil total de 19.332 m<sup>2</sup> y un total de 1430 estudiantes en el año 2019, lo que implica una superficie relativamente pequeña para las competencias y actividades que recoge, lo que implica que para cada unidad de superficie útil se asigna una cantidad mayor de energía, desembocando en un indicador de consumo grande para esta categoría.

A continuación, sigue el **Campus situado en Valladolid centro**, este campus solo dispone de dos edificios, Facultad de Derecho y Edificio Ciencias de la Salud, con una superficie útil total de 46.576 m<sup>2</sup>, una superficie muy grande para solo dos edificios y las competencias que recoge, en cuanto a docencia solo recoge tres grados, Medicina, Enfermería y Derecho, a pesar de recoger pocas competencias, dichas competencias abarcan una cantidad de estudiantes muy grande, un total de 3.316 estudiantes en el año 2019, lo que implica que hay una carga de actividad muy grande en dicho campus, la razón de que el ratio de consumo de estos edificios sea tan reducido, a pesar de todas las competencias

y actividades que recoge, se debe a que al disponer de una superficie útil tan grande, la cantidad de energía que se consume se distribuye en más unidades de superficie, lo que desemboca en un indicador tan pequeño.

El siguiente campus es el situado en la **Avenida Salamanca**, como el anterior, solo está compuesto por dos edificios, el que recoge la Escuela Técnica superior de Arquitectura y su correspondiente aulario, y la Escuela de Ingenierías Industriales Sede Francisco Mendizábal, con una superficie útil total de 28.898 m<sup>2</sup>, con una cantidad de estudiantes alrededor de 1590 en el año 2019, las competencias y actividades que recogen los edificios no son muy grandes en comparación con el resto del campus, además disponen de una gran superficie útil, lo que desemboca en que los ratios de consumo sean muy reducidos, al repartirse más cantidad de energía entre más unidades de superficie útil. En cuanto a la evolución anual de este campus, al contrario que el Campus Miguel Delibes, el campus situado en la Avenida Salamanca está reduciendo las competencias que abarca, principalmente se debe a la desaparición del edificio Escuela de Ingenierías Industriales Sede Francisco Mendizábal, dicho edificio empezó a trasladar sus competencias hasta el curso académico 2018 y 2019, donde trasladó completamente la docencia y solo quedó algunos laboratorios pendientes de traslado.

El siguiente campus es el situado en Soria, el **Campus Duques de Soria**, con una superficie total de 16700 m<sup>2</sup>, recoge muchas competencias diferentes en sus instalaciones además de la docencia, pero a pesar del número de competencias solo albergaba 1686 estudiantes en el curso académico 2016-2017, debido al reducido número de estudiantes para todas las competencias que recoge, la actividad en el campus no es muy intensa, lo que refleja un ratio de consumo muy reducido.

Por último, queda el **Campus María Zambrano en Segovia**, dicho campus comenzó a operar con normalidad sobre el año 2013, lo que significa que es de los campus de docencia más recientes, y como podemos observar en el apartado 4.4.3 de este trabajo, donde comparamos los edificios históricos y de última construcción, los edificios más modernos tienden a construirse para que realicen una buena gestión de los recursos, por eso este campus posee un ratio de consumo tan reducido a pesar de tener una superficie útil de 15232 m<sup>2</sup> y un número de estudiantes de 2320 en el año 2019, lo que de primeras indica que hay una gran actividad en el edificio a pesar de la reducida superficie útil y cabría esperar que el ratio de consumo fuera mucho mayor. En cuanto al aumento considerable del consumo del campus en el año 2019, se debe a que el campus ha sufrido una ampliación considerable, pero dicha ampliación no estará completamente operativa hasta el curso académico 2020-2021, pero a pesar de no estar completamente operativo la ampliación tiene una carga de actividades que significa un aumento de la cantidad de energía demanda de forma global por el campus, y dicho aumento de energía se carga sobre las unidades de superficie útil de la parte original del campus, lo que desemboca en un indicador energético para dicho año muy superior al resto.

En cuanto a los consumos medios en esta categoría, como se expresaba en el análisis, la demanda de algunos de los edificios está condicionada por las actividades adicionales a la docencia que se realicen en el propio edificio, por lo tanto puede concluir que los ratios de consumo están condicionados por las actividades adicionales además de la docencia que se realicen en el propio edificio, por lo general la mayoría de los edificios en estudio poseen un ratio de consumo alrededor de **5kWh/m<sup>2</sup>**, por lo que el modelo de consumo para los edificios podría establecerse en dicho consumo, justificando los edificios que lo

superen debido a sus instalaciones adicionales, por lo que sería de interés un estudio de todos los edificios para poder hacer una subdivisión dentro de la clasificación donde se dividiera los edificios con cargas adicionales a la docencia.

#### ***4.5.3 Edificios Aularios o Bibliotecas***

En esta clasificación podemos diferenciar dos grupos, el primero compuesto por tres de los edificios, la Biblioteca Reina Sofia, el Aulario Campus Esgueva y el Aulario del Campus la Yutera junto con el centro UVaMOX, y el segundo grupo formado solo por el Aulario de la Facultad de Ciencias. En el primer grupo todos los edificios tienen un ratio de consumo muy parecido, además de que en la evolución anual los edificios también siguen una tendencia muy similar, la razón por la cual estos edificios siguen una tendencia tan parecida es debido a que los tres edificios fueron construidos en el mismo periodo de tiempo, finales del siglo XX y antes de la primera década del siglo XXI.

En cuanto al segundo grupo, la razón por la que el Aulario de Ciencias tenga un ratio de consumo menor es debido principalmente a que fue construido a partir de la primera década del siglo XXI, y como vemos en el apartado 4.4.3 de este mismo trabajo, la tendencia de los edificios es que con tiempo se mejoren la gestión de los recursos en los edificios. Para apoyar la anterior justificación, se recalcará que durante los últimos años de estudio, los edificios en la primera categoría, sufrieron un descenso del consumo notable para más tarde aumentar, mientras que en el caso del Aulario de ciencias, las variaciones en el consumo durante los últimos años son menos oscilantes, adelantando la justificación de estas variaciones en el consumo que se expondrán más adelante, las variaciones se deben a políticas de eficiencia energética adoptadas por la universidad, por lo tanto en los edificios del primer grupo las políticas



afectan en gran cantidad al comportamiento del consumo de los edificios, mientras que en el caso del Aulario de Ciencias, al poseer una mejor gestión de sus recursos, las políticas de eficiencia energética afectan menos, pues ya posee un buen nivel de eficiencia energética.

Para la clasificación de **Edificios de Aularios o Bibliotecas**, podemos determinar en función de los edificios en estudio, que el modelo de consumo para esta categoría se establece en un consumo entre **5 kWh/m<sup>2</sup>** y **6 kWh/m<sup>2</sup>**, exceptuando el caso del edificio Aulario de Ciencias en el Campus Miguel Delibes, el que se supone un edificio con un uso de los recursos muy responsable, y que presumiblemente sea una tendencia de consumo que adopten los edificios en esta clasificación que se construyan futuramente, por lo que sería interesante determinar qué características posee el Aulario de ciencias que hagan que su ratio de consumo sea muy reducido y realizar un estudio para poder implementar esas características a los demás edificios de la misma clasificación.

#### **4.5.4 Edificios Laboratorios o de Investigación**

Para la clasificación de **Edificios de Laboratorios o Investigación**, podemos determinar que esta categoría de edificios es la que posee un ratio de consumo superior a todas las demás categorías, a pesar de que los edificios en estudio tienen diversos ratios de consumos, podemos concluir que el modelo de consumo para los edificios en esta categoría se establece en un ratio que parte desde **9kWh/m<sup>2</sup>**.

Queda destacar que la diferencia de consumo entre los edificios se debe principalmente a diferencia de cargas, así como a la intensidad de investigación, pero también se debe a la eficiencia de cada edificio, y como ejemplo tenemos

el edificio LUCIA, el cual es un edificio con numerosos sistemas que reducen el consumo de energía del edificio, como un sistema de paneles solares integrados que producen energía que se autoconsume, o un sistema de chimeneas de luz que reducen la energía demandada para iluminación.

En cuanto a las Naves de investigación en el Campus la Yutera, la razón principal por la que disponen de un ratio de consumo tan reducido se debe a que la energía demandada por el edificio se emplea en funciones básicas del propio edificio como iluminación, a diferencia del resto de edificios en los cuales para la investigación disponen de equipos especiales que consumen mucha energía. Además de la reducida demanda de energía de las Naves de Investigación, la superficie útil del edificio es muy grande, lo que desemboca en un indicador kWh/m<sup>2</sup> muy pequeño.

En cuanto al edificio Uvainnova, posee un ratio de consumo muy superior al resto de edificios en su clasificación, la evolución del consumo de este edificio con los años es considerablemente creciente, desembocando en los últimos años en un consumo tan grande que es necesario un estudio en profundidad para determinar cuál es la causa de la descomunal demanda de energía de dicho edificio, la justificación de que los equipos especiales utilizados en la investigación consumen mucha energía es la principal causa del problema, pero debido a la magnitud del problema queda claro que la gestión de los recursos en el edificio no es lo más óptima posible.

En cuanto al descenso notable del consumo en 2014, tras una búsqueda intensiva, no surgió ningún evento o acción que de forma aislada afectara solo en el año 2014 en esta categoría, por lo que se intentará justificar de forma conjunta con el descenso de los consumos en general desde 2012 y 2013 que se

realiza más adelante, pues la causa de una tendencia decreciente desde dichos años también podría justificar el fenómeno de 2014.

#### **4.5.5 Edificios Residenciales**

Para la clasificación de **Edificios Residenciales** también vamos a ver la diferencia de consumos entre los edificios. Para comenzar justificaremos por qué el edificio **Alfonso VIII** posee un ratio de consumo superior al resto de edificios. La razón principal se debe a las actividades extras que se realizan en la residencia universitaria, como describe la propia residencia en su página web, el edificio no se limita solo a la actividad de residencia, si no que realiza numerosas actividades entre las que se encuentran una biblioteca con numerosos ejemplares, la Asociación Cultural de Universitarios, un gimnasio y muchas más actividades, a es debido a la cantidad de actividades que se realiza en el propio edificio que la cantidad de energía demandada es superior al resto de edificios en esta categoría, además de las numerosas actividades la residencia Alfonso VIII es el edificio que más estudiantes alberga de la Universidad de Valladolid, con un total de 250.

En cuanto al resto de edificios en esta categoría, a pesar de que algunos cuentan con actividades adicionales a la de residencia, no son tan numerosas como en el primer edificio mencionado, es debido a esto que el ratio de consumo en ellos es más reducido.

esta clasificación dispone de los edificios con un menor ratio de consumo, por lo tanto, podríamos establecer un modelo de consumo donde los edificios consumen menos de **5kWh/m<sup>2</sup>**, donde tendríamos la excepción de la residencia universitaria Alfonso VIII, el cual se establecería como un edificio que tiene un

consumo alto en comparación con el resto de los edificios en su categoría, como en el caso de las anteriores categoría.

#### ***4.5.6 Comparación entre los indicadores kWh/m<sup>2</sup> y kWh/Estudiante***

En cuanto a la comparación entre el indicador **kWh/m<sup>2</sup>** y al indicador **kWh/Estudiante**, podemos establecer que, debido a que en la mayoría de los edificios el comportamiento mostrado por ambos indicadores es muy parecido, ambos indicadores muestran unos resultados consistentes. En cuanto a los casos en los que los dos indicadores mostraban comportamientos diferentes, podríamos decir que la escuela Técnica Superior de Arquitectura tiene un buen consumo de energía relacionada con su superficie útil en comparación con el resto de edificios en estudio, mientras que el consumo en relación con el número de alumnos que hacen uso aunque está dentro de la media, es un consumo peor, la causa de esta diferencia se puede deber simplemente a que el número de estudiantes en la escuela es reducido, lo que causa que el consumo adjudicado a cada estudiante sea mayor que el que se adjudica a cada unidad de superficie útil.

En el caso del Campus María Zambrano, la conclusión sería que, en función de la superficie útil del edificio, el consumo supera la media, pero en relación con los alumnos el consumo se reduce considerablemente, la causa de esta diferencia se puede deber a que el Campus posee muchos alumnos, lo que causa que la energía que se le adjudica a cada uno es menor que la energía adjudicada a cada unidad de superficie útil, justificando la necesidad de una ampliación en el propio campus, como se indicaba en la gráfica de consumo del propio campus.

Para terminar con los dos casos especiales en este punto, si nos fijamos en la superficie útil de cada edificio en la gráfica 4.1.3-1 y al número de estudiantes en la gráfica 4.1.2-2, ambos edificios tienen una superficie útil muy parecida de aproximadamente 15000 m<sup>2</sup>, pero el número de estudiantes no podría distar más, desde 555 en la escuela de Arquitectura hasta más de 2300 en el campus María Zambrano, podemos observar como la diferencia entre el número de estudiantes es notable, justificando las consideraciones realizadas recientemente. En cuanto a la comparación de ambos indicadores, podemos concluir con todos los resultados que, salvo algunas excepciones, ambos indicadores nos presentan los mismos comportamientos de consumos en los edificios, y los resultados de ambos resultados sirven para corroborar las conclusiones realizadas en los apartados anteriores.

#### ***4.5.6 Reducción del consumo a partir de los años 2012 y 2013***

Ahora solo queda justificar el motivo por el cual en todas las categorías durante los años 2012 y 2013 todos los edificios sufren una reducción en sus consumos, para ello se realizará una búsqueda de fenómenos, acontecimientos o actividades durante los años en los que sucede el fenómeno.

La primera opción y la más probable era buscar una justificación en las condiciones climatológicas, es decir una variación en la temperatura media o la radiación solar entre otros factores, el motivo por el cual estos factores afectan al consumo es debido a que una variación en las condiciones climatológicas desemboca en un cambio en el comportamiento de los usuarios, de manera que cuanto menor sea la temperatura, los equipos eléctricos encargados de hacer funcionar los equipos térmicos funcionarán más tiempo consumiendo más energía, de manera similar una temperatura mayor implicará que los

equipos de acondicionamiento de aire también funcionen más tiempo, por otra parte si el número de horas de sol o la radiación solar es menor implicará un uso mayor de los equipos destinados a iluminación.

Para la comprobación de las condiciones climatológicas se acudió a un informe realizado por el Instituto Nacional de Estadística en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología desde el año 2011 hasta el 2015 (Instituto Nacional de Estadística, 2016), donde podemos observar tanto la temperatura media como las horas de sol en las provincias de Segovia, Soria y Valladolid, pues dichas ciudades poseen estaciones que recogen información meteorológica. En el informe antes mencionado podemos observar la siguiente información:

Año — Mes	Cantabria	Castilla y León						
	Santander (aeropuerto)	Ávila	Burgos (aeródromo)	León (aeródromo)	Salamanca (Matacán)	Segovia	Soria	Valladolid
<b>Temperatura media (grados centígrados)</b>								
2011	15,6	12,4	11,5	11,8	13,0	13,4	11,8	13,8
2012	14,5	11,3	10,7	11,0	12,1	12,2	11,0	12,6
2013	14,5	10,9	10,2	10,7	11,9	11,8	10,4	12,2
2014	15,6	12,2	11,4	11,3	12,6	13,0	11,7	13,6
2015	15,1	12,6	11,2	11,4	12,7	13,4	11,7	13,4
<b>Número de horas de sol</b>								
2011	1.633	..	2.443	2.840	2.960	2.831	..	2.791
2012	1.540	2.724	2.384	2.882	2.920	2.736	..	2.707
2013	1.458	2.555	2.182	2.738	2.901	2.581	2.642	2.647
2014	1.515	2.686	2.317	..	2.878	2.616	2.646	2.767
2015	1.529	2.746	2.362	..	3.003	2.805	2.821	2.711

*Figura 4.5.6 Temperatura Media y Número de Horas de Sol por ciudades y estaciones meteorológicas en Castilla y León*

En la figura 4.5.6 podemos observar la temperatura media y las horas de sol de tres de las cuatro provincias que poseen edificios de la universidad. El motivo de exponer dichos valores es buscar una justificación para el descenso del consumo de energía eléctrica en los años 2012 y 2013 de los edificios en estudio, si nos fijamos en dichos años, podemos observar que tanto el 2012

como el 2013 poseen las menores temperaturas medias y las menores horas de sol de entre los cinco años de los que se muestran datos, como veíamos con anterioridad cuanto menor la temperatura media y las horas de sol, mayor sería la necesidad de energía demandada por los edificios, pero no es el caso, al contrario de lo esperado, los años en los que los edificios deberían haber aumentado su consumo los edificios sufrieron un descenso en la energía demandada.

Con estos datos podemos determinar que la razón de que durante 2012 y 2013 el consumo de los edificios disminuyera no es debido a un cambio en la climatología. Es necesario aclarar que esta conclusión no implica que el descenso de las temperaturas medias así como la reducción de las horas de sol no afecte al consumo, dichas circunstancias climatológicas sí que afectaron al consumo, pero aun así el consumo de los edificios se redujo, lo que implica que la razón principal del descenso de los consumos tuvo mayor peso que el cambio de la climatología, por lo que es necesario continuar con la investigación para encontrar la causa del descenso en los consumos.

En cuanto al fenómeno que surgía en la clasificación de Laboratorios o Investigación, sobre el descenso puntual en el año 2014, los edificios que sufren dicho fenómeno se sitúan todos en la provincia de Valladolid, y como podemos observar en la gráfica 4.5.6 en el año 2014 hubo un aumento considerable de la temperatura media así como del número de horas de sol, dicho cambio en las condiciones climatológicas sí que es responsable de un descenso en el consumo, no obstante no es posible determinar si todo el descenso en el consumo es atribuible a dicho cambio en las condiciones climatológicas, además el descenso del consumo en 2014 es notable sobre todo en la clasificación de Laboratorios e Investigación, por lo que será necesario más razones para justificar dicho descenso de los consumos.

Tras una búsqueda intensiva y consultar al departamento de Calidad Ambiental de la Universidad de Valladolid, se destacó un proyecto realizado por el departamento antes mencionado y por el Vicerrectorado de Infraestructuras de la misma universidad, el proyecto se tituló “Plan de Sostenibilidad energética en los Campus de la universidad de Valladolid” (Departamento de Calidad Ambiental y Vicerrectorado de infraestructuras, 2009), dicho proyecto se publicó en Junio de 2009. El proyecto surge como la respuesta de la universidad ante los compromisos obtenidos en el Protocolo de Kyoto, en el cual se obliga a los países de la Unión Europea a fomentar la eficiencia energética, debido a dicho protocolo en España en Enero de 2003 la Directiva 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios, debido a esta nueva directiva y más actualizaciones en la legislación, la Universidad de Valladolid decide tomar medidas para aumentar la eficiencia energética en los edificios de la universidad y entonces es cuando surge el proyecto “Plan de Sostenibilidad energética en los Campus de la universidad de Valladolid”.

En el proyecto se proponen medidas de ahorro energético tanto de instalaciones térmicas para climatización como de instalaciones eléctricas, por lo tanto, en el proyecto se definen cinco ejes de actuación:

1. Mejorar la calidad y fiabilidad del suministro energético.
2. Incrementar la eficiencia y reducir los costes del alumbrado.
3. Incrementar la eficiencia y reducir los costes de las instalaciones de climatización.
4. Mejoras y optimización de equipos e instalaciones térmicas.
5. Integración de energías renovables en los edificios.

A continuación, se destacarán las medidas principales que se proponen en el proyecto. La primera fue establecer una Gestión energética de los edificios,



hasta el momento no existía ningún organismo que como mínimo realizara un seguimiento de los consumos energéticos, tanto térmicos como eléctricos, en la actualidad uno de los organismos encargados de realizar dicho seguimiento y asegurarse de que no existen consumos excesivos es la ya mencionada Oficina de Calidad Ambiental.

La segunda medida adoptada fue sobre las edificaciones nuevas y existentes, donde se comprendían actuaciones sobre la envolvente para la mejora térmica de las infraestructuras o la renovación de la luminaria con lo que se lograría un importante ahorro energético, con motivo a esta medida la mayoría de las instalaciones de luminaria en todos los edificios se han ido renovado paulatinamente instalando fuentes de luz mucho más eficientes. En la actualidad siguen existiendo medidas orientadas para dicho fin, como por ejemplo La oficina de Calidad Ambiental, la cual dispone de una partida presupuestaria destinada a apoyar a los diferentes edificios para mejorar las instalaciones.

La siguiente y última medida principal fue la integración de fuentes de energías renovables en los edificios, donde la finalidad principal era que los edificios que pudieran implementar esta medida fueran capaces de producir parte de la energía que demandaban con el fin de reducir el cómputo global de energía consumida. Como ejemplo de esta medida tenemos la instalación de placas solares fotovoltaicas que se dispuso en el Aulario Esgueva o la instalación Fotovoltaica que se ha dispuesto en el edificio de reciente construcción IndUVA.

Todas las medidas antes mencionadas se fueron implementando paulatinamente en las infraestructuras de la universidad, de modo que los resultados fueron notables en mayor o menor medida desde los años 2012 y 2013, no obstante, como veíamos en los resultados durante los años 2017 y

2018 los consumos en la mayoría de los edificios adquieren un comportamiento por el cual la tendencia de sus consumos comienza a ser crecientes, será de gran interés mantener un control sobre esta tendencia creciente para evitar que se prolongue en el tiempo, de lo contrario será necesario un nuevo plan de acción por parte de la universidad para aumentar la eficiencia energética de su infraestructura.

En cuanto al fenómeno del descenso del consumo en 2014 en la categoría de Laboratorios e Investigación, podemos determinar que las medidas de ahorro energéticas antes mencionadas también afectaron a los edificios en esta categoría, que junto con el cambio en las condiciones climatológicas mencionadas con anterioridad produjeron que en año 2014 los edificios en dicha categoría sufrieran un descenso en la demanda de energía muy grande.

#### ***4.6 Continuación del Estudio***

Este trabajo solo ha sido el comienzo de un estudio mayor, donde mas adelante y con la elaboración de futuros trabajos se ampliará el estudio indagando mas en cada edificio de estudio, pudiendo llegar a realizar un modelo de consumo energético que será de gran utilidad para el gestor del abastecimiento eléctrico.

La continuación de este estudio será un gran avance para llegar a cumplir la meta de una institución más eficiente energéticamente, además de crear una conciencia mucho mas responsable con los recursos.



---

**Universidad de Valladolid**



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

# **Estudio Económico Del Trabajo**



## **5 Estudio Económico**

### **5.1 Introducción**

En este capítulo se pretende otorgar un valor económico al trabajo realizado, por lo que se ha realizado un presupuesto de éste.

Es interesante tener constancia del coste que ha supuesto el estudio, para poder establecer un referente del desembolso económico que supone construir un modelo de comportamiento de consumo eléctrico de numerosos edificios.

El estudio económico incluirá los siguientes aspectos:

- Elaboración de la parte teórica que incluye la recopilación y el estudio de los datos.
- Apartado práctico, donde se hace uso de los softwares correspondientes para la obtención, tratamiento y presentación de los datos.

A continuación, se analizarán tanto los costes directos como indirectos, así como el análisis de los costes que sean amortizables

## **5.2 Costes Directos**

En este apartado se recogen los gastos asociados directamente de la realización del trabajo de construcción de un modelo de consumo eléctrico.

### **5.2.1 Costes Directos de Personal**

Se mostrarán los honorarios que se atribuyen a todos los miembros que hayan participado de forma directa en la realización del trabajo.

La jornada Laboral cuenta con 40 horas semanales y un total de 1.764 horas anuales, no obstante, los costes de personal se realizarán en función de las horas invertidas por cada miembro.

A continuación, se describen los profesionales, así como su implicación en el trabajo.

#### **Técnico de la oficina de Calidad ambiental de la UVa:**

- Formar el puesto de trabajo donde el ingeniero realizará su parte.
- Facilitar al ingeniero todas las bases de datos disponibles para la adquisición de información.
- Apoyo técnico debido a la experiencia al Ingeniero.

#### **Ingeniero al cargo de la Universidad de Valladolid:**

- Adquisición de la información necesaria para realizar la parte teórica del trabajo.
- Tratamiento de los datos de consumos.
- Cálculo de la superficie útil de los edificios.
- Análisis de los resultados obtenidos del trabajo.
- Realización de una propuesta de mejora.

PROFESIONAL	TIEMPO ESTIMADO (HORAS)	SALARIO BRUTO (€)	€/HORA	COSTE TOTAL (€)
Técnico Oficina	100	28000	15,87	1587
Ingeniero	500	18000	10,20	5100
<b>TOTAL</b>	<b>600</b>	<b>46000</b>	<b>26.07</b>	<b>6687</b>

Tabla 5.2.1 Costes directos asociados a los diferentes profesionales involucrados en el proyecto

### 5.2.2 Costes Directos de Material

En este apartado se describirán los costes directamente asociados a la adquisición del material necesario para la realización del proyecto. Se diferenciará de los materiales en amortizables o no.

#### 5.2.2.1 Costes Directos Amortizables

Se describen a continuación los costes de los materiales amortizables.

- Ordenador de Oficina  
Desembolso inicial: 800€  
Periodo de amortización: 6 años
- Windows 7  
Desembolso inicial: 120€  
Periodo de amortización: 2 años (Amortizado)
- Licencia Microsoft Office  
Desembolso inicial: 60€  
Periodo de amortización: 1 año (Amortizado)
- Licencia AutoCAD 2019  
Desembolso inicial: 25€  
Periodo de amortización: 1 año (Amortizado)
- Licencia Power Monitoring Expert de Schneider

Desembolso inicial: 31.865,63€

Periodo de amortización: 10 años

- Ordenador Personal Asus K555Q

Desembolso inicial: 500€

Periodo de amortización: 3 años

- Windows 8

Desembolso inicial: 110€

Periodo de amortización: 2 años

<b>MATERIAL AMORTIZABLE</b>	<b>INVERSIÓN (€)</b>	<b>TIEMPO DE AMORTIZACIÓN (AÑOS)</b>	<b>COSTE ANUAL (€)</b>
Ordenador de Oficina	800	6	133,33
Licencia Power Monitoring	31.865,63	10	3.186,56
Ordenador Personal Asus	500	3	166,67
Windows 8	110	2	55
<b>TOTAL</b>	<b>33.275,63</b>	<b>21</b>	<b>3541,56</b>

*Tabla 5.2.2.1 Costes directos asociados a los diferentes materiales amortizables empleados*



### 5.2.2.2 Costes Directos no Amortizables

A continuación, se describen los materiales empleados no amortizables.

<b>MATERIAL NO AMORTIZABLE</b>	<b>COSTE (€)</b>
Material Oficina	10
Tinta impresora	20
Fotocopias y Documentación	5
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

Tabla 5.2.2.2 Costes directos asociados a los diferentes materiales no amortizables empleados

### 5.3 Costes Indirectos

En este apartado se describen los costes que no están directamente asociados a la realización del proyecto.

<b>COSTES INDIRECTOS</b>	<b>COSTE (€)</b>
Consumo Eléctrico	150
Teléfono	30
Transporte	40
<b>TOTAL</b>	<b>220</b>

Tabla 5. 3 Costes Indirectos

## 5.4 Costes Totales

En este apartado se recogen todos los costes totales del proyecto.

<b>COSTES TOTALES</b>	<b>COSTE (€)</b>
Personal	6687
Material Amortizable	3541,56
Material No Amortizable	35
Costes Indirectos	220
<b>TOTAL</b>	<b>10.483,56</b>

*Tabla 5.4 Costes Totales derivados de la realización del proyecto*

Como se puede observar, la mayor parte del presupuesto del proyecto reside en el salario del personal y la adquisición de la licencia del software Power Monitoring Expert.



---

**Universidad de Valladolid**



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

# Conclusiones



## 6. Conclusiones

En este capítulo se van a presentar las conclusiones que se pueden extraer de todo el trabajo expuesto anteriormente:

Para poder comprender el comportamiento del consumo eléctrico de los edificios pertenecientes a la universidad, se ha realizado una labor de investigación sobre la Eficiencia Energética, la gestión de edificios, así como las herramientas necesarias para evaluar y certificar dicha eficiencia energética.

Después se realizó otra tarea de investigación para comprender la importancia de los Indicadores Energéticos en el estudio que se iba a realizar.

Finalmente, tras realizar el estudio y obtener los resultados, las conclusiones que podemos extraer son:

- Durante los años de estudio, la tendencia de consumo de los edificios en las diferentes categorías es:
  - Departamental o Administración: No sigue una tendencia definida
  - Docencia: Aproximadamente 5kWh/m<sup>2</sup>
  - Aularios o Bibliotecas: Aproximadamente entre 5kWh/m<sup>2</sup> y 6kWh/m<sup>2</sup>
  - Laboratorios o Investigación: Más de 9kWh/m<sup>2</sup>
  - Residencial: Menos de 5kWh/m<sup>2</sup>
- El estudio del consumo con el indicador kWh/Estudiante muestra en su gran mayoría los mismos resultados que el estudio con el indicador kWh/m<sup>2</sup>, lo que significa que los resultados del estudio son más fiables.
- Los edificios de última construcción tienden a tener un consumo menor que los edificios construidos antes de la primera década del siglo XXI, lo que destaca una tendencia de los edificios a que cada vez demanden menos recursos.





---

**Universidad de Valladolid**



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

# BIBLIOGRAFÍA





## 7. Bibliografía

**Biblioteca Histórica Santa Cruz. (s.f.).** *Internet Archive Wayback Machine*. Obtenido de Origen e Historia:

<https://web.archive.org/web/20081024020632/http://www.bhsc.uva.es/historia.html>

**Biblioteca Universidad. (s.f.).** *Universidad de Valladolid*. Obtenido de Biblioteca Universitaria: <https://biblioteca.uva.es/export/sites/biblioteca/1.informaciongeneral/>

**Boletín Oficial del Estado. (13 de 2 de 2016).** *Agencia Estatal Boletín Oficial de Estado*.

Obtenido de Real Decreto 56/2016: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2016-1460](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2016-1460)

**C. Alonso, I. O. (2010).** *CRITERIOS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL PROYECTO DE FACHADAS DE EDIFICIOS DE VIVIENDAS*.

**Consejo de la Unión Europea. (6 de 12 de 2019).** *Reforma del régimen de comercio de*

*derechos de emisión de la UE*. Obtenido de Consejo Europeo, Consejo de la Unión Europea: <https://www.consilium.europa.eu/es/policias/climate-change/reform-eu-ets/>

**Departamento de Calidad Ambiental y Vicerrectorado de infraestructuras. (2009).** *Plan de Sostenibilidad energética en los Campus de la universidad de Valladolid*. Valladolid.

**Europa Press. (31 de 7 de 2017).** *Veinte minutos*. Obtenido de La UVA reforma la Casa del Estudiante para mejorar las instalaciones de la Esduva y el Servicio de Gestión Económica: <https://www.20minutos.es/noticia/3103321/0/uva-reforma-casa-estudiante-para-mejorar-instalaciones-esduva-servicio-gestion-economica/>

**Europea, D. O. (25 de Octubre de 2012).** *Directivas*. Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf>

**Gobierno de España. (2013).** *Gobierno de España*. Obtenido de Energía y Desarrollo sostenible, Documentos Reconocidos:

<https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/documentosreconocidos.aspx>

**Gobierno de España. (2013).** *Gobierno de España*. Obtenido de Certificado de Eficiencia Energética de edificios:

[https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/normativamodelosutilizacion/2015\\_06\\_22\\_Nuevo-Modelo-Certificado-Eficiencia-Energetica-Version-Web-vacio.pdf](https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/normativamodelosutilizacion/2015_06_22_Nuevo-Modelo-Certificado-Eficiencia-Energetica-Version-Web-vacio.pdf)

**Gobierno de España. (14 de enero de 2016).** *Gobierno de España*. Obtenido de Energía y desarrollo sostenible, procedimientos para la certificación de edificios:

<https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx>

**Instituto Nacional de Estadística. (Diciembre de 2016).** *INE*. Obtenido de Temperatura media, horas de sol y precipitación acuosa:

<https://www.ine.es/daco/daco42/bme/c19.pdf>

**Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía. (2010).** *Guía técnica Condiciones climáticas exteriores de proyectos*. Madrid: IDAE.

**Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía. (2011).** *PROYECTO SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España*. IDAE, Secretaría General, Departamento de Planificación y Estudios.

**Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía. (2018).** *Balance del consumo de energía final*. Obtenido de IDAE:

<http://sieeweb.idae.es/consumofinal/bal.asp?txt=2018&tipbal=t>

**Irene Blasco Lucas, L. H. (21 de 08 de 2012).** *ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE CLIMA Y CONSUMO ENERGÉTICO RESIDENCIAL EN LA CIUDAD DE SAN JUAN*. Obtenido de Energías Renovables y Medio Ambiente (ERMA):

<http://erma.asades.org.ar/ojs8/index.php/ERMA/article/view/47>

**José Ignacio Pérez Arriaga, L. J. (2005).** *La Gestión de la demanda de electricidad*. Fundación Alternativas.

**Ministerio de la Presidencia Español. (5 de Abril de 2013).** *Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de Real Decreto 235/2013:

<https://www.boe.es/boe/dias/2013/04/13/pdfs/BOE-A-2013-3904.pdf>

**MITECO. (2019).** *MITECO*. Obtenido de Factores de Emisión:

[https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores\\_emision\\_tcm30-479095.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-479095.pdf)

**Mitre, A. R. (2017).** Desarrollo de un sistema de gestión de eficiencia y ahorro energético para las instituciones del sector público. *Revista de Iniciación Científica* , 70-76.

**Red Eléctrica de España. (2018).** *Informe del sistema eléctrico español*.

**Red Eléctrica Española. (2019).** *Red Eléctrica Española*. Obtenido de Avance del Informe del sistema eléctrico español 2019: <https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/informe-anual-sistema/avance-del-informe-del-sistema-electrico-espanol-2019>

**Roberto Gómez Girini, G. R. (2012).** *Metodología para las Auditorías Energéticas en edificios*. Argentina: Instituto Regional de Estudio Sobre energía.

**Sevilla, A. (2012).** *Producto Interior Bruto (PIB)*. Obtenido de Economipedia:

<https://economipedia.com/definiciones/producto-interior-bruto-pib.html>

**Universidad de Valladolid. (28 de abril de 2014).** *Universidad de Valladolid*. Obtenido de Centros:

<https://web.archive.org/web/20140428015922/http://www.uva.es/export/sites/uva/1.lauva/1.11.campus/1.11.03.segovia/1.11.01.04.centros/index.html>

**Universidad de Valladolid. (28 de Abril de 2014).** *Universidad de Valladolid*. Obtenido de Centros:

<https://web.archive.org/web/20140428172007/http://www.uva.es/export/sites/uva/1.lauva/1.11.campus/1.11.01.valladolid/1.11.01.04.centros/index.html>

**Universidad de Valladolid. (s.f.).** *Universidad de Valladolid*. Obtenido de Universidad de Valladolid: <http://www.uva.es>

**UVa Palencia. (s.f.).** *UVa Palencia*. Obtenido de <http://www.palencia.uva.es/>

