
ESTUDIO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DOCENTES UNIVERSITARIOS

29 jul. 15



AUTOR:

ANA M^a DÍAZ AGUIRRE

TUTORES ACADÉMICOS:

Carolina Aparicio Fernández.- Departamento de Construcciones Arquitectónicas

José Luis Vivancos Bono.- Departamento de Proyectos de Ingeniería



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

ETS d'Enginyeria d'Edificació
Universitat Politècnica de València

Resumen

Con este estudio se pretende analizar el comportamiento energético de dos edificios situados en el campus de la Universidad Politécnica de Valencia. Los edificios seleccionados son la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (Edificio 1G) y la Facultad de Bellas Artes (Edificio 3N).

En primer lugar se hará una descripción de las características de cada uno de ellos acompañada de un análisis de sus consumos energéticos y de la certificación energética del edificio. Se obtendrán los ratios de energía consumida por superficie útil, por volumen del edificio y por usuario. Todos estos datos tendrán asociadas sus correspondientes emisiones de CO₂.

Una vez analizado cada edificio, se procederá a comparar los resultados de ambos entre sí. Se pretende así comparar las diferencias en consumos de energía que se pueden dar entre edificios de diferentes épocas, diferentes dimensiones, tipologías constructivas o incluso usos, y sacar unas conclusiones al respecto.

Las conclusiones de este estudio se pueden utilizar para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones de la universidad obteniendo así un considerable ahorro de energía, un mayor confort de sus usuarios, un ahorro económico en las facturas y una indudable contribución al medio ambiente reduciendo las emisiones de CO₂.

Para la realización de este estudio han sido muy valiosos los datos aportados por los tutores de la UPV en cuanto a los consumos y características de los edificios, ya que sin estos datos hubiese sido imposible realizarlo.

Palabras clave

Auditoría energética, Centros docentes, Edificios, Eficiencia energética, UPV.

Summary

This study will analyse the energy performance of two buildings located at the Polytechnic University of Valencia. The selected buildings are the "Superior Technical School of Computer Engineering" (Building 1G) and the "Faculty of Fine Arts" (Building 3N).

This project will begin with a description of the characteristics of each building along with an analysis of their energy consumption and the energy certification of the building. The result will be the ratios of energy consumed by surface area, by building volume and by user. All of this data is associated with the corresponding CO₂ emissions.

Once each building has been analyzed there will be a comparison between the two buildings. The aim is to compare the differences in energy consumption in buildings of varying ages, dimensions, constructive typologies and even uses.

Conclusions drawn from these comparisons can be used to improve the energy efficiency of University facilities and therefore to save a considerable amount of energy, provide greater comfort for its users, savings on energy bills and a significant contribution to the environment by reducing CO₂ emissions.

The data provided by the tutors from UPV in relation to power consumption and building characteristics have been extremely valued and it would have been impossible to do the study without this information.

Key words

Buildings, Educational Institution, Energy Audit, Energy Efficiency, UPV.

Acrónimos utilizados

ACS: Agua Caliente Sanitaria

DB HE: Documento Básico Ahorro de Energía

CO₂: Dióxido de Carbono

COP: Coefficient of Performance = Coeficiente de Rendimiento Bomba de Calor= Potencia calorífica/ Potencia eléctrica consumida en calefacción

CTE: Código Técnico de la Edificación

EER: Energy Efficiency Ratio = Coeficiente de Eficiencia Energética= Potencia frigorífica/ Potencia eléctrica consumida en refrigeración

EPS: Poliestireno expandido

ETS: Escuela Técnica Superior

GEI: Gases de Efecto Invernadero

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía

K: Kelvin

KW: Kilovatio

LED: Light-Emitting Diode = Diodo emisor de luz

Lm: Lúmen. Unidad para medir el flujo luminoso

MW: Megavatio

NBE: Norma Básica Española

PVC: Policloruro de Vinilo

RPT: Rotura de puente térmico en carpinterías

SCOP: Coeficiente de Rendimiento Estacional (Sustituye al antiguo COP desde 01/01/13)

SEER: Coeficiente de Eficiencia Energética Estacional (Sustituye al antiguo EER desde 01/01/13)

UE: Unión Europea

UPV: Universidad Politécnica de Valencia

VRV: Volumen de Refrigerante Variable

W: Vatios

XPS: Poliestireno extruido

ÍNDICE

Resumen	2
Summary	3
Acrónimos utilizados	4
Capítulo 1. Introducción	7
1.1 Eficiencia Energética en edificios docentes universitarios.....	8
1.2 Datos de partida y metodología de trabajo del TFG	9
1.3 Situación edificios docentes	10
1.3.1 Situación del Campus de la Universidad Politécnica de Valencia	10
1.3.2 Campus de Vera de la Universidad Politécnica de Valencia	11
1.3.3 Situación y orientación de los edificios dentro del Campus de la UPV	12
Capítulo 2. Descripción de cada centro	13
2.1 Edificio 1G.- ETS de Ingeniería Informática	13
2.1.1 Datos Generales	13
2.1.2 Datos Constructivos	18
2.1.3 Comentarios al Certificado de Eficiencia Energética del Edificio 1G.....	21
2.1.4 Análisis de consumos	23
2.1.5 Ratios.....	29
2.2 Edificio 3N.- Facultad de Bellas Artes.....	30
2.2.1 Datos Generales	30
2.2.2 Datos Constructivos	35
2.2.3 Comentarios al Certificado de Eficiencia Energética del Edificio 3N.....	39
2.2.4 Análisis de consumos	42
2.2.5 Ratios.....	46
Capítulo 3. Comparativo entre edificios	47
3.1 Comparación de datos resumen	47
3.2 Comparación de energías consumidas (kWh).....	48
3.3 Comparación de potencias máximas mensuales demandadas (kW).....	49
3.4 Comparación de ratios	50
3.5 Comparación de calificaciones energéticas	52
Capítulo 4. Propuestas de Mejora de cada edificio	53
4.1 Edificio 1G.- ETS de Ingeniería Informática	53

4.1.1 Propuesta 1: Sustitución de iluminación a LED.....	53
4.1.2 Propuesta 2: Sustitución de equipos viejos de refrigeración por otros de alta eficiencia energética.....	61
4.1.3 Propuesta 3: Cambio de las dos calderas de gas natural por calderas de biomasa.....	66
4.2 Edificio 1N.- Facultad de Bellas Artes.....	70
4.2.1 Propuesta 1: Sustitución de iluminación a LED.....	70
4.2.2 Propuesta 2: Cambio a carpintería con RPT y vidrios bajo emisivos.....	81
Capítulo 5. Conclusiones	84
Referencias Bibliográficas	86
Índice de Figuras.....	87
Anexos	90
Anexo I: Planos ETS. Ingeniería Informática. Fuente: Página web UPV.	90
Anexo II: Planos ETS. Facultad de Bellas Artes. Fuente: UPV.....	94
Anexo III: Certificado de Eficiencia Energética del Edificio 1G.....	98
Anexo IV: Certificado de Eficiencia Energética del Edificio 3N.	98

Capítulo 1.

Introducción

En un momento como el actual en el que las tarifas energéticas aumentan considerablemente cada año y en el que las emisiones de GEI contribuyen al calentamiento global, es necesario potenciar los estudios y auditorías energéticas en la edificación, ya que los edificios son uno de los principales causantes de este derroche de energía.

En este sentido la UE ha venido aprobando en los últimos años numerosas directivas y reglamentos relacionados con la lucha contra el cambio climático. España, como país firmante de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático y su protocolo de Kioto tiene la obligación de aplicar las diferentes normas que se acuerdan a este respecto.

En concreto la UE aprobó en el año 2008 el Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático 2013-2020, cuyos objetivos versan en aumentar un 20 % el uso de energías renovables, aumentar la eficiencia energética en un 20 % y reducir las emisiones de efecto invernadero en otro 20 % para el año 2020, lo que se conoce como "Objetivo 20/20/20". En el año 2014 se ha presentado una propuesta para dotar de continuidad a este paquete hasta el año 2030.

En cuanto a España, mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril se aprobó el procedimiento básico para la certificación energética de edificios regulando los casos en los que es obligatorio disponer de dicho certificado, plazos para obtenerlo, técnicos habilitados, etc. Los procedimientos para obtener la calificación energética del edificio tienen que ser documentos reconocidos y estar inscritos en un registro general.

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE, y el Ministerio de Fomento permiten obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente a través del procedimiento simplificado que es el programa informático Ce3X, que es con el que obtendremos la calificación energética de los edificios objeto de este estudio.

1.1 Eficiencia Energética en edificios docentes universitarios

El objetivo de un estudio energético como este o de una auditoría energética es tener el conocimiento del consumo energético de un edificio y de sus componentes, para poder así analizar los posibles factores que afectan a este consumo y las posibilidades de ahorro realizando ciertos cambios o labores de mantenimiento una vez que se compruebe la viabilidad técnica y económica de éstas. Además conseguir que un edificio sea eficiente no solo repercute en un ahorro de energía, de emisiones de CO₂ y económico, sino que también mejora la sensación de confort y calidad que tienen los usuarios dentro de los edificios.

Muchas veces las medidas necesarias para conseguir estos ahorros no suponen prácticamente inversión económica sino que se trata de una buena gestión y conocimiento de las instalaciones, por eso es muy importante la información al usuario, es decir, alumnos y profesores y al personal de mantenimiento de los inmuebles.

Los centros docentes universitarios, en la mayoría de los casos, se componen de aulas para clases, zonas de talleres, despachos de profesores, amplias zonas comunes, aseos, salones de actos y en algún caso instalaciones deportivas incorporadas al propio edificio, etc. Dentro de toda la diversidad que puede tener cada centro docente en función de su tipología y año de construcción, es un modelo de edificio repetitivo en cuanto a unos usos y horarios de funcionamiento similares dentro de los cursos académicos. Por ello puede resultar muy interesante realizar la comparación entre varios de estos centros.

Si hablamos de las instalaciones de los centros docentes universitarios, cobra especial importancia la instalación de climatización y calefacción ya que su encendido es indispensable para el confort de los usuarios y habitualmente funcionan con equipos antiguos, poco eficientes y sobre los que hay muy poca o ninguna regulación en la temperatura.

Otra de las instalaciones más importantes en estos centros es la de iluminación ya que las estancias de los centros educativos deben estar correctamente iluminadas creando un adecuado confort visual en función de las actividades que se vayan a desarrollar. Además esta instalación es importante por los consumos que genera debido a las horas de encendido, este punto unido al avance en la tecnología LED y de bajo consumo en los últimos años, hacen que sea una instalación con una alto potencial para ahorrar energía.

1.2 Datos de partida y metodología de trabajo del TFG

Si algo tenía claro antes de empezar este TFG es que iba a estar relacionado con la Eficiencia Energética, dado que considero que nuestra profesión se encamina hoy en día hacia la construcción y rehabilitación de edificios cada vez más eficientes y sostenibles, y esto es un hecho sin vuelta atrás avalado desde hace años por las políticas y normativas europeas.

Con estas premisas, los tutores me hicieron la sugerencia de realizar este estudio energético sobre dos edificios de la UPV ante la posibilidad de conseguir los datos de partida para poder realizarlo. Además considero que las conclusiones derivadas de este trabajo pueden resultar muy beneficiosas en su aplicación real.

Para la realización de este estudio energético se han analizado los listados de datos de curvas de carga de potencia demandada por el edificio y energía consumida facilitados por la UPV. En este análisis se han generado unas gráficas buscando los momentos más favorables y desfavorables en el consumo energético de cada centro docente, para posteriormente analizar las posibles causas de esos consumos y comparar un edificio con otro.

En cuanto a los datos constructivos y de instalaciones de los edificios, además de las inspecciones visuales realizadas, la UPV me ha facilitado algunos de los planos y memorias pertenecientes a los proyectos de ejecución, de reforma o de mantenimiento de los centros. Son los siguientes:

- SANTATECLA ARQUITECTOS, S.L. (2004). *Planos del proyecto de reforma de la ETS de Ingeniería Informática de la UPV.*¹
- ESCALA ARQUITECTOS, S.L. (2006). *Memoria y planos del proyecto básico de Aularios y Servicios Centrales para la Facultad de Bellas Artes de la UPV.*²
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. *Inventario de maquinaria del área de climatización perteneciente al Pliego de prescripciones técnicas de mantenimiento de las instalaciones térmicas.*³

Las mediciones se han realizado sobre plano, no in situ. Con los datos obtenidos de estos documentos se han realizado los certificados de eficiencia energética de los inmuebles usando el programa Ce3X.

Para el cálculo de emisiones de CO₂ se ha aplicado en todo el TFG el factor de conversión de 0,372 Kg CO₂ por cada kWh de energía final. Este es el factor de conversión para electricidad convencional peninsular propuesto por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, en un borrador aún no aprobado de fecha 03/03/2014, titulado: "*Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España*".⁴

1.3 Situación edificios docentes

1.3.1 Situación del Campus de la Universidad Politécnica de Valencia

Este campus se encuentra situado dentro de la ciudad de Valencia en:

c/ Camino de la Vera, s/n. Valencia

Latitud y longitud: +39° 28' 56.53", -0° 20' 36.88" · 39.482369, -0.343578



Figura 1. Emplazamiento de la UPV dentro de la ciudad de Valencia. Año: 2015. Fuente: Google Maps

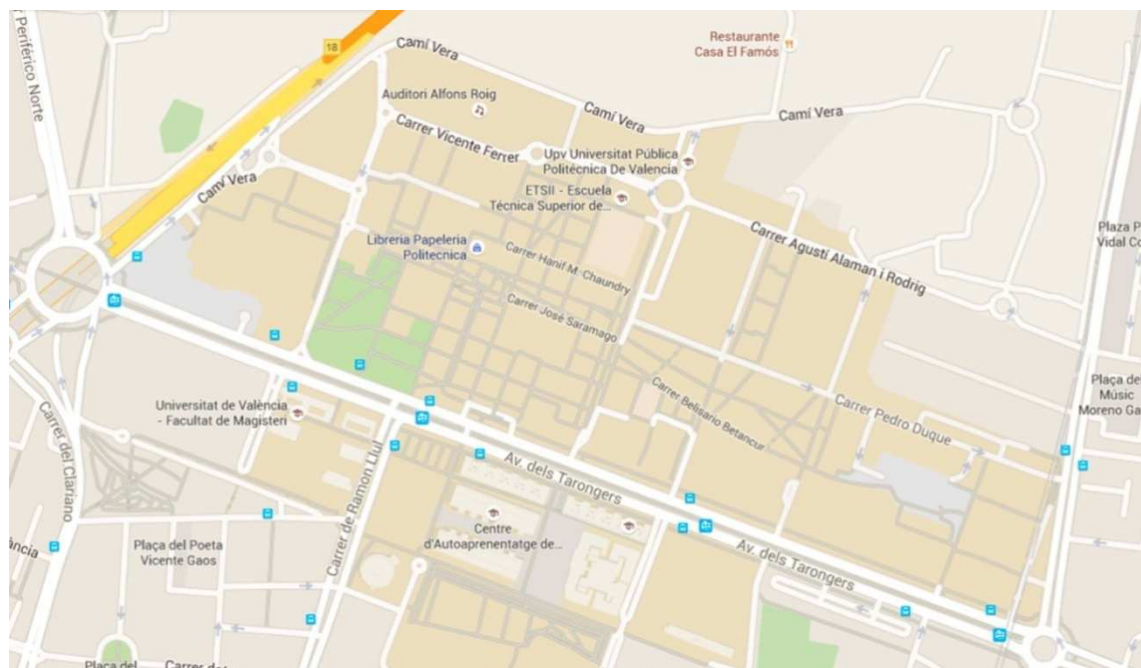


Figura 2. Callejero del campus de la UPV . Año: 2015. Fuente: Google Maps.

1.3.2 Campus de Vera de la Universidad Politécnica de Valencia



Figura 3. Emplazamiento de edificios dentro del Campus de Vera de Valencia. Año: 2015. Fuente: Web UPV.

1.3.3 Situación y orientación de los edificios dentro del Campus de la UPV

Los centros docentes objeto de estudio son los siguientes:

Edificio 1G.- ETS. de Ingeniería Informática

Edificio 3N.- Facultad de Bellas Artes



Figura 4. Situación y orientación de edificios objeto de este estudio dentro del Campus de Vera de Valencia. Año: 2015. Fuente: Web UPV.

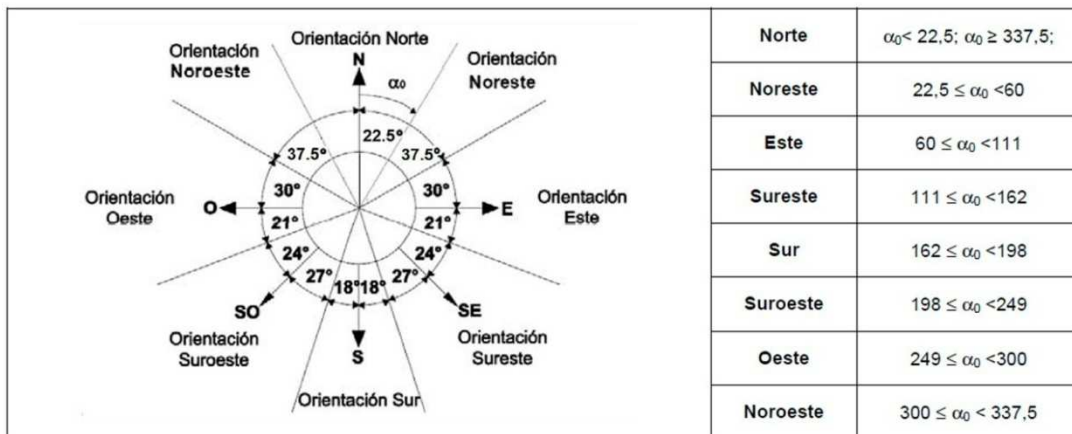


Figura 5. Orientaciones de las fachadas. Fuente: CTE- DB HE. 2015⁵

Para determinar la orientación de las fachadas de los edificios objeto de estudio tomaremos como criterio el establecido en la figura A.1 del CTE- DB HE.⁵

⁵ MINISTERIO DE FOMENTO (2014). *Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Ahorro de Energía. CTE- DB HE*

Capítulo 2.

Descripción de cada centro

2.1 Edificio 1G.- ETS de Ingeniería Informática

2.1.1 Datos Generales

Se trata de un edificio exento, formado por planta baja y tres alturas.



Figura 6. Edificio 1G. Fachada Este. Año: 2015. Fuente: Google Maps.



Figura 7. Edificio 1G. Fachada Oeste. Año: 2015. Fuente: Propia



Figura 8. Edificio 1G. Esquina fachada Este y Norte. Año: 2015. Fuente: Propia



Figura 9. Edificio 1G. Fachada Sur. Año: 2015. Fuente: Propia

Situación y orientación del edificio

Por la disposición del edificio observada en la figura 10 consideramos las siguientes orientaciones:

Fachada a c/Carrer Princesa Muna al Hussein.- ESTE

Fachada a c/Joaquín Rodrigo Vidre.- NORTE

Fachada a Antic Camí de Vera.- OESTE

Fachada a Passatge Enric Valor i Vives.- SUR



Figura 10. Edificio 1G. Situación. Año: 2015. Fuente: Google Maps.

Año de edificación: Año 1989

Reformas conocidas: Año 2005

Horarios de uso

Horario periodo lectivo:

Lunes a Viernes de 7:30 a 21:30 h.

Sábados de 8:00 a 14:00 h.

Horario periodo no lectivo (Navidad, Fallas, Semana Santa y del 15 junio al 31 de julio):

Lunes a Viernes de 8:00 a 21:00 h.

Sábados de 8:00 a 14:00 h.

Horario agosto:

Lunes a Viernes de 8:30 a 14:30 h.

Sábados Cerrado.

Nº de usuarios del edificio

Se toman los datos de la Memoria del Curso Académico 2010/2011⁶ de la Universidad Politécnica de Valencia por ser la última existente.

* Del personal de administración y servicios no disponemos de datos desglosados por centros.

Tipo de usuario	Nº
Alumno Ingeniería Técnica Informática de Gestión	706
Alumno Ingeniería Técnica Informática de Sistemas	586
Alumno Ingeniería en Informática	872
Alumno Licenciatura Documentación	117
Alumno Grado Ingeniería Informática	553
Personal docente e investigador	301
TOTAL USUARIOS EDIFICIO*	3.135

Figura 11. Número y tipo de usuario en Edificio 1G. Fuente: Memoria Curso Académico 2010/2011⁶

Hay que tener en cuenta que estos estudios no solo se cursan en el edificio 1G, objeto de estudio, sino también se utilizan aulas y dependencias de los edificios 1H, 1E y una pequeña parte del 1B.

Superficies y volumen

PLANTA	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE CONSTRUIDA	ALTURA ÚTIL MEDIA DE LA PLANTA*	VOLUMEN ÚTIL*
PLANTA BAJA	3.075,32 m ²	3.226,84 m ²	3,50 m	10.763,62 m ³
PLANTA PRIMERA	3.107,22 m ²	3.310,54 m ²	3,00 m	9.321,66 m ³
PLANTA SEGUNDA	3.107,22 m ²	3.310,54 m ²	3,00 m	9.321,66 m ³
PLANTA TERCERA	1.954,29 m ²	2.092,32 m ²	3,00 m	5.862,87 m ³
TOTAL	11.244,05 m²	11.940,24 m²		35.269,81 m³

Figura 12. Superficies y volumen en Edificio 1G. Fuente: Planos As built Santatecla Arquitectos, S.L.¹

* Se calcula una altura media aproximada por planta desde el nivel de solado hasta la cara inferior de los falsos techos. Utilizamos esta altura para sacar el volumen útil. Estas alturas se han supuesto ya que no se dispone de la sección del edificio y no se ha tenido la posibilidad de realizar mediciones in situ.

¹ SANTATECLA ARQUITECTOS, S.L. (2004). *Planos del proyecto de reforma de la ETS de Ingeniería Informática de la UPV.*

⁶ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (2010/2011). [Memoria del curso académico 2010/2011](#)

Descripción de la distribución del edificio y sus estancias

Como se observa en el Anexo I de este TFG en los planos ¹ de este edificio, en la planta baja nos encontramos con una zona común alrededor de la cual se disponen 7 aulas, un laboratorio y una sala de estudio. En la zona oeste de esta planta se ubican el conjunto de dependencias de secretaría, sala de profesores, algún despacho y aseos.

En la planta primera, ubicadas también alrededor del espacio central común, se encuentran 10 aulas. También esta planta dispone de 4 laboratorios, 17 despachos, sala de mantenimiento, sala de racks, sala de impresoras y aseo de hombres y mujeres.

Se ubican en la planta segunda 30 despachos, 2 talleres, 1 sala de servidores, 2 almacenes, 1 sala de impresoras, 10 laboratorios, una sala de juntas y una sala de seminario, un aseo de hombres y otro de mujeres.

Por último en la planta tercera hay 47 despachos, 3 laboratorios y una sala de seminario.



Figura 13. Edificio 1G. Entrada principal. Año: 2015. Fuente: Propia

¹ SANTATECLA ARQUITECTOS, S.L. (2004). *Planos del proyecto de reforma de la ETS de Ingeniería Informática de la UPV.*

2.1.2 Datos Constructivos

Descripción de la envolvente

El **cerramiento de fachada** consiste en una hoja de fábrica de ladrillo cara vista, aislamiento térmico interior de 4 cm y la hoja interior de fábrica de ladrillo hueco revestida con yeso y pintura, con las características que aparecen en la figura 14. La resistencia térmica total del cerramiento de fachada es de $1,72 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Material	R ($\text{m}^2 \text{ K/W}$)	Espesor (m)	λ (W/mK)	ρ (Kg/m^3)
1/2 Ladrillo Perforado métrico o catalán	0,172	0,115	0,667	1140
Revoco de mortero	0,029	0,02	0,7	1350
Cámara de aire	0,08	-	-	-
EPS Poliestireno expandido	1,067	0,04	0,375	30
Tabicón de LHD Gran formato	0,33	0,07	0,212	630
Revoco de mortero	0,008	0,015	1,8	2100
Yeso	0,028	0,005	0,18	500
Pintura plástica	0,005	0,001	0,2	1050

Figura 14. Composición y características del cerramiento de fachada. Fuente: Programa CE3X

En cuanto a la **cubierta** existen tres tipos de cubiertas:

1 - **Cubierta plana invertida transitable** de losetas de terrazo no pulido sobre plots dejando un espacio ventilado, poliestireno extruido de 4 cm y lámina impermeabilizante, con las características que aparecen en la figura 15. La resistencia térmica total de la cubierta plana transitable es de $1,71 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Material	R ($\text{m}^2 \text{ K/W}$)	Espesor (m)	λ (W/mK)	ρ (Kg/m^3)
Losetas de terrazo	0,038	0,05	1,3	1700
Cámara de aire ligeramente ventilada	0,09	-	-	-
XPS - Poliestireno expandido	1,282	0,05	0,039	37,5
Betún fieltro o lámina	0,087	0,02	0,23	1100
Forjado de hormigón	0,211	0,03	1,422	1240

Figura 15. Composición y características de la cubierta plana transitable. Fuente: Programa CE3X

2 - **Lucernario**: Cubierta de polipropileno para dejar pasar la luz a los espacios interiores. La consideramos con una transmitancia térmica (U) de $3,26 \text{ W/m}^2\text{K}$, siendo la resistencia térmica del componente constructivo de $0,3067 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

3 - Cubierta plana no transitable formada por geotextil, lámina impermeabilizante, aislamiento de poliestireno extruido de 4 cm y capa de 10 cm de grava. La resistencia térmica total de la cubierta plana no transitable es de 1,77 m² K/W.

Material	R (m ² K/W)	Espesor (m)	λ (W/mK)	ρ (Kg/m ³)
Grava	0,15	0,30	2	1450
XPS - Poliestireno expandido	1,053	0,04	0,038	37,50
Betún fieltro o lámina	0,087	0,02	0,23	1100
Hormigón con arcilla expandida	0,273	0,06	0,22	700
Forjado de hormigón	0,211	0,3	1,422	1240

Figura 16. Composición y características de la cubierta plana no transitable. Fuente: Programa CE3X

La carpintería exterior es de PVC en color blanco, con vidrio de doble hoja con cámara de aire en su interior. Los ventanales oscilobatientes en su mayoría tienen una protección solar formada por lamas verticales también de PVC. El marco representa aproximadamente un 20% respecto al total de la ventana y tiene una absorptividad media a la radiación solar de 0,3.



Figura 17. Carpintería exterior PVC con lamas verticales. Edificio IG. Fuente: Propia

El **forjado de planta baja** es un forjado sanitario realizado con vigueta de hormigón y bovedilla cerámica. Al tratarse de un forjado sanitario no se encuentra en contacto directo con el terreno. La resistencia térmica total del forjado sanitario es de 0,28 m² K/W.

Material	R (m ² K/W)	Espesor (m)	λ (W/mK)	ρ (Kg/m ³)
Baldosa	0,038	0,05	1,3	1700
Recrecido de mortero	0,028	0,05	1,8	2100
Forjado de hormigón	0,211	0,3	1,422	1240

Figura 18. Composición y características del forjado sanitario. Fuente: Programa CE3X

Descripción de las instalaciones

Instalación de calefacción

El edificio dispone de dos sistemas de calefacción:

El primero afecta al 66 % de la superficie y consiste en la producción de calefacción mediante dos calderas instantáneas de gas natural de 350 kW cada una trabajando de forma simultánea en función de la demanda requerida por el edificio. La emisión de calor se realiza mediante radiadores de aluminio.

El segundo sistema de calefacción, instalado recientemente, es mediante bombas de calor de alta eficiencia con un COP de 4,50 que calefactan al 34 % del edificio restante.

Instalación de refrigeración

Esta instalación está formada principalmente por máquinas individuales tipo VRV. Se estima un EER de 2,50 para los viejos equipos que refrigeran el 66 % de la superficie y un EER de 4,00 para los equipos nuevos que refrigeran el 34 % de la superficie restante.

Instalación de Agua Caliente Sanitaria

La única unidad de producción de ACS se trata de un termo eléctrico de 100 litros ubicada en el vestuario de personal, con un consumo diario estimado en 200 litros.

Instalación eléctrica: Iluminación

No se dispone de datos completos de la iluminación del edificio, a pesar de ello disponemos de unos planos de alumbrado de emergencia de los que podemos determinar el número de luminarias empotradas en falso techo con tubos fluorescentes para planta primera y segunda. Según el plano se trata de luminarias empotradas de 120 x 60 cm.

Suponemos que cada luminaria lleva 4 tubos fluorescentes de 36 W.

Tipo de luminaria	P.B.	P. 1ª	P. 2ª	P. 3ª	TOTAL
Empotrada con tubos fluorescentes	--	133	131	--	264

Figura 19. Tipo y número de luminarias en Edificio 1G.

2.1.3 Comentarios al Certificado de Eficiencia Energética del Edificio 1G

Como ya comentamos en la introducción, vamos a utilizar el programa Ce3X para calcular la calificación energética de los edificios que nos ocupan. El certificado de eficiencia energética completo se adjunta como ANEXO III a este TFG.

En el programa metemos los datos de los apartados anteriores correspondientes a la envolvente térmica del edificio por un lado, en los que se tienen en cuenta todos los puentes térmicos: como son los encuentros de la fachada con la cubierta, encuentros de los forjados con la fachada, los contornos de todas las carpinterías y los pilares integrados en la fachada. Y por otro lado se meten los datos pertenecientes a las instalaciones dividiéndolos en dos zonas: zonas comunes, en la que tenemos en cuenta solo la iluminación, y despachos y aulas en la que metemos todas las instalaciones. A modo de comentario con respecto a la iluminación, dado que no tenemos datos completos de la misma hacemos una estimación de 8,50 W/m². El edificio 3N del que tenemos todos los datos de iluminación tiene un ratio de 9,94 W/m².

$$11.244,05 \text{ m}^2 \text{ (superficie útil)} \times 8,50 \text{ W/m}^2 = 95.354 \text{ W}$$

De acuerdo a este dato, estipulamos 17.432 W para las zonas comunes y 77.922 W para el resto de zonas.

Una vez introducidos estos datos en el programa mencionado obtenemos los siguientes resultados:

Calificación energética global

La calificación energética global del edificio 1G se cataloga con la **letra C**, es decir, emite 31,48 KgCO₂ por m² anuales.



Figura 20. Calificación Energética. Edificio 1G. Fuente: Programa Ce3X

Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración

La energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio es denominada: demanda energética. En el edificio 1G la demanda energética de calefacción y de refrigeración obtiene las **letras F y D** respectivamente, es decir, la primera exige una demanda de 32,65 kWh /m² al año y la segunda 24,78 kWh /m²

2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 2.2 A		< 6.7 A	
2.2-7.6 B		6.7-12.2 B	
7.6-15.2 C		12.2-19.8 C	
15.2-21.7 D		19.8-26.3 D	24.78 D
21.7-28.2 E		26.3-32.8 E	
28.2-36.8 F	32.65 F	32.8-41.5 F	
≥ 36.8 G		≥ 41.5 G	
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
32.65		24.78	

Figura 21. Demanda Energética Calefacción y Refrigeración. Edificio 1G. Fuente: Programa Ce3X

Calificación parcial del consumo de energía primaria

En cuanto a la calificación parcial de consumo de energía primaria anual, el edificio 1G obtiene la **letra C** con 130,86 kWh /m² al año. Consideramos como energía primaria la que no ha sufrido ningún proceso de transformación o conversión.

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
< 68.7 A				
68.7-111 B				
111.6-171.7 C	130.86 C			
171.7-223.3 D				
223.3-274.8 E				
274.8-343.5 F				
≥ 343.5 G				
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>				
130.86				
	CALEFACCIÓN		ACS	
	1.43	E	4.2	G
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
	44.49		1.50	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	0.86	C	0.53	B
	<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
	28.61		56.25	

Figura 22. Consumo de energía primaria. Edificio 1G. Fuente: Programa Ce3X

2.1.4 Análisis de consumos

A tener en cuenta a la hora de analizar las gráficas que se presentan a continuación las siguientes consideraciones en cuanto a la tabla de datos facilitada por la UPV para el estudio:

Datos de potencia demandada:

- Datos de abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre completos.
- Datos de enero: Faltan 2 días y medio.
- Datos de febrero: Faltan 9 días y medio.
- Datos de marzo: Falta a partir del día 11 de marzo incluido. (21 días)
- Datos de julio: Faltan 5 días.
- Datos de agosto: Faltan 14 días.
- Datos de septiembre: Faltan 6 días

Datos de energía consumida

Se dispone del total de energía consumida para todos los meses, pero únicamente los meses de octubre, noviembre y diciembre son los que disponen de los datos diarios desglosados.

A	B	C	
	Hora	Potencia (kW)	
01/01/2014 0:00	0:00:00		95
01/01/2014 0:00	0:30:00		98
01/01/2014 0:00	1:00:00		97
01/01/2014 0:00	1:30:00		97
01/01/2014 0:00	2:00:00		93
01/01/2014 0:00	2:30:00		95
01/01/2014 0:00	3:00:00		95
01/01/2014 0:00	3:30:00		85
01/01/2014 0:00	4:00:00		94
01/01/2014 0:00	4:30:00		97
01/01/2014 0:00	5:00:00		89
01/01/2014 0:00	5:30:00		97
01/01/2014 0:00	6:00:00		87
01/01/2014 0:00	6:30:00		92
01/01/2014 0:00	7:00:00		90
01/01/2014 0:00	7:30:00		89
01/01/2014 0:00	8:00:00		97
01/01/2014 0:00	8:30:00		96
01/01/2014 0:00	9:00:00		94
01/01/2014 0:00	9:30:00		88
01/01/2014 0:00	10:00:00		89
01/01/2014 0:00	10:30:00		88
01/01/2014 0:00	11:00:00		95
01/01/2014 0:00	11:30:00		89
01/01/2014 0:00	12:00:00		98
01/01/2014 0:00	12:30:00		90

En la figura 23 se aprecia el formato en excel en el que han sido proporcionados por la UPV los datos de la energía consumida y curva de carga por meses, días y horas, datos con los que se ha trabajado para la obtención de las gráficas. No se considera necesario aportar este documento al TFG, debido a su extensión y a que los datos importantes quedan reflejados en este estudio.

Figura 23. Imagen de hoja excel con datos de curva de carga. Edificio 1G. Año 2014.

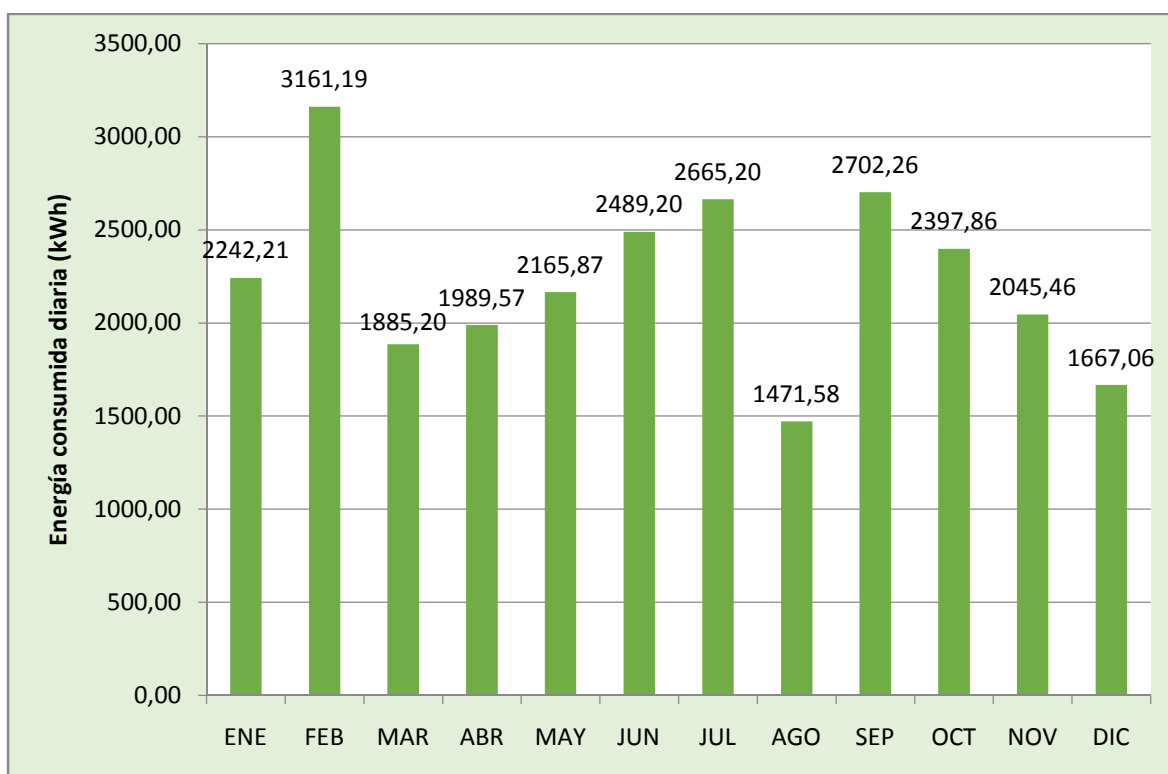
Energía diaria consumida al mes. Año 2014

Figura 24. Energía consumida diaria (kWh) por meses. Edificio 1G. Año 2014.

Observaciones:

- En la gráfica de la figura 24 se analiza la media de la energía consumida al día en cada uno de los meses del año. Se observa como la energía consumida va aumentando a medida que se acercan los meses de verano y va disminuyendo hacia los meses de invierno. De estos datos sacamos la conclusión de que los aparatos de refrigeración son los que más consumo generan en el edificio, ya que a pesar de que los meses de junio, julio y septiembre son meses en los que la actividad docente disminuye considerablemente, son los meses con mayores consumos. En esta gráfica vemos como febrero es el mes en que se consume más energía diaria, aunque en su conjunto septiembre despunta como el mes en que se consume más energía de todo el año.

- Apreciamos como el mes de agosto es un mes de vacaciones en el que el horario y uso del centro es mucho más reducido y por lo tanto se observa claramente como la energía diaria consumida es mucho menor al resto de meses.

- El total de energía consumida en todo el año 2014 en la ETS de Ingeniería Informática es de 705.498 kWh * (*a falta de los 58 días sin contabilizar mencionados en el primer punto del apartado 2.1.3). Esta energía consumida equivale a unas emisiones de 262.445,25 kg CO₂.

Energía consumida en octubre y diciembre (kWh) de 2014 por días

Aunque lo ideal sería analizar el mes de septiembre, debido a que es el que más energía ha consumido en el año 2014 no disponemos de datos diarios de consumos del mismo. Procedemos a analizar los meses de octubre y diciembre, ya que son meses de los que disponemos de los datos completos. Octubre, por un lado, es uno de los meses del año de mayor consumo según los datos anteriormente vistos (figura 25) y diciembre el que menos consumo tiene si descartamos agosto que no está dentro del curso lectivo (figura 27).

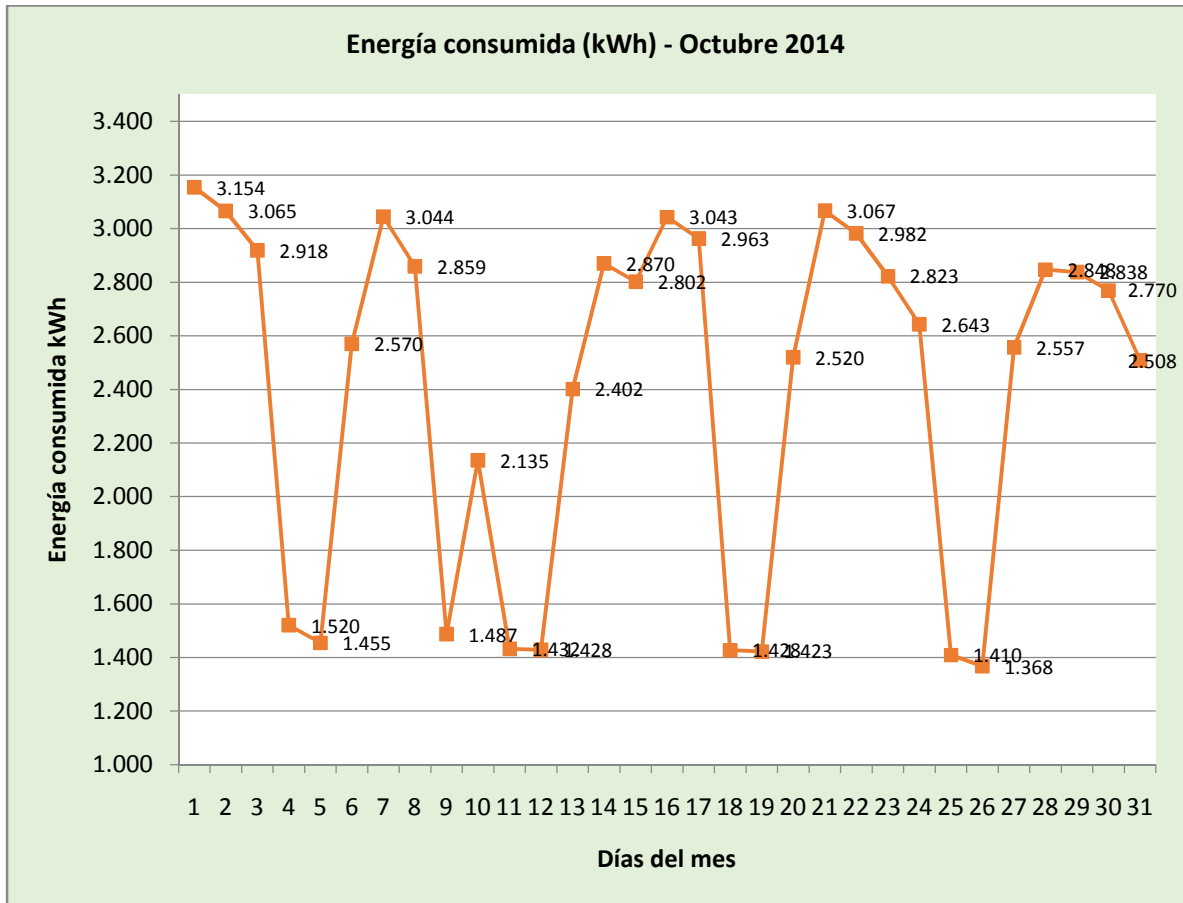


Figura 25. Energía consumida (kWh) en octubre por días del mes. Edificio 1G. Año 2014.



Figura 26. Calendario académico UPV. Octubre y diciembre 2014

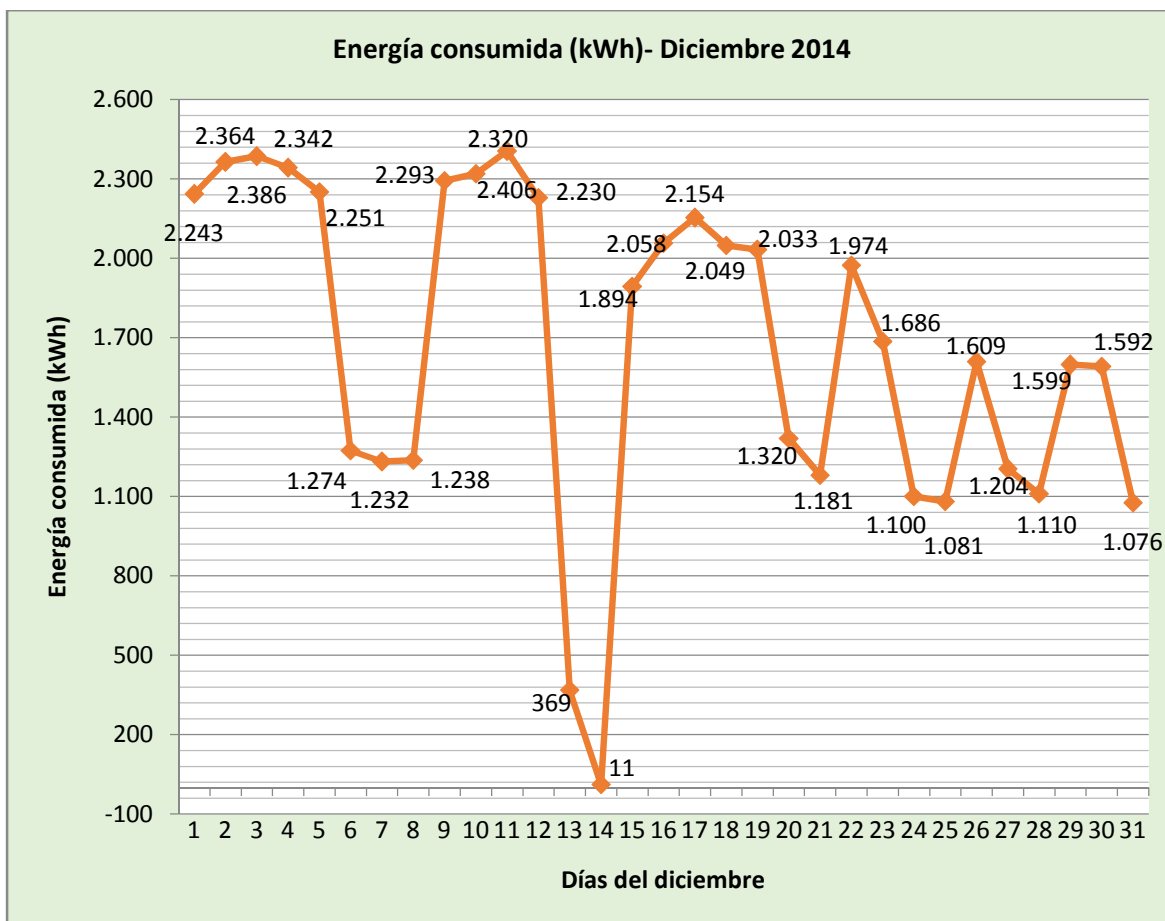


Figura 27. Energía consumida (kWh) en diciembre por días del mes. Edificio 1G. Año 2014.

Observaciones:

- En las gráficas de las figuras 25 y 27 se aprecian claramente cuáles fueron los fines de semana de octubre y diciembre de 2014, bajando considerablemente el consumo energético. Se aprecia como los sábados tienen ligeramente un consumo de energía mayor que el domingo, debido a que este día por la mañana el centro permanece abierto.

- Además las figuras 25 y 27 nos muestran como todas las semanas la evolución del consumo sigue el mismo patrón, empieza con valores más bajos los lunes alcanzando el máximo consumo los martes o miércoles para luego ir bajando a lo largo de la semana, siendo los viernes un día en el que el consumo baja considerablemente siendo ligeramente superior al de los sábados. Sería muy útil saber qué actividades confluyen los martes para que se produzca ese aumento de consumo.

- **Octubre:** La figura 25 muestra como en la segunda semana de octubre se observa un bajón en los kWh consumidos en el día 9 de octubre, al comprobar el calendario académico de la UPV (figura 26) confirmamos que este día fue festivo en la Comunidad Valenciana.

- **Diciembre:** En la figura 27 se detecta un caso similar al bajar el consumo el día 8 de diciembre al nivel de los domingos, al igual que se ve claramente como a partir del 23 de diciembre el curso lectivo hace un parón por las vacaciones de navidad. Llama la atención en el mes de diciembre la bajada de consumo durante el fin de semana del 13 y 14, llegándose a consumir el domingo únicamente 11 kWh.

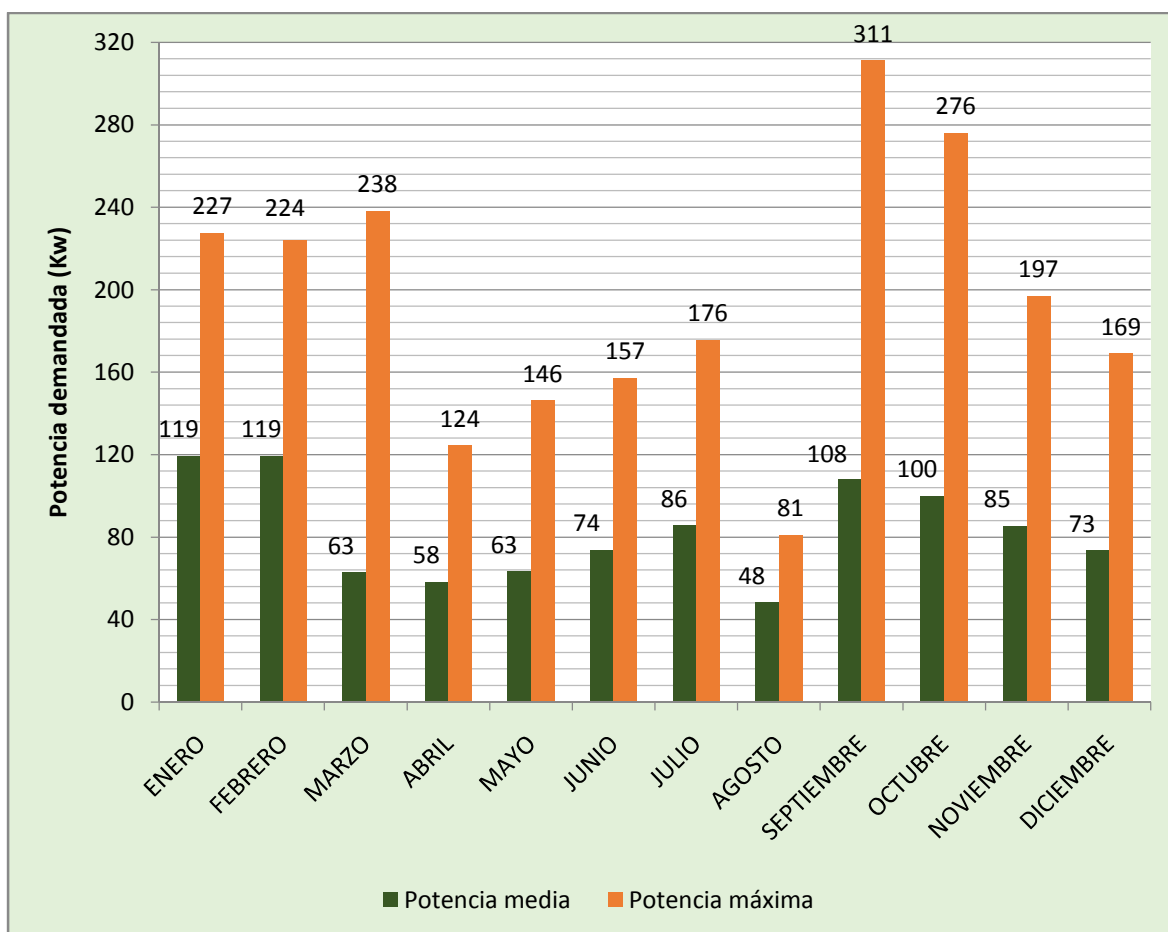
Potencia media y máxima (kW) demandada al mes durante el año 2014

Figura 28. Curva de carga por meses (kW).Edificio 1G. Año 2014.

Observaciones:

- En la gráfica de la figura 28 observamos que los meses con las potencias máximas demandadas más altas son septiembre, octubre, enero, febrero y marzo. Los dos primeros, deducimos que son dos meses en los que comienza la actividad de los edificios docentes y es necesario el uso de los aparatos de refrigeración. El resto son los tres meses correspondientes al invierno y los equipos de calefacción se ponen uso.
- Las potencias medias de febrero, marzo y agosto no tienen incluidos los días indicados en el apartado 2.1.4.
- Los meses con menor potencia demandada, exceptuando agosto, son abril, mayo y junio. Esto puede ser debido a que son meses con temperaturas medias en las que no es necesaria la activación de ninguna de las dos instalaciones más importantes del edificio.

Potencia demandada el 23 septiembre (kW) por horas

El 23 de septiembre resulta ser, según los datos facilitados por la UPV, el día de mayor demanda energética de todo el año 2014 en el edificio de Ingeniería Informática. Se procede a su análisis a través de la gráfica de la figura 29.

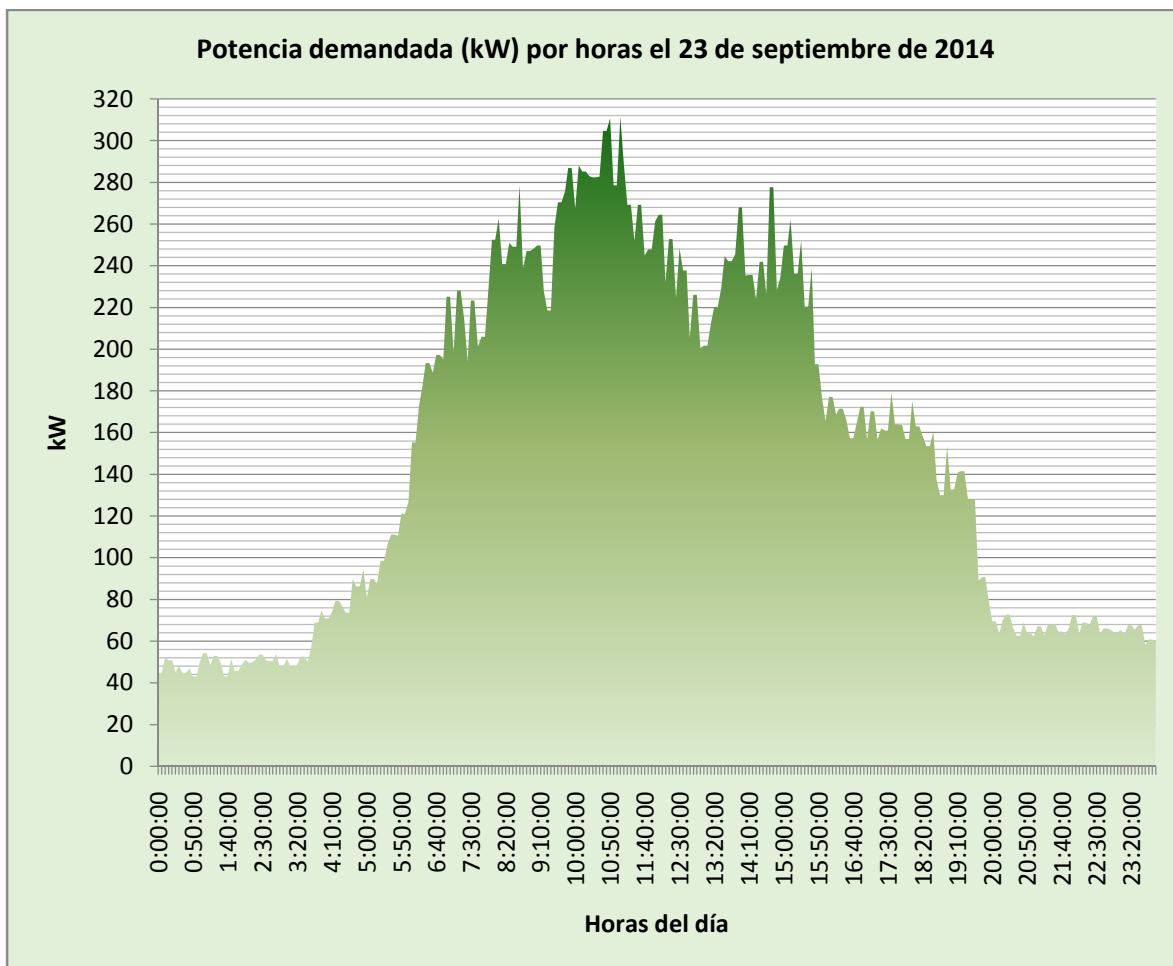


Figura 29. Potencia demandada (kW) el 23 de septiembre por horas. Edificio 1G. Año 2014.

Observaciones:

- Se aprecia claramente en los datos de la figura 29 el aumento de potencia demandada en las horas situadas entre las 6:00 h y las 20:00 h aproximadamente, lo que coincide con el horario de clases.
- El momento del día con más demanda se produce alrededor de las 11:00 h siendo necesarios 311 kW de potencia para abastecer a las instalaciones que estaban funcionando en dicho momento.
- El periodo entre las 09:30 h y las 12:00 h tiene valores de demanda por encima de los 260 kW por lo que sería muy adecuado analizar qué actividades se realizaron o confluyeron en ese horario para intentar minorar esta demanda y por consiguiente el consumo energético que genera.

2.1.5 Ratios

Según los datos obtenidos anteriormente, procedemos a sacar los ratios de consumo anual por superficie útil de edificio, por volumen útil y por usuario, para así poderlos comparar en el capítulo 3 con los del edificio 3N.

M ² ÚTIL	M ³ ÚTIL	USUARIOS	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL			
			TOTAL	POR M ²	POR M ³	POR USUARIO
11.244,05	35.269,81	3.135	705.498,00	64,74	20,00	225,04
			EMISIONES DE CO ₂ (Kg CO ₂) ANUALES			
			TOTAL	POR M ²	POR M ³	POR USUARIO
			262.445,25	23,34	7,44	83,71

Figura 30. Ratios de energía consumida y de emisiones de CO₂. Edificio 1G. Año 2014.

Si sacamos el ratio de superficie útil por usuario de la ETS de Ingeniería Informática obtenemos que cada usuario, en su mayoría alumnos, dispone de una superficie de 3,58 m², en este ratio no estamos teniendo en cuenta la superficie de los edificios 1H, 1E y parte del 1B que forman parte de esta escuela y que no son objeto de este estudio.

2.2 Edificio 3N.- Facultad de Bellas Artes

2.2.1 Datos Generales

Se trata de un edificio exento con planta en forma de U formado por sótano, planta baja y 5 alturas y un módulo anexo de planta rectangular en la zona central formado por planta baja y primera. En el interior de la U convive otro el edificio, el 3M, que no es objeto de este estudio y que funciona de una forma energéticamente independiente al 3N.



Figura 31. Edificio 3N. Fachada Norte y oeste. Año: 2015. Fuente: Google Maps.



Figura 32. Edificio 3N. Fachada Este. Año: 2015. Fuente: Google Maps.



Figura 33. Edificio 3N. Fachada Oeste. Año: 2015. Fuente: Propia



Figura 34. Edificio 3N. Fachada Este del módulo central y Sur del principal. Zona central.

Año: 2015. Fuente: Propia

Situación y orientación del edificio

Fachada a Edificio del Servicio de mantenimiento.- ESTE

Fachada a c/ Camí de Vera.- NORTE

Fachada a la prolongación del Carrer Alicia Alonso con Camí de Vera.- OESTE

Fachada a Edificio 3P. ETS Medio rural y enología .- SUR



Figura 35. Situación de Edificio 3N. Año: 2015. Fuente: Google Maps.

Año de edificación: Año 2007

Reformas conocidas: No

*Horarios de uso**

Horario periodo lectivo:

Lunes a Viernes de 7:30 a 21:30 h.

Sábados de 8:00 a 14:00 h.

Horario periodo no lectivo (Navidad, Fallas, Semana Santa y del 15 junio al 31 de julio):

Lunes a Viernes de 8:00 a 21:00 h.

Sábados de 8:00 a 14:00 h.

Horario agosto:

Lunes a Viernes de 8:30 a 14:30 h.

Sábados Cerrado.

*Dato sin confirmar. Suponemos el mismo horario que tiene la ETS de Ingeniería Informática

Nº de usuarios del edificio

Se toman los datos de la Memoria del Curso Académico 2010/2011⁶ de la Universidad Politécnica de Valencia por ser la última existente.

* Del personal de administración y servicios no disponemos de datos desglosados por centros.

Tipo de usuario	Nº
Alumno Licenciado en Bellas Artes	1.713
Alumno Grado en Bellas Artes	362
Alumno Grado Conservación y Restauración Bienes Culturales	135
Alumno Máster Universitario en Producción Artística	174
Alumno Doctorado en Arte: Producción e Investigación	101
Personal docente e investigador	220
TOTAL USUARIOS EDIFICIO*	2.705

Figura 36. Número y tipo de usuario en Edificio 3N. Fuente: Memoria Curso Académico 2010/2011⁶

Hay que tener en cuenta que estos estudios no solo se cursan en el edificio 3N, objeto de estudio, sino también en las dependencias del edificio 3M anexo a este.

Superficies y volumen

PLANTA	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE CONSTRUIDA	ALTURA ÚTIL MEDIA DE LA PLANTA*	VOLUMEN ÚTIL*
PLANTA SÓTANO	4.127,00 m ²	4.258,00 m ²	2,00 m	8.254,00 m ³
PLANTA BAJA	5.541,00 m ²	6.649,20 m ²	3,50 m	19.393,50 m ³
PLANTA PRIMERA	5.891,00 m ²	7.069,20 m ²	3,00 m	17.673,00 m ³
PLANTA SEGUNDA	3.301,00 m ²	3.961,20 m ²	3,00 m	9.903,00 m ³
PLANTA TERCERA	3.301,00 m ²	3.961,20 m ²	3,00 m	9.903,00 m ³
PLANTA CUARTA	3.301,00 m ²	3.961,20 m ²	3,00 m	9.903,00 m ³
PLANTA QUINTA	3.301,00 m ²	3.961,20 m ²	3,00 m	9.903,00 m ³
TOTAL	28.763,00 m²	33.821,20 m²		84.932,50 m³

Figura 37. Superficies y volumen en Edificio 3N. Fuente: Planos Escala Arquitectos, S.L.P.²

* Se calcula una altura media aproximada por planta desde el nivel de solado hasta la cara inferior de los falsos techos. Utilizamos esta altura para sacar el volumen útil.

² ESCALA ARQUITECTOS, S.L. (2006). *Memoria y planos del proyecto básico de Aularios y Servicios Centrales para la Facultad de Bellas Artes de la UPV.*

⁶ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (2010/2011). [Memoria del curso académico 2010/2011](#)

Descripción de la distribución del edificio

El edificio con forma de U, lo podemos dividir en varios módulos o alas diferenciadas que serían la norte, este, oeste y sur. En la zona interior de la U se ubica el edificio 3M que aunque está comunicado con el 3N, al tratarse de un edificio más antiguo y con instalaciones independientes no es objeto de este estudio.

Los datos de esta descripción se obtienen de los planos² facilitados por la UPV. En todo el ala norte del edificio se ubica una batería de despachos de los docentes. En la planta baja se forma un espacio de doble altura con pasarela, para aprovechar la fachada existente como zona expositiva de trabajos.

En las alas este y oeste, de similar tipología, se ubican las zonas formativas, aulas pequeñas y grandes, talleres, despachos, cafetería y espacios expositivos.

En la cubierta están colocados los equipos de climatización y refrigeración.

El módulo central o sur se constituye como acceso principal al edificio, en él se ubica en un espacio de doble altura la biblioteca, el salón de actos y la sala de exposiciones. También se ubican en este módulo la conserjería, almacén, mantenimiento y zonas de administración.

Actualmente la Facultad de Bellas Artes cuentan con trece talleres de pintura, diez talleres de dibujo, trece aulas teóricas y diecisiete talleres de escultura (aunque algunos están ubicados en el módulo 3M).

² ESCALA ARQUITECTOS, S.L. (2006). *Memoria y planos del proyecto básico de Aularios y Servicios Centrales para la Facultad de Bellas Artes de la UPV.*

2.2.2 Datos Constructivos

*Descripción de la envolvente***Cerramiento de fachada:**

Tipo 1.- El módulo con forma de U, es decir, la parte oeste, norte y este del inmueble, tiene el mismo tipo de cerramiento en todas sus caras. Consiste en una fachada ventilada con acabado de panel de aluminio tipo ALUCOBOND fijado mediante subestructura metálica a unos paneles prefabricados de hormigón de 12 cm de espesor. El interior de la fachada se resuelve mediante un trasdosado semidirecto de doble placa de cartón yeso de 15 mm de espesor fijada al prefabricado mediante subestructura metálica cada 60 cm, lleva aislamiento de lana de roca trasdosado.

La resistencia térmica total (R_7) del cerramiento de fachada es de 1,53 m² K/W.

Material	R (m ² K/W)	Espesor (m)	λ (W/mK)	ρ (Kg/m ³)
Aluminio	0,00	0,003	230	2700
Cámara de aire 10 cm	0,095	-	-	-
Hormigón	0,324	0,12	0,37	1200
Lana mineral	0,988	0,04	0,0405	40
Placa de cartón-yeso	0,06	0,015	0,25	825
Placa de cartón-yeso	0,06	0,015	0,25	825

Figura 38. Composición y características del cerramiento de fachada Edificio 3N. Fuente: Programa CE3X

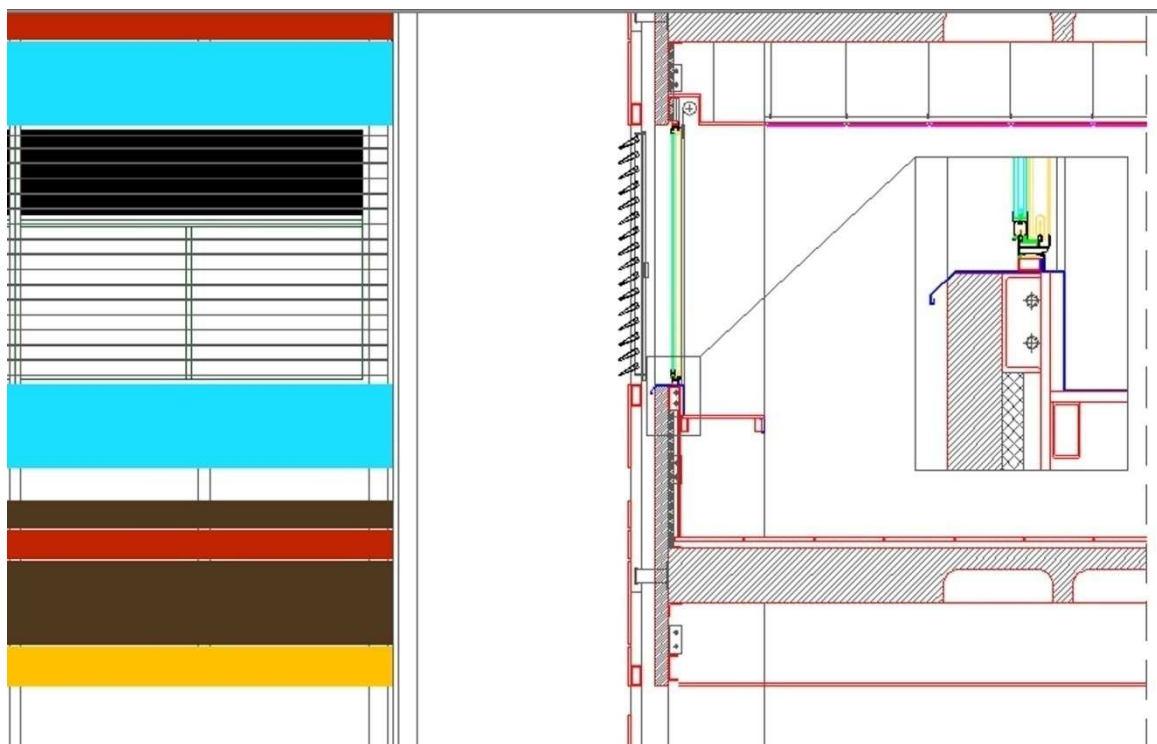


Figura 39. Alzado y sección cerramiento de fachada Edificio 3N. Fuente: Planos Escala Arquitectos, S.L.P.²

² ESCALA ARQUITECTOS, S.L. (2006). *Memoria y planos del proyecto básico de Aularios y Servicios Centrales para la Facultad de Bellas Artes de la UPV.*

Tipo 2.- En el módulo central de la zona sur, situado en el interior de la U, el cerramiento está formado por paneles prefabricados de hormigón blanco de doble hoja con aislamiento en su interior y sin ventilar. Los laterales de este módulo se resuelven con un muro cortina, descrito más abajo en el apartado de carpintería exterior.

La transmitancia térmica (U) de esta tipología de cerramiento es de $0,63 \text{ W/m}^2\text{K}$, por lo tanto la resistencia térmica total (R_T) del cerramiento de fachada es de $1,58 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

En cuanto a la tipología de **cubierta** se trata de una cubierta plana invertida y transitable con acabado en losa tipo INVERLOSA, son losetas de mortero de cemento drenante bajo las cuales se adhiere una capa de poliestireno extruido. Este sistema se coloca sobre la membrana impermeabilizante.

La resistencia térmica (R_T) total de esta tipología de cubierta es de $1,79 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Material	R ($\text{m}^2 \text{ K/W}$)	Espesor (m)	λ (W/mK)	ρ (Kg/m^3)
Baldosa de Mortero de cemento	0,031	0,04	1,3	1900
XPS- Poliestireno extruido	1,176	0,04	0,034	37,5
Geotextil	0,017	0,001	0,06	200
Lámina de PVC	0,009	0,0015	0,17	1390
Geotextil	0,017	0,001	0,06	200
Recrecido de mortero	0,20	0,10	0,5	1300
Losa de hormigón canto 20cm	0,08	0,2	2,5	2500
Cámara de aire sin ventilar	0,18	-	-	-
Falso techo de cartón-yeso	0,08	0,02	0,25	825

Figura 40. Composición y características de la cubierta del Edificio 3N. Fuente: Programa CE3X

Nos encontramos con dos tipos de **carpintería exterior** en el edificio:

Tipo 1.- La primera tipología es de marco metálico sin rotura de puente térmico y con doble acristalamiento tipo CLIMALIT. Hay ventanas fijas, correderas y abatibles. Esta carpintería se encuentra retranqueada unos 20 cm con respecto a la línea de fachada. El marco metálico representa un 15% de conjunto de la ventana, es de color gris claro y tiene una absorptividad a la radiación solar de 0,4. Su transmitancia térmica (U) es de $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ y por lo tanto su resistencia térmica (R_T) de $0,175 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. En las fachadas este y oeste la carpintería presenta unas lamas horizontales en su parte superior. La transmitancia térmica (U) del vidrio es de $3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ y por lo tanto su resistencia térmica (R_T) de $0,30 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Tipo 2.- El segundo tipo de carpintería son muros cortina, en las zonas de grandes acristalamientos, del tipo MC PLUS TRAMA HORIZONTAL de TECHNAL, con juntas EPDM para evitar permeabilidad al viento y agua.

Las puertas exteriores están acristaladas con vidrio tipo Stadip 6 + 6mm.

Descripción de las instalaciones

Instalación de Climatización

En las alas este y oeste la climatización se resuelve mediante un sistema de conductos con 8 unidades climatizadoras de 20,6 kW (misma potencia para frio y calor) en cada ala del edificio. En el módulo central de acceso principal también se utiliza este sistema con 3 unidades climatizadoras de 17 kW (misma potencia para frio y calor) cada una. El ala norte de despachos utiliza un sistema de fancoils, en total nos encontramos con 200 unidades de 95 W (misma potencia para frio y calor)

Instalación de Agua Caliente Sanitaria

Algunos talleres disponen de termos eléctricos para calentar el agua.

Instalación de Calefacción

El conjunto de edificios de la UPV se alimentan a través de varias centrales de calderas de gas natural, una de ellas suministra al edificio 3N.

Instalación de Refrigeración

Existen 3 torres de refrigeración con una potencia cada una de 998 MW que solo funcionan en el periodo estival.

Instalación eléctrica: Iluminación

Según los planos de alumbrado el tipo de luminarias que tenemos en el edificio es el siguiente:

- Campana INDALUX de 250 W
- Aplique de superficie
- Downlight de 2x26 W HF AXEL DE REGGIANI
- Luminaria empotrable TBS630 D6 4 x TL5- 14 W/830
- Pantalla estanca 2 x 36 W HF SI-3



Figura 41. Edificio 3N. Interior de biblioteca. Campanas Indalux 250 W. Año: 2015. Fuente: Propia

Tipo de luminaria	P. Sotano	P.B.	P.1ª	P. 2ª	P. 3ª	P. 4ª	P. 5ª	TOTAL
Pantalla estanca	152	321	111	84	77	20	13	778
Downlight peq.	0	187	144	264	245	262	146	1248
Downlight grande	0	126	112	0	0	0	0	238
Campanas Indalux	0	1	37	0	0	0	0	38
Aplicques	0	6	6	6	6	6	2	32
Downlight exterior	0	8	8	0	0	0	0	16
Empotrada Tubos	0	185	608	377	382	308	102	1962

Figura 42. Tipo y número de luminarias en Edificio 3N. Fuente: Planos Escala Arquitectos, S.L.P.²

² ESCALA ARQUITECTOS, S.L. (2006). *Memoria y planos del proyecto básico de Aularios y Servicios Centrales para la Facultad de Bellas Artes de la UPV.*

2.2.3 Comentarios al Certificado de Eficiencia Energética del Edificio 3N

Como ya comentamos en la introducción, y en el capítulo anterior utilizamos el programa Ce3X para calcular la calificación energética de estos edificios. El certificado de eficiencia energética completo se adjunta como ANEXO IV a este TFG.

Para meter los datos en el programa Ce3X y debido a las diferentes fachadas y alturas que tienen los módulos dividimos el edificio en 4 zonas:

Zona 1.- Módulo Norte: 6.736,29 m²

Zona 2.- Módulo Este: 7.797,89 m²

Zona 3.- Módulo Sur: 6.255,95 m²

Zona 4.- Módulo Oeste: 7.973,10 m²

De cada módulo (1, 2, 3 y 4) se analizan sus diferentes fachadas (F1, F2, F3 y F4) con sus orientaciones (N, S, E y O).

En cada fachada se tienen en cuenta los siguientes puentes térmicos: encuentros de los forjados con la fachada, los contornos de todas las carpinterías y los pilares integrados en la fachada.

Para meter las instalaciones del inmueble en el programa se utiliza la división en cuatro zonas al igual que en la envolvente.

En cuanto al ACS, solo se sabe que algunos talleres tienen termos eléctricos así que se hace la suposición de que en el edificio este y oeste están ubicados 2 termos eléctricos de 50 litros por edificio.

A modo de comentario con respecto a la iluminación, el edificio 3N tiene un ratio de potencia por superficie útil de 9,94 W/m². Esta potencia se aplica a las superficie de cada una de las cuatro zonas:

$$28.763 \text{ m}^2 \text{ (superficie útil)} \times 9,94 \text{ W/m}^2 = 285.972 \text{ W}$$

Una vez introducidos estos datos en el programa mencionado obtenemos los siguientes resultados:

Calificación energética global

La calificación energética global del edificio 3N se cataloga con la **letra D**, es decir, emite 57,03 KgCO₂ por m² anuales.



Figura 43. Calificación Energética. Edificio 3N. Fuente: Programa Ce3X

Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración

La energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio se denomina: demanda energética. En el edificio 3N la demanda energética de calefacción y de refrigeración obtiene las **letras F y D** respectivamente, es decir, la primera exige una demanda de 26,28 kWh/m² al año y la segunda 29,56 kWh/m²

2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.



Figura 44. Demanda Energética Calefacción y Refrigeración. Edificio 3N. Fuente: Programa Ce3X

Calificación parcial del consumo de energía primaria

En cuanto a la calificación parcial de consumo de energía primaria anual, el edificio 3N obtiene la **letra D** con 235,28 kWh/m² al año. Consideramos como energía primaria la que no ha sufrido ningún proceso de transformación o conversión.

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	235.28 D	CALEFACCIÓN		ACS	
		1.21	D	0.0	A
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		33.18		0.53	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		1.08	D	0.5	B
		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	
235.28		45.39		71.04	

Figura 45. Consumo de energía primaria. Edificio 3N. Fuente: Programa Ce3X

2.2.4 Análisis de consumos

A tener en cuenta a la hora de analizar las gráficas que se presentan a continuación las siguientes consideraciones en cuanto a la tabla de datos facilitada por la UPV para el estudio:

Datos de potencia demandada:

- Datos de enero: Falta 1 día y medio.
- Datos de febrero: Faltan 7 días.
- El resto de meses están completos.

Datos de energía consumida: No se dispone de los datos de energía consumida diarios.

Energía consumida en los meses del año 2014

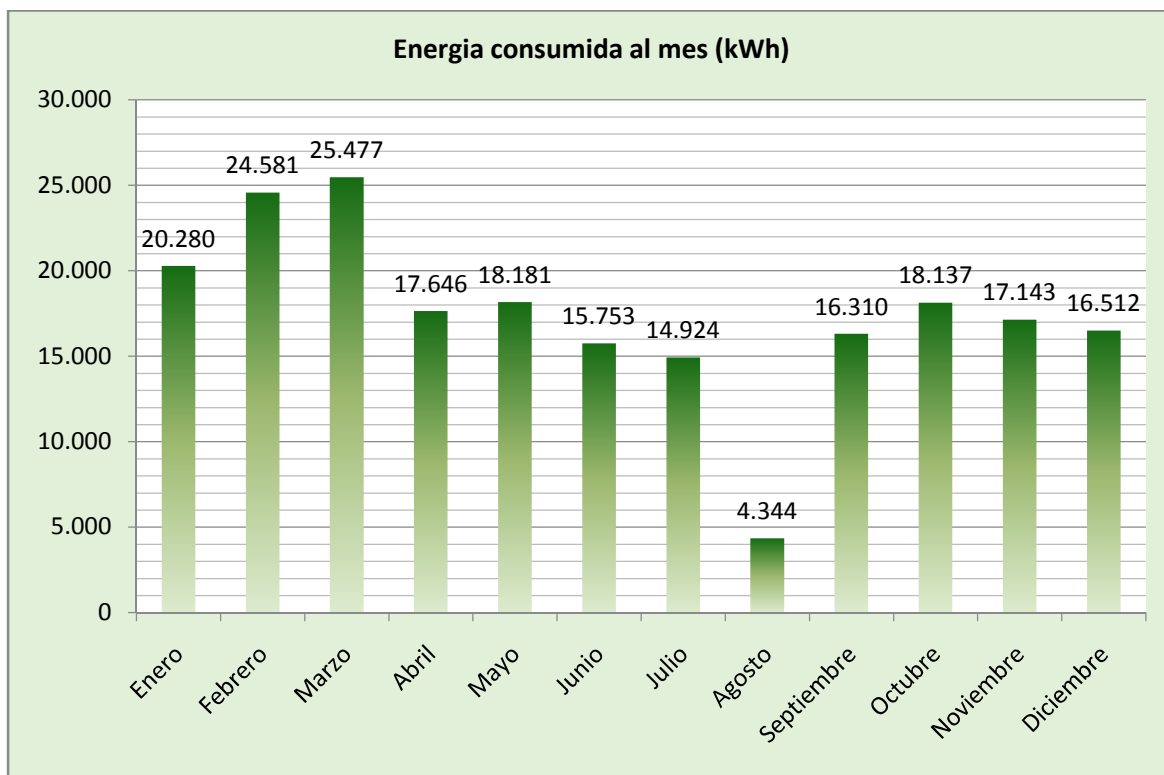


Figura 46. Energía consumida (kWh) por meses. Edificio 3N. Año 2014.

Observaciones:

- Como se aprecia en los datos de la figura 43 los meses de enero, febrero y marzo son los que más consumo tienen. Entendemos que lo que más se usa en este edificio es el sistema de climatización y los fancoils con aire caliente.
- Por el contrario, agosto se desmarca como el mes con menos energía consumida con tan solo 4.344 kWh, fruto de que el edificio permanece prácticamente sin uso.
- El total de energía consumida en todo el año 2014 en la Facultad de Bellas Artes es de 209.286 kWh* (*a falta de los 8 días y medio sin contabilizar mencionados en el primer párrafo del apartado 2.2.3). Esta energía consumida equivale a unas emisiones de 77.854,39 kg CO₂.

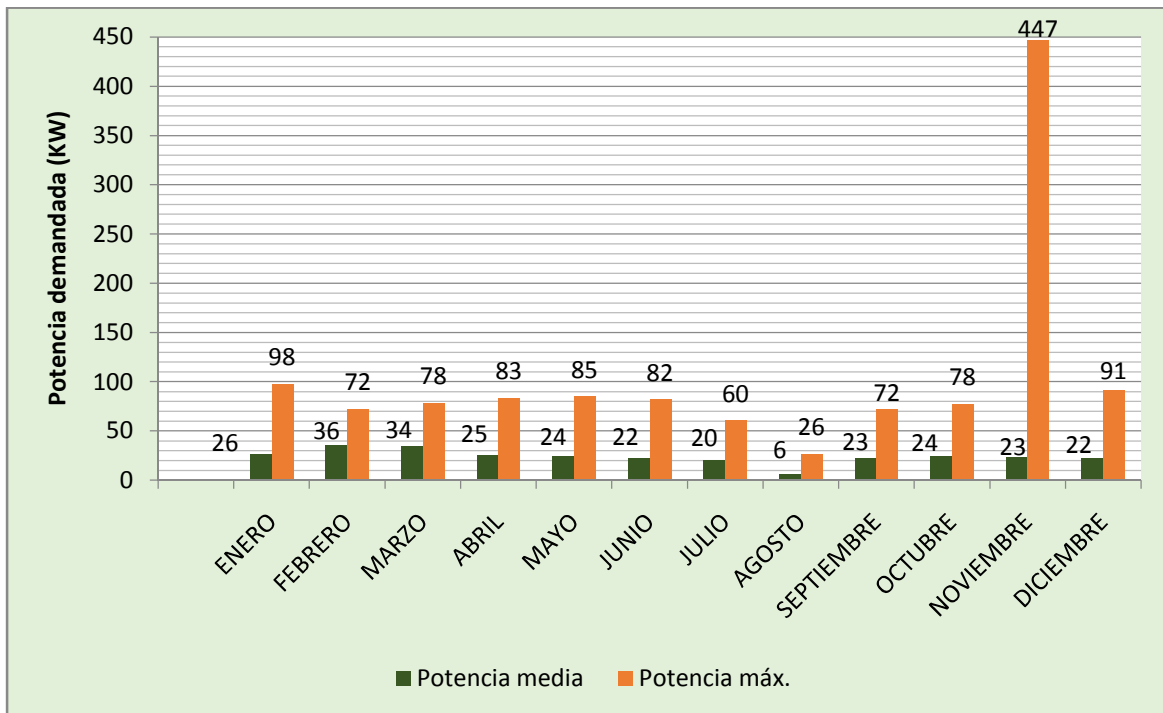
Potencia media y máxima (KW) demandada al mes durante el año 2014

Figura 47. Potencia media y máxima (kW) demandada por meses. Edificio 3N. Año 2014.

Observaciones:

- La figura 47 expresa, por un lado el valor de la potencia media (verde) demandada en el edificio en cada mes y por otro el valor de la potencia máxima (naranja) que se ha demandado en algún momento del mes.
- Llama la atención la demanda de 447 kW que se produjo el 21 de noviembre a las 13:55, se trata de un hecho muy puntual que no se corresponde con el resto de valores observados. Ni siquiera parece que se trate de algún evento producido ese día ya que los valores en los minutos y horas siguientes son bastante menores. También puede tratarse de algún error de medición por lo que obviamos este dato por ser muy extremo para el cálculo de la media.
- La grafica de la figura 47 muestra como los tres meses con mayor potencia demandada son diciembre, enero y mayo, y los meses con una potencia máxima demandada menor son julio y agosto. Aún así los valores, en su mayoría rondan entre los 72 kW y los 98 kW, no existen grandes diferencias.

Potencia demandada (kW) en el mes de enero de 2014

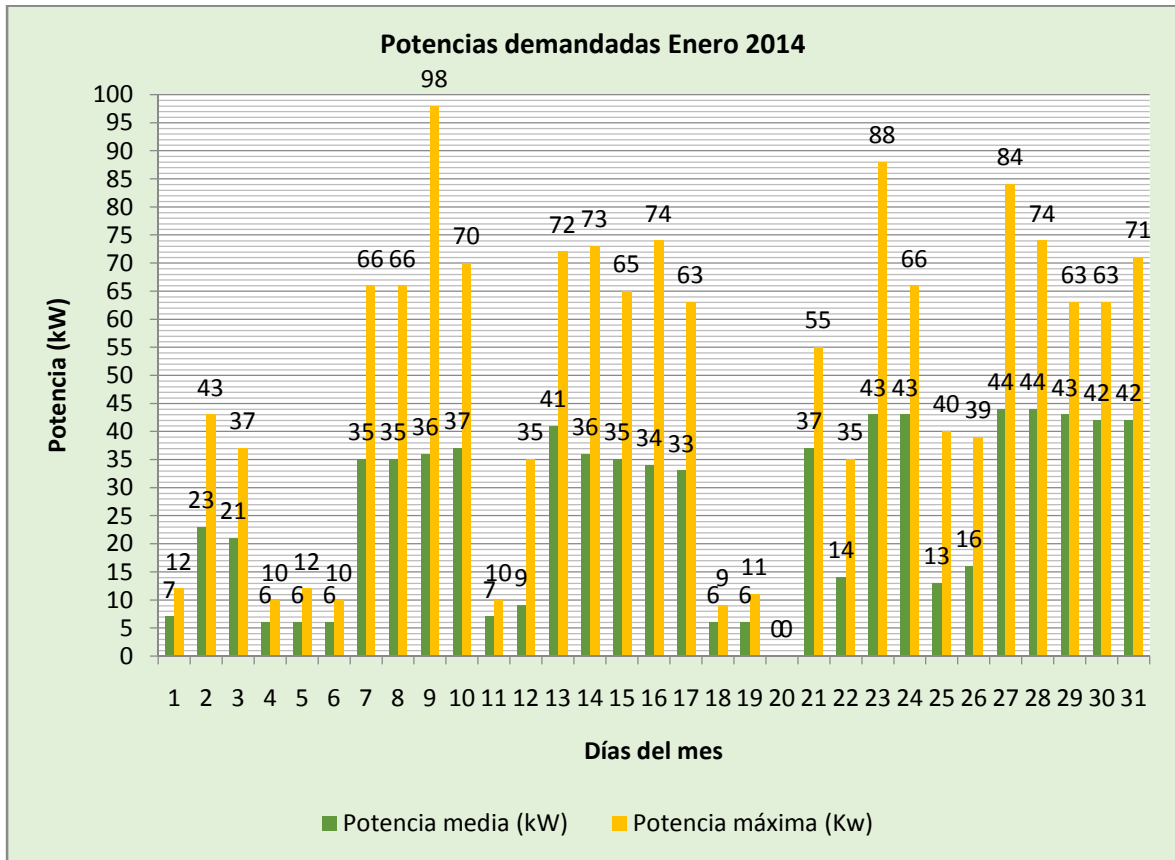


Figura 48. Potencia media y máxima (kW) demandadas en el mes de enero del 2014 en el edificio 3N

Observaciones:

- Se escoge el mes de enero por ser el que presenta las mayores potencias demandadas de todo el año. En concreto el día 9 y el 23 de enero se registran valores de 98 y 88 Kw respectivamente.
- En la figura 48 podemos apreciar claramente como en las fechas coincidentes con los fines de semana o los festivos de enero del 2014, como son el día 1, el 6 y el 22 de enero (tal y como se comprueba en el calendario de la figura 49), la potencia demandada por el edificio es menor.

gener/enero >> 2014

		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Figura 49. Calendario académico Enero. Año 2014. Fuente: Web UPV

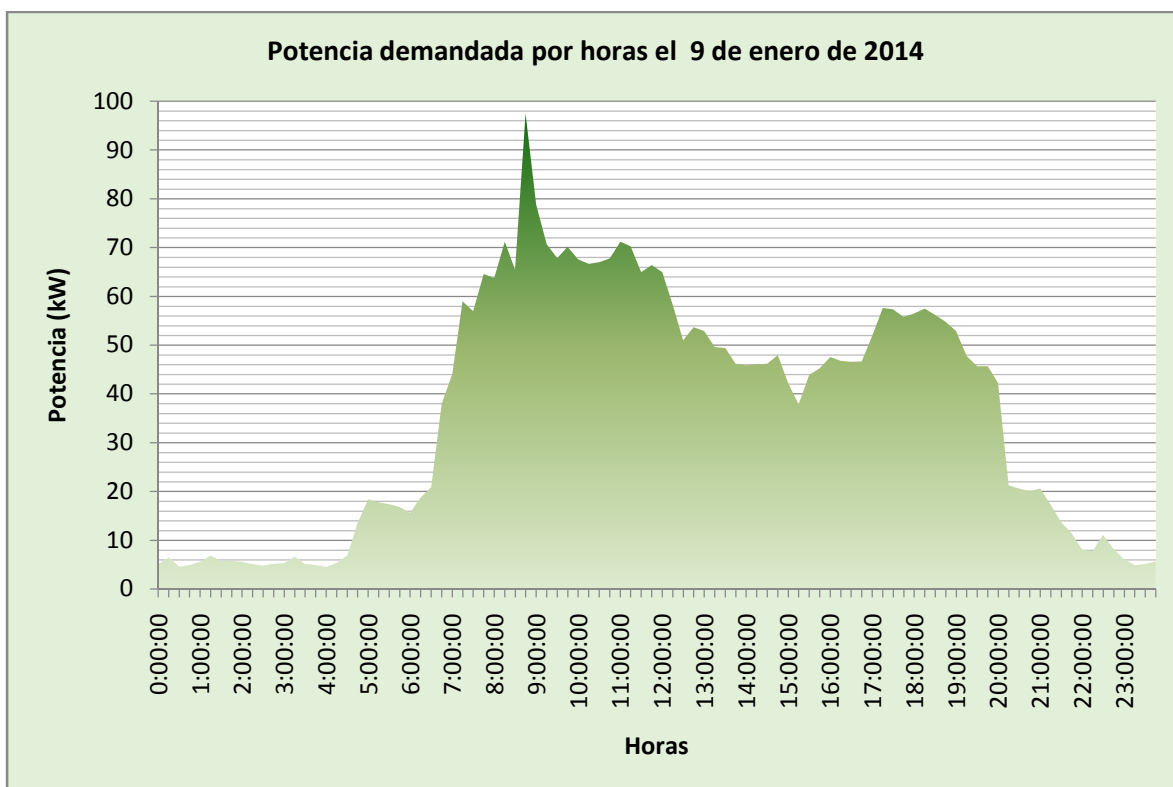
Potencia demandada (kW) el 9 de enero por horas

Figura 50. Potencia demandada (kW) por horas el 9 de enero de 2014 en el edificio 3N

Observaciones:

- Se aprecia claramente en la figura 50 como el horario en que empieza aumentar la potencia demandada son las 7:00 h de la mañana y cómo esta potencia disminuye a partir de las 20:00 h de la tarde, lo que coincide con el horario del centro.
- A las 8:45 del 9 de enero se produce el momento de máxima demanda de potencia de todo el año 2014, aunque observamos que parece ser algo muy puntual ya en el resto de días y horas los valores son menores que este. Se puede deber a algún evento esporádico que lo haya provocado.
- También se observa en la gráfica como el horario de mañana requiere de una mayor potencia que el horario de tarde.

2.2.5 Ratios

Según los datos obtenidos anteriormente, procedemos a sacar los ratios de consumo anual por superficie útil de edificio, por volumen útil y por usuario, para así poderlos comparar en el capítulo 3 con los del edificio 1G.

M ² ÚTIL	M ³ ÚTIL	USUARIOS	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL			
			TOTAL	POR M ²	POR M ³	POR USUARIO
28.763,00	84.932,50	2.705	209.286	7,27	2,46	77,37
			EMISIONES DE CO ₂ (Kg CO ₂) ANUALES			
			TOTAL	POR M ²	POR M ³	POR USUARIO
			77.854,39	2,70	0,92	28,78

Figura 51. Ratios de energía consumida y de emisiones de CO₂. Edificio 3N. Año 2014.

Si sacamos el ratio de superficie útil por usuario de la facultad de Bellas Artes obtenemos que cada usuario, en su mayoría alumnos, dispone de una superficie de 10,63 m², en este ratio no estamos teniendo en cuenta la superficie del edificio 3M que forma parte de esta facultad ya que no es objeto de este estudio.

Capítulo 3.

Comparativo entre edificios

3.1 Comparación de datos resumen

EDIFICIO	EDAD	M ² ÚTIL	M ³ ÚTIL	USUARIOS	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL			
					TOTAL	POR M ²	POR M ³	POR USUARIO
1G	1989	11.244,05	35.269,81	3.135	705.498	64,74	20,00	225,04
3N	2007	28.763,00	84.932,50	2.705	209.286	7,27	2,46	77,37
					EMISIONES DE CO ₂ (Kg CO ₂) ANUALES			
					TOTAL	POR M ²	POR M ³	POR USUARIO
1G					262.445,25	23,34	7,44	83,71
3N					77.854,39	2,70	0,92	28,78

Figura 52. Cuadro resumen comparativo de datos y ratios. Edificios 1G y 3N. Año 2014.

Observaciones:

Resulta sorprendente la comparación de los datos de la tabla de la figura 52 ya que siendo el edificio 3N mucho más grande que el 1G (más del doble) la energía que consume es menos de la mitad. Con este resultado los ratios de energía consumida por superficie útil, por volumen y por usuario son muy diversos siendo mucho mayores los del edificio 1G.

Cabe la posibilidad de que los datos de partida con los que hemos trabajado no sean correctos o quizás no reflejen la totalidad del edificio 3N, pero dado que lo desconocemos y son los únicos datos de que se dispone trabajaremos con los resultados obtenidos.

Consideramos que los puntos positivos del edificio 1G que pueden contribuir su menor consumo son que tiene carpintería de PVC, doble acristalamiento y unas lamas verticales de control solar, además de aislamiento en todo el edificio salvo en el lucernario. Como punto negativo sobre el edificio 3N que puede contribuir a tener un mayor consumo puede ser el hecho de que toda su carpintería exterior no dispone de RPT.

Aunque el edificio 3N tenga más del doble de superficie que el 1G el número de alumnos es menor, es decir, la facultad de Bellas Artes dispone de 10,63 m² por alumno mientras que la ETS de Informática 3,58 m² por alumno. A tener en cuenta que este dato no es del todo real ya que los alumnos en ambos casos utilizan también dependencias de otros edificios anexos a estos para cursar sus estudios, pero que no son objeto de este trabajo. El consumo de estos inmuebles sí que podría verse influenciado al disponer cada alumno de una menor superficie en el caso del edificio 1G, lo que supondría un uso más intensivo de las instalaciones.

3.2 Comparación de energías consumidas (kWh)

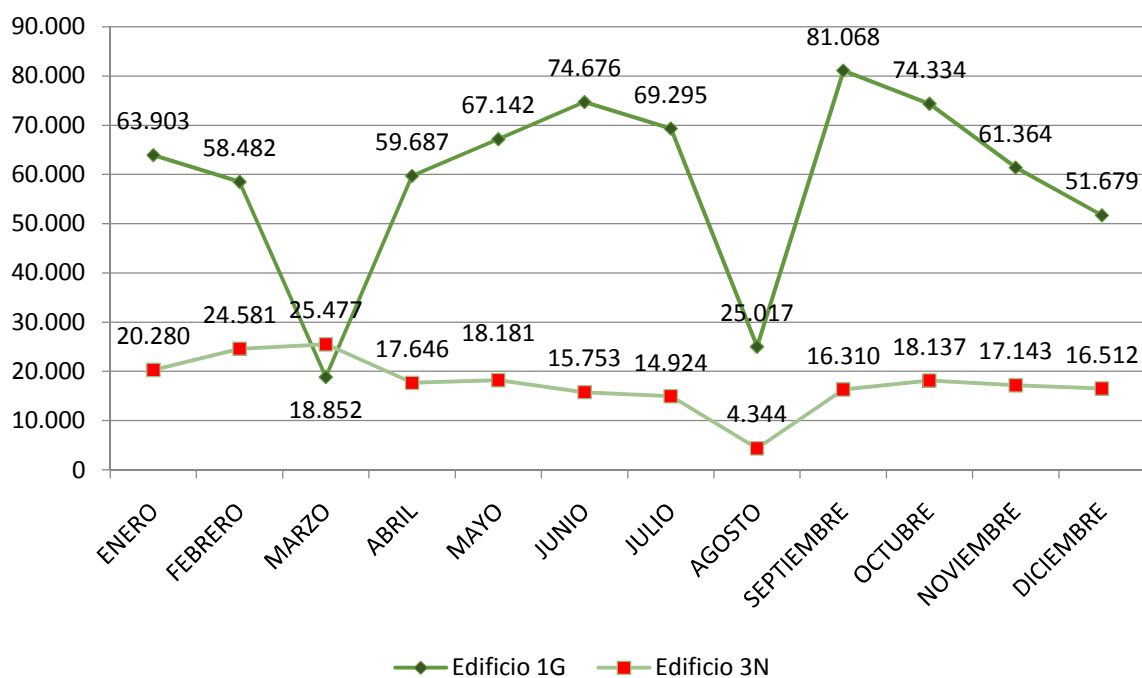


Figura 53. Energía consumida (kWh) en el año 2014.

Observaciones:

- Como se aprecia en las curvas de evolución de la figura 53 el mes de menor consumo es agosto en ambos casos.
- A recordar que en el caso del edificio 1G no se disponían de suficientes datos en marzo, es por esto que el descenso de consumo apreciado en la gráfica no es real.
- Como ya se ha comentado en el apartado anterior es de destacar la diferencia de consumos que presentan ambos edificios, teniendo más superficie la facultad de Bellas Artes.
- En el edificio 1G se aprecia un mayor consumo en los meses de primavera y verano con respecto al resto del año, lo que puede venir provocado por la energía consumida por la instalación de refrigeración formada por equipos autónomos internos con su unidad externa. Mientras en el edificio 3N el consumo es mayor en los meses de invierno, disminuyendo y siendo más constante en los meses de verano. Teniendo en cuenta que una parte de la calefacción de este edificio se resolvía mediante la conexión a unas calderas centrales comunes al campus, y que las unidades climatizadoras y los fancoils tiene la misma potencia para frío que para calor se deduce que existe una mayor demanda de calefacción del edificio si lo comparamos con la refrigeración. También tenemos que tener en cuenta que los meses de invierno son meses con menos luz natural y se puede producir un aumento de horas de encendido de iluminación.

3.3 Comparación de potencias máximas mensuales demandadas (kW)

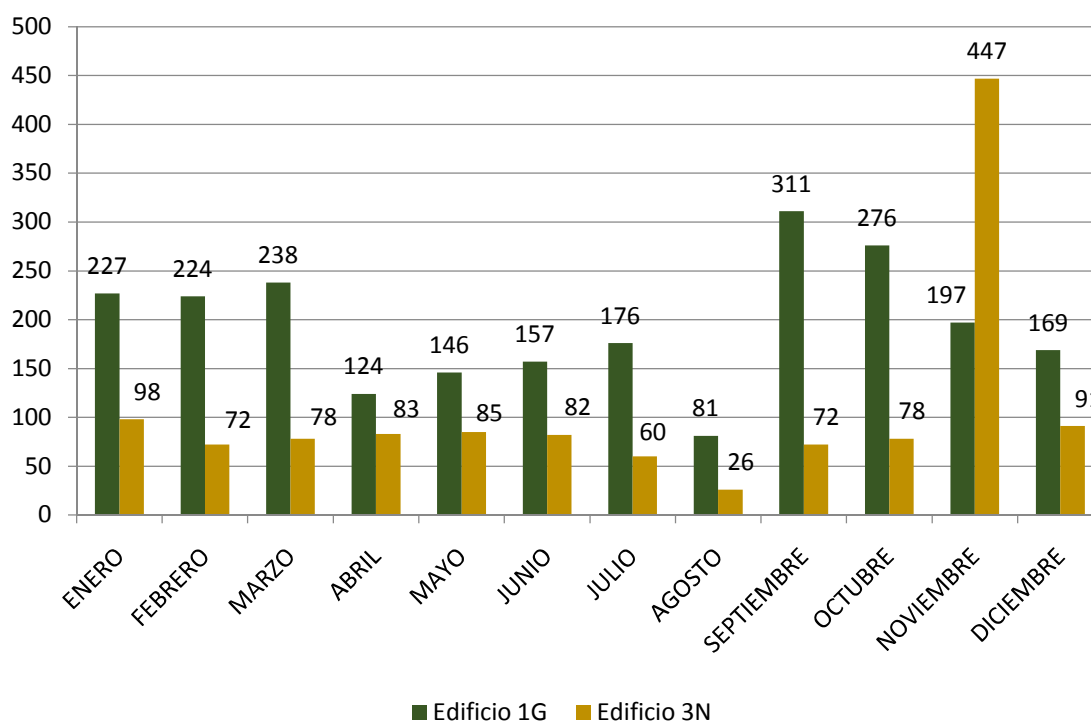


Figura 54. Potencia máxima mensual demandada (kW) en el año 2014.

Observaciones:

- Observamos en la figura 54 como en el edificio 3N los datos son más constantes que en el 1G, ya que si quitamos julio y agosto, que son meses fuera del curso lectivo, y el mes de noviembre que presenta un valor anormal, el resto de potencias demandadas se mueve en una horquilla de 72 a 98 kW.
- Mientras, en el edificio 1G se aprecian mayores variaciones de unos meses a otros. Aún así las mayores potencias demandadas dentro de los meses lectivos surgen en el invierno: enero, febrero y marzo, y después del verano: septiembre y octubre, por lo que vendrán provocadas por las instalaciones de calefacción y refrigeración respectivamente.

3.4 Comparación de ratios

Energía consumida por superficie y por volumen útil (kWh)

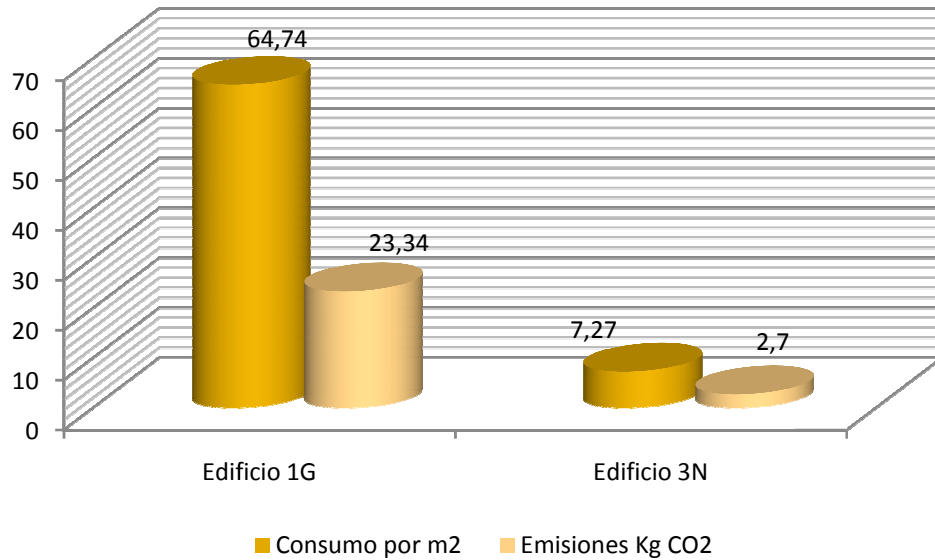


Figura 55. Energía consumida (kWh/m²) y emisiones de CO₂ por superficie útil en el año 2014.

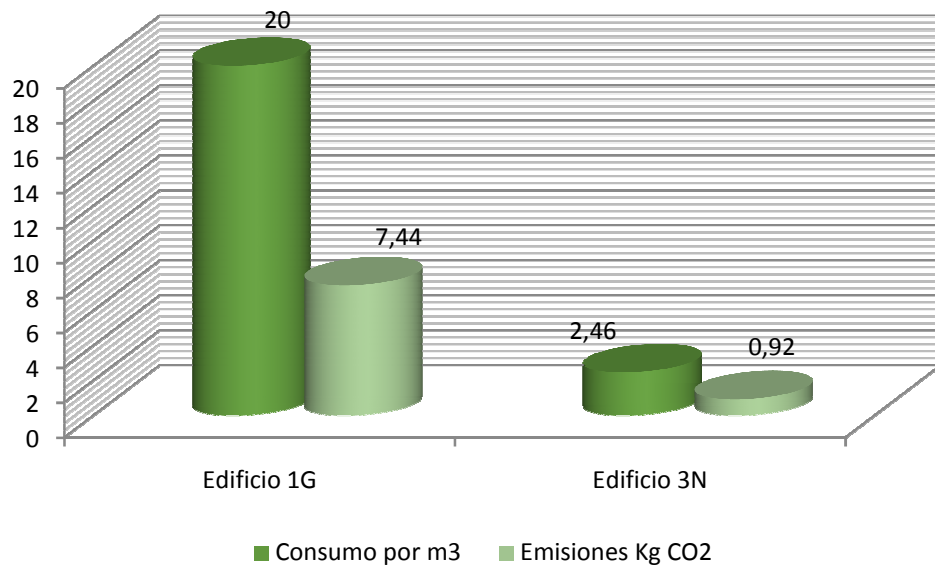


Figura 56. Energía consumida (kWh/m³) y emisiones de CO₂ por volumen útil en el año 2014.

Observaciones:

- Como ya se ha comentado anteriormente y se aprecia en las figura 55 y 56, esos ratios son sorprendentemente mayores en el edificio 1G que en el 3N. De esto se deduce que a pesar de que el inmueble 3N es más grande tiene un menor consumo de energía por superficie y por volumen.

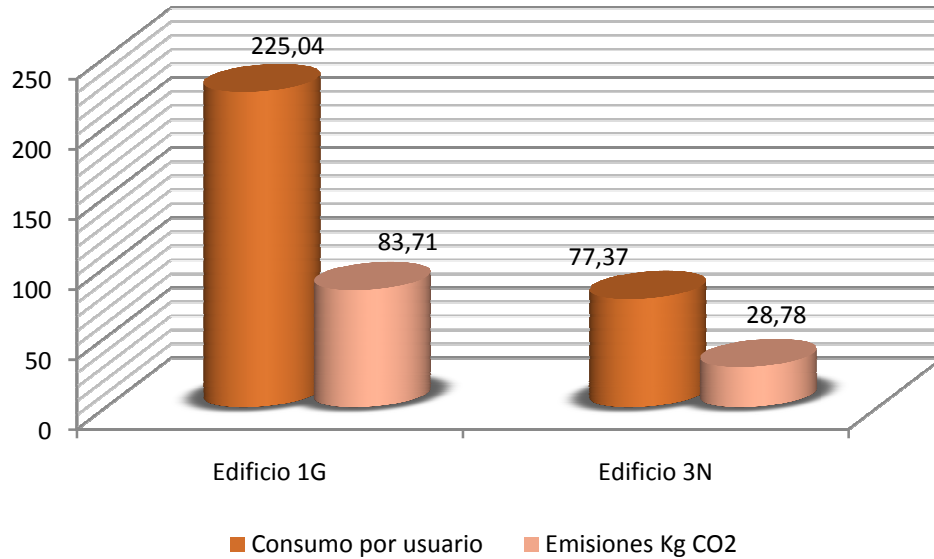
Energía consumida usuario (kWh)

Figura 57. Energía consumida (kWh/usuario) y emisiones de CO₂ por usuario en el año 2014.

Observaciones:

- Como se observa en la figura 57 el edificio 1G tiene más consumo de energía por usuario que el 3N, a pesar de que la facultad de Bellas Artes tiene menos usuarios que la ETS de Ingeniería Informática como se ve en el apartado 3.1.
- Ya se ha mencionado anteriormente que los estudios que se cursan en estas facultades también disponen de más dependencias en otro edificios anexos, los cuales no son objeto de este estudio. Por lo que en ese caso estos ratios serían superiores si también se tiene en cuenta la energía consumida por dichas dependencias.

3.5 Comparación de calificaciones energéticas

Según el programa Ce3X una vez metidos los datos constructivos y de instalaciones la calificación energética global del edificio 1G se cataloga con la **letra C**, es decir, emite 31,48 KgCO₂ por m² anuales, mientras que el edificio 3N se cataloga con la **letra D** y emite 57,03 KgCO₂ por m² anuales.

A pesar de que el edificio 3N data del año 2007 y es más reciente que el 1G, que pertenece a 1989, obtiene una calificación menor. Al proyecto de ejecución del 3N todavía no se le aplicaron las exigencias del CTE más exigentes con la eficiencia energética que la antigua normativa.

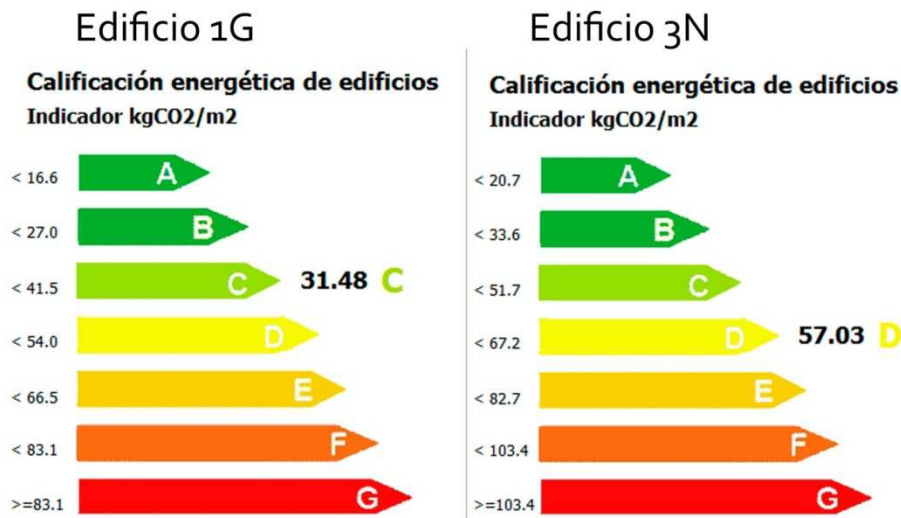


Figura 58. Comparación Calificación Energética Edificio 1G y 3N. Fuente: Programa Ce3X

En cuanto a la demanda de calefacción y refrigeración son similares en ambos edificios, obteniendo ambos una **letra F** en el primer caso y una **letra D** en el segundo.

Las emisiones de todas las instalaciones juntas suman en el caso del edificio 1G, 31,48 Kg CO₂ /m² y en el caso del edificio 3N 35,86 Kg CO₂ /m². Se desconoce por qué en este último caso el programa Ce3X marca 57,03 Kg CO₂ /m² y por lo tanto obtiene una **letra D**.

Edificio 1G			Edificio 3N		
Edificio objeto			Edificio objeto		
Demanda de calefacción (kWh/m2)	32.65	F	Demanda de calefacción (kWh/m2)	26.28	F
Demanda de refrigeración (kWh/m2)	24.78	D	Demanda de refrigeración (kWh/m2)	29.56	D
Emisiones de calefacción (kg CO2/m2)	10.01	E	Emisiones de calefacción (kg CO2/m2)	6.7	D
Emisiones de refrigeración (kg CO2/m2)	7.11	C	Emisiones de refrigeración (kg CO2/m2)	11.29	D
Emisiones de ACS (kg CO2/m2)	0.37	G	Emisiones de ACS (kg CO2/m2)	0.2	A
Emisiones de iluminación (kg CO2/m2)	13.99	B	Emisiones de iluminación (kg CO2/m2)	17.67	B

Figura 59. Comparación demanda de calefacción y refrigeración y emisiones de instalaciones. Edificio 1G y 3N. Fuente: Programa Ce3

Capítulo 4.

Propuestas de Mejora de cada edificio

4.1 Edificio 1G.- ETS de Ingeniería Informática

4.1.1 Propuesta 1: Sustitución de iluminación a LED

Descripción: Situación Actual

No se dispone de datos completos de la iluminación del edificio, a pesar de ello disponemos de unos planos¹ de alumbrado de emergencia de los que podemos determinar el número de luminarias empotradas en falso techo con tubos fluorescentes, para planta primera y segunda. Según el plano se trata de luminarias empotradas de 120 x 60 cm. Suponemos que cada luminaria lleva 4 tubos fluorescentes de 36 W.

También hacemos una suposición con las luminarias de planta baja y planta tercera para poder completar esta propuesta de sustitución. Estas suposiciones las marcamos en rojo en la tabla de la figura 60. Para las de planta baja, y a juzgar por la foto de la figura 61 de la zona de secretaría, en esta zona se ubican luminarias empotradas en el falso techo registrable de medidas 60 x 60 cm, suponemos que llevan 4 tubos fluorescentes de 18 W. Estimamos un número aproximado de 110 luminarias en esta planta.

En la planta tercera, vamos a suponer un tipo de luminarias igual al de planta primera y segunda solo en los 3 laboratorios, ya que los despachos es probable que se iluminen de forma diferente. En total estimamos 40 luminarias de este tipo.

Tipo de luminaria	P.B.	P.1ª	P. 2ª	P. 3ª	TOTAL
Empotrada con 4 tubos fluorescentes 36 W		133	131		264
Empotrada con 4 tubos fluorescentes 18 W	110			40	150

Figura 60. Tipo y número de luminarias en Edificio 1G.

¹ SANTATECLA ARQUITECTOS, S.L. (2004). *Planos del proyecto de reforma de la ETS de Ingeniería Informática de la UPV.*



Figura 61. Luminarias empotradas en secretaría. Edificio 1G. Fuente: Propia.

A pesar de que no disponemos de datos completos de la iluminación del edificio 1G, la iluminación con tubo fluorescente suele ser muy habitual en edificios docentes, de oficinas, laboratorios, etc. por ello la propuesta de sustitución de iluminación la basaremos en este tipo de lámpara ya que probablemente sea la mayoritaria en el inmueble. No ha sido posible para este estudio saber la situación real, pero en una auditoría energética deberíamos comprobar in situ las potencias y tipos de lámparas realmente colocados en el edificio.

Teniendo en cuenta que el año de construcción de este edificio fue el 1989, los tubos fluorescentes irá instalados con balastos electromagnéticos, no tenemos que olvidar que el tubo fluorescente convencional no funciona sin su cebador y reactancia. Es conveniente, por lo tanto, tener en cuenta no solo la potencia de la lámpara sino también la que genera el balasto electromagnético ya que estos elementos a medida que van envejeciendo aumentan considerablemente los consumos del fluorescente. Se estima que este elemento genera una potencia de un 20 % sobre la potencia de la lámpara, aunque este dato puede variar en función de diversos factores.

Aunque durante años este tipo de iluminación se consideraba de las más eficientes del mercado y de bajo consumo, actualmente existen otras opciones más respetuosas con el medioambiente, que proporcionan una iluminación de más calidad y un notable ahorro energético.

En la tabla de la figura 62 se calcula la potencia nominal total (W) del conjunto de lámparas del edificio para las que hacemos la propuesta de sustitución. Esta potencia asciende a 58.608 W.

TIPO DE LUMINARIA	TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA (W)	POTENCIA BALASTO (W)	POTENCIA LÁMPARA +BALASTO (W)	Nº LUMINARIAS	Nº LÁMPARAS POR LUMINARIA	POTENCIA TOTAL (W)
LUMINARIA EMPOTRADA 120 X 60 CM	TUBO FLUORESCENTE T8	36	7	43	264	4	45.408
LUMINARIA EMPOTRADA 60 X 60 CM	TUBO FLUORESCENTE T5	18	4	22	150	4	13.200
POTENCIA TOTAL (W)							58.608

Figura 62. Tipo y potencias de las lámparas del Edificio 1G.

Por otro lado en la tabla 63 se estima que estas lámparas podrán estar encendidas unas 7 horas diarias de media. En un principio consideramos todas las lámparas de cada estancia en funcionamiento, aunque es probable que haya algunas que permanezcan apagadas, por eficiencia o por falta de mantenimiento.

Para el cálculo de energía consumida anual no se han tenido en cuenta los 53 domingos que tiene el año 2014.

TIPO DE LUMINARIA	TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS USO (H)	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) DIARIA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL
LUMINARIA EMPOTRADA 120 X 60 CM	TUBO FLUORESCENTE T8	45.408	7	317,86	99.171,07
LUMINARIA EMPOTRADA 60 X 60 CM	TUBO FLUORESCENTE T5	13.200	7	92,40	28.828,80
TOTALES		58.608		410,26	127.999,87

Figura 63. Energía consumida (kWh) diaria y anual teórica del Edificio 1G. Situación actual.

Con todos estos datos obtenemos que la energía consumida anual por las luminarias con tubos fluorescentes del edificio 1G, calculada de forma teórica, sería una cifra aproximada a 127.999,87 Kwh. Esto supone unas emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera de 47.615,95 Kg CO₂.

Descripción de la propuesta

Se propone la sustitución de los tubos fluorescentes convencionales con balasto electromagnético, existentes en este edificio, por otros de tecnología LED. Las ventajas de los LED son las siguientes:

- Los LED suelen presentar ahorros energéticos de un 80 % aproximadamente frente a otros sistemas de iluminación convencional y un 25 % frente a iluminación de bajo consumo.
- Tienen una vida útil mucho más larga (50.000 h de un tubo LED frente a las 10.000 h que dura un tubo fluorescente)
- El encendido y apagado es instantáneo y no disminuye su vida útil.
- Mayor calidad de la luz con colores más puros, más nítidos y más vivos.
- Prácticamente no necesitan mantenimiento y son más resistentes.
- No generan calor.
- Son respetuosos con el medio ambiente y con la salud humana ya que no utilizan ningún gas para encenderse. Los tubos fluorescentes convencionales y las lámparas de bajo consumo están fabricados con compuestos del mercurio, producto químico altamente peligroso y contaminante.

Es importante a la hora de hacer estas sustituciones que el nivel de iluminación en las estancias sea el adecuado. Por ello se recomienda realizar un estudio lumínico antes de realizar los cambios. Los cambios propuestos son los siguientes:

Cambio 1.- Tubos fluorescentes T8 de 36 W por tubos LED de 20 W

Se propone la sustitución de tubos fluorescentes T8 de 36 W por tubos LED de 20 W. Se escoge el modelo VALUE 1200 mm HO de la marca PHILIPS ⁷ (figura 64) con un flujo luminoso de 2100 lm, apertura de haz de 150º y 4000ºK de temperatura de color.

Descripción de producto	LED	Tradicional	Casquillo Rotatorio	Flujo luminoso	Funcionamiento	Apertura de haz	IRC	Temperatura de color	EOC 1 pcs (C)*		PVPR
MASTER LEDtube Value	W	W		lm		°		K	8718291	8718696	€
Value 600mm ROT HO	10	18	No	1000	EM y 230 V	150	83	3000		42204500	24,99
Value 600mm ROT HO	10	18	No	1050	EM y 230 V	150	83	4000		42206900	24,99
Value 600mm ROT HO	10	18	No	1050	EM y 230 V	150	83	6500		42208300	24,99
GA110 900mm	15	30	No	1250	EM y 230 V	140	85	4000	23880500		26,99
GA110 900mm	15	30	No	1250	EM y 230 V	140	85	6500	23882900		26,99
Value 1200mm ROT	14.5	36	Si	1600	EM y 230 V	150	83	4000	79308300		33,99
Value 1200mm ROT	14.5	36	Si	1600	EM y 230 V	150	83	6500	79310600		33,99
Value 1200mm HO	20	36	No	1900	EM y 230 V	150	83	3000		42198700	33,99
Value 1200mm HO	20	36	No	2100	EM y 230 V	150	83	4000		42207000	33,99
Value 1200mm HO	20	36	No	2100	EM y 230 V	150	83	6500		42202100	33,99
Value 1500mm	20	58	No	2000	EM y 230 V	150	83	4000	73451200		41,99
Value 1500mm	20	58	No	2000	EM y 230 V	150	83	6500	73453600		41,99
Value 1500mm ROT HO	23	58	Si	2900	EM y 230 V	150	83	3000		78956700	42,99
Value 1500mm ROT HO	23	58	Si	3100	EM y 230 V	150	83	4000		78958100	42,99
Value 1500mm ROT HO	23	58	Si	3100	EM y 230 V	150	83	6500		78960400	42,99

HO = Alto flujo
*50.000 horas en luminaria abierta

Figura 64. Catálogo de lámparas y luminarias LED Philips ⁷. Enero 2015

Cambio 2.- Tubos fluorescentes T5 de 18 W por tubos LED de 10 W

Se propone la sustitución de tubos fluorescentes T5 de 18 W por tubos LED de 10 W. Se escoge el modelo VALUE 600 mm ROT HO de la marca PHILIPS⁷ (figura 64) con un flujo luminoso de 1050 lm, apertura de haz de 150º y 4000ºK de temperatura de color.

En la figura 65 se calcula el nuevo consumo diario y anual en función de las nuevas potencias al realizar los cambios descritos anteriormente.

TIPO DE LUMINARIA	LÁMPARAS PROPUESTAS	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS USO (H)	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) DIARIA NUEVA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL NUEVA
LUMINARIA EMPOTRADA 120 X 60 CM	TUBO LED 20 W	21.120	7	147,84	46.126,08
LUMINARIA EMPOTRADA 60 X 60 CM	TUBO LED 10 W	6.000	7	42,00	13.104,00
TOTALES		27.120		189,84	59.230,08

Figura 65. Energía consumida (kWh) diaria y anual teórica del Edificio 1G. Propuesta de sustitución.

Tal y como se aprecia en el cuadro comparativo de la figura 66 y en la gráfica de la figura 67, con los dos cambios mencionados la energía consumida por las luminarias se reduce un 54%, más de la mitad, pasando el total de energía consumida anual de 127.999,87 kWh a 59.230,08 kWh. Esta disminución en el consumo de energía supone una reducción de 68.769,79 kWh y por lo tanto 25.582,36 Kg CO₂ que se dejan de emitir a la atmósfera.

La energía consumida diaria se reduce de 410,26 kWh a 189,84 kWh.

LÁMPARAS EXISTENTES	LÁMPARAS PROPUESTAS	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) DIARIA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) DIARIA NUEVA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL NUEVA
TUBO FLUORESCENTE T8 36 W	TUBO LED 20 W	317,86	99.171,07	147,84	46.126,08
TUBO FLUORESCENTE T5 18 W	TUBO LED 10 W	92,40	28.828,80	42,00	13.104,00
TOTALES		410,26	127.999,87	189,84	59.230,08

Figura 66. Comparativo Energía consumida (kWh). Antes y después del cambio. Edificio 1G.

⁷ PHILIPS (2015). [Catálogo Luminarias LED PHILIPS](#)

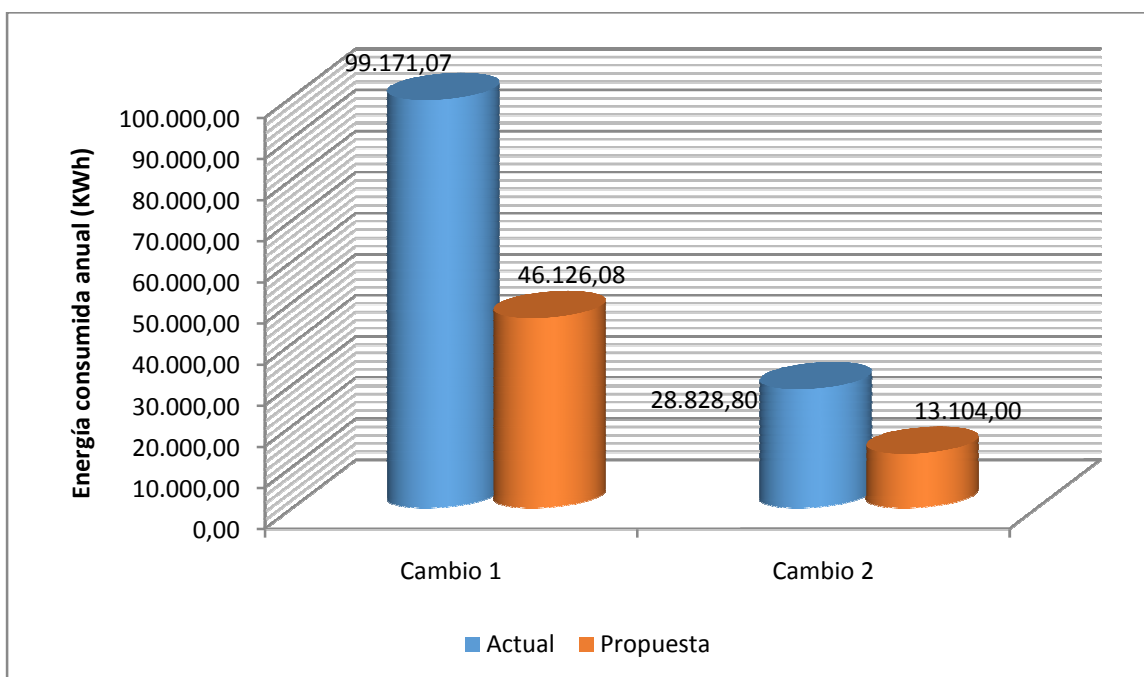


Figura 67. Gráfico Energía consumida (kWh). Antes y después del cambio. Edificio 1G.

Coste

Según un estudio ⁸ de la asociación de consumidores Facua realizado con datos de septiembre de 2013 a enero de 2014, el precio medio del kWh en el mercado libre en España es de 0,139141€, por lo que adoptaremos este precio para calcular los costes de la energía consumida.

Haciendo un sencillo cálculo, los costes de la energía consumida del edificio 1G antes y después de la sustitución por iluminación LED son los siguientes:

Situación actual: 127.999,87 kWh x 0,139141 € = 17.810,03 €

Propuesta LED: 59.230,08 kWh x 0,139141 € = 8.241,33 €

Esto supone un ahorro anual en la factura eléctrica, sin tener en cuenta impuestos y una posible reducción de la potencia contratada, de 9.568,70 €

Cambio 1.- Tubos fluorescentes T8 de 36 W por tubos LED de 20 W

El coste del modelo de la marca Philips, propuesto en el apartado anterior, según el catálogo adjuntado es de 34 €/unidad. Le aplicamos a este precio un 30 % de descuento sobre la tarifa de catálogo ya que el número de lámparas que se comprarán será importante, con esto el precio por tubo LED de 20 W se queda en 23,80 €. Además suponemos un coste de mano de obra por anular el cebador y reactancia existentes en cada luminaria, y su colocación de 4 €.

Con todo esto el coste por cada de cambio de tubo es de 27,80 €.

⁸ FACUA, CONSUMIDORES EN ACCIÓN (2014). [Estudio comparativo sobre el suministro eléctrico](#)

Cambio 2.- Tubos fluorescentes T5 de 18 W por tubos LED de 10 W

El coste del modelo de la marca Philips, propuesto en el apartado anterior, según el catálogo adjuntado⁷ es de 25 €/unidad. Le aplicamos a este precio un 30 % de descuento sobre la tarifa de catálogo⁷ ya que el número de lámparas que se comprarán serán importantes, con esto el precio por tubo LED de 10W se queda en 17,5 €. Además suponemos un coste de mano de obra por anular el cebador y reactancia existentes en cada luminaria y su colocación de 5 €.

Con todo esto el coste por cada de cambio de tubo es de 18,75 €.

TIPO DE LUMINARIA	PROPUESTA LÁMPARA DE SUSTITUCIÓN	CANTIDAD	Nº LÁMPARAS POR LUMINARIA	COSTE INVERSIÓN UNITARIO (€)	COSTE INVERSIÓN TOTAL (€)
LUMINARIA EMPOTRADA 120X60 CM	TUBO LED 20 W	264	4	27,80	29.356,80
LUMINARIA EMPOTRADA 60X60 CM	TUBO LED 10 W	150	4	18,75	11.250,00
TOTALES					40.606,80

Figura 68. Inversión a realizar (€) para cambiar a LED. Edificio 1G.

Según los datos explicados hasta ahora de los cambios que se pretenden realizar y según el resumen de la figura 68, la inversión necesaria para realizar este cambio de tubos fluorescentes a tecnología LED es de 40.606,80 €.

⁷ PHILIPS (2015). [Catálogo Luminarias LED PHILIPS](#)

Conclusión

AÑO	COSTE ENERGÍA ANUAL ACTUAL (€)	INVERSIÓN (€)	COSTE ENERGÍA ANUAL DESPUÉS SUSTITUCIÓN (€)	AMORTIZACIÓN (€)
1	17.810,03 €	40.606,80 €	8.241,33 €	31.038,10 €
2	18.611,48 €		8.612,19 €	21.038,81 €
3	19.449,00 €		8.999,74 €	10.589,56 €
4	20.324,20 €		9.404,73 €	-329,92 €

Figura 69. Amortización de la inversión. Edificio 1G.

En la tabla de la figura 69 se ha supuesto un aumento del coste de la energía consumida de un 4,5% anual, debido a subidas de precio, inflación del dinero, etc. Por ello, según los datos anuales que vemos en la figura serían necesarios poco más de **3 años** para amortizar la inversión inicial realizada de 40.606,80 €. **A partir del cuarto año se ahorrarían más de 9.568,70 € anuales** (según evolucione el precio de la energía consumida).

Hay que tener en cuenta también el ahorro en mantenimiento que supone el cambio a LED, ya que los cebadores de los tubos fluorescentes convencionales son un elemento que se suele estropear bastante y que los tubos LED no tienen. Además la vida útil de los LED es más larga.

También es necesario considerar que para este cálculo hemos supuesto una potencia de la reactancia de un 20 % de la potencia del fluorescente pero este dato en función de la antigüedad de los mismos puede llegar a ser incluso del 100 %. Con lo cual al cambiar estos elementos antiguos la amortización sería menor debido a una mayor energía consumida y por lo tanto un mayor coste año tras año.

Si no se quiere realizar la inversión de forma conjunta se puede plantear un cambio de lámpara o luminarias de forma gradual coincidiendo con las reposiciones de tubos fluorescentes fundidos.

4.1.2 Propuesta 2: Sustitución de equipos viejos de refrigeración por otros de alta eficiencia energética

Descripción: Situación Actual

Instalación de refrigeración

Esta instalación está formada principalmente por unidades exteriores conectadas a equipos individuales autónomos interiores mediante tuberías frigoríficas. La instalación inicial de refrigeración fue colocada en el año 1989 con la construcción del edificio 1G, se renovó posteriormente con la sustitución de algunos equipos. No se tiene la fecha exacta de este cambio pero se cree que pudo ser hace pocos años. La nueva instalación es de tipo VRV. Se estima un EER de 2,87 para los viejos equipos que refrigeran el 66 % de la superficie y un EER de 4,00 para los equipos renovados recientemente que refrigeran el 34% de la superficie restante.

Según el inventario de instalaciones térmicas de la UPV³ contabilizamos las siguientes unidades de refrigeración en el edificio 1G:

- 117 Unidades condensadoras exteriores por aire para los equipos autónomos de diferentes marcas y modelos.
- 119 Equipos autónomos interiores de diferentes marcas y modelos.
- 2 enfriadoras ROCA modelo York YCAL03775BXA

En cuanto a estas unidades interiores son de tipo cassette de 60 x 60 cm de 4 vías según observamos en la imagen de la figura 70.



Figura 70. Unidad tipo cassette en techo secretaría. Edificio 1G. Año 2015. Fuente: Propia

³ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (2013). *Inventario de maquinaria del área de climatización perteneciente al Pliego de prescripciones técnicas de mantenimiento de las instalaciones térmicas.*

Descripción de la propuesta

Teniendo en cuenta que se sabe que se han sustituido el 34 % de los equipos hace pocos años se propone cambiar el 66 % restante ya que son equipos muy poco eficientes. Es decir, 79 unidades interiores de equipos autónomos de las 119 existentes actualmente y 40 unidades externas que sustituirían a 80 unidades de las existentes de forma que cada unidad externa esté conectada a dos equipos internos.

Se propone el uso de un sistema de Caudal Variable Refrigerante que permite la conexión de varios equipos interiores mediante una línea frigorífica a una unidad exterior. Esta unidad exterior genera y consume únicamente la energía que la instalación está demandando en cada momento.


Los equipos colocados tendrán tecnología de compresor INVERTER, es decir el compresor varía su velocidad para adaptarse a las exigencias de calefacción y refrigeración por lo tanto solo consumen la energía que realmente se precisa.


Proponemos equipos de la marca MITSUBISHI ELECTRIC⁹ de la gama CITY MULTI- serie HIGH COP debido a su alta eficiencia energética. En concreto los siguientes modelos:

- Unidades exteriores: R2 HIGH COP- PURY-EP-YSLM P200 8Hp con las características técnicas que aparecen en la figura 72.
- Equipos interiores autónomos tipo cassette modelo PLFY-P-VCM P25 2,8 / 3,2 con las características técnicas que aparecen en la figura 71.

4 vías de 600x600mm PLFY-15~40VCM

PRESTACIONES





MODELO			PLFY-P15VCM-E	PLFY-P20VCM-E	PLFY-P25VCM-E	PLFY-P32VCM-E	PLFY-P40VCM-E
Capacidad Nominal	Refrigeración	kCal/h ⁹	1.500	2.000	2.500	3.200	4.000
	Refrigeración	kW ⁹	1,7	2,2	2,8	3,6	4,5
Consumo Nominal	Calefacción	kW ⁹	1,9	2,5	3,2	4,0	5,0
	Refrigeración	kW	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
	Calefacción	kW	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
Alimentación	Fases, V/Hz		1 Fase, 220-230-240V / 50Hz				
Intensidad (refr./calef.)	A		0,19/0,19	0,23/0,23	0,23/0,23	0,28/0,28	0,28/0,28
Diámetro tuberías liq/gas	mm				6,35/12,7		
Nivel Sonoro	dB(A)		28 / 30 / 31	28 / 31 /35	28 / 31 /37	29 / 33 / 38	30 / 34 / 39
Ventilador	Caudal de aire (B/M/A)	m ³ /min	8 / 8,5 / 9	8 / 9 / 10	8 / 9 / 10	8 / 9 / 11	8 / 9 / 11
	Potencia	kW	0,008	0,011	0,015	0,020	0,020
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	mm		208 x 570 x 570				
Dimensiones panel estándar	mm		20 x 650 x 650				
Peso (unidad/panel)	kg		15,5/3	15,5/3	15,5/3	17/3	17/3
PVR	Con panel estándar PLFY-P#VCM-E		1.416 €	1.466 €	1.483 €	1.534 €	1.665 €
	Con panel con receptor Inalámbrico PLFY-P#VCM-E-I		1.425 €	1.475 €	1.492 €	1.543 €	1.674 €

NOTAS: Incluyen Bomba de drenaje (tubería VP-25) | Incorporan filtro de aire (de fibra sintética) | Ventilador Turbo con 3 velocidades B (baja) M (media) y A (alta) | Los datos corresponden a 220V/50Hz

Figura 71. Modelo propuesto para Unidades interiores. Año 2015. Fuente: Catálogo Mitsubishi Electric.

⁹ MITSUBISHI ELECTRIC (2015). [Catálogo Gama CITY MULTI](#)

MODELO		PURY-EP200YLM-A1	
Capacidad Nominal	Refrigeración	kCal/h	20000
	Refrigeración	kW	22,4
	Calefacción	kW	25
Consumo Nominal	Refrigeración	kW	5,48
	Calefacción	kW	6,41
Coeficiente Energético	EER		4,08
	COP		3,9
Coeficiente Energético Estacional ^(*)	SEER (EN14825)		6,52
	SCOP (EN14825)		3,91
Interiores Conectables	Capacidad Total		50 ~ 150% de la capacidad
	Modelo / Cantidad		P15 ~ P250 / 1~20
Alimentación	Fases, V/Hz		3 Fases, 380-400V
Intensidad máxima	A		10,8-10,2-9,9
Diam. Tuberías líquido/gas	mm		15,88/19,05
Long. Máx tubería vert*/total	m		50
Nivel Sonoro	dB(A)		59
Ventilador	Caudal de aire	m ³ /min	185
	Potencia	kW	0,92 x 1
Compresor	Potencia	kW	5,6
	Refrigerante		R-410A / 8,5 kg
Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)	mm		920 x 1.710 x 740
Peso	kg		218
Rango de operación (refr/calef)	°C		-5 Ts a 46 Ts* / -
PVR		12.470 €	

Figura 72. Características modelo propuesto para Unidades exteriores. Año 2015. Fuente: Catálogo Mitsubishi Electric.

Los coeficientes EER y COP son los que determinan la eficiencia energética de los equipos de refrigeración. Cuanto mayores son estos valores mayor es la eficiencia energética de los equipos.

Con la aplicación del Reglamento Delegado 626/2011 de la Comisión europea, relacionado con el etiquetado de los acondicionadores de aire, desde el 1 de enero de 2.013 aparecen unos nuevos coeficientes: Factor de eficiencia energética estacional (SEER) y el Coeficiente de Rendimiento Estacional (SCOP), que sustituirán a los antiguos EER y COP en todos los nuevos equipos introducidos en el mercado, con estos nuevos coeficientes se pretende tener una estimación más realista de la eficiencia energética de estos sistemas.

COP: Coefficient of Performance = Coeficiente de Rendimiento Bomba de Calor= Potencia calorífica/ Potencia eléctrica consumida en calefacción

EER: Energy Efficiency Ratio = Coeficiente de Eficiencia Energética= Potencia frigorífica/ Potencia eléctrica consumida en refrigeración

SCOP: Coeficiente de Rendimiento Estacional (Sustituye al antiguo COP desde 01/01/13)

SEER: Coeficiente de Eficiencia Energética Estacional (Sustituye al antiguo EER desde 01/01/13)

EL modelo de unidad externa escogido para esta propuesta de mejora tiene un SEER de 6,52 y un SCOP de 3,91. Pero para poder hacer la comparación con modelos antiguos tomamos los antiguos coeficientes EER y COP.

A pesar de que en el inventario de instalaciones de climatización proporcionado por la UPV se reflejan las marcas y modelos de las unidades existentes, no ha sido posible localizar las fichas técnicas de los mismos y por consiguiente no se tiene los datos EER y COP.

Aún así hacemos una suposición con estos valores en base a lo indicado en el catálogo⁹ de Mitsubishi sobre los valores de sus productos 10 años antes, según se observa en la figura 73. Suponemos el valor de 2,87 tanto para el EER como para el COP de las unidades exteriores antiguas y lo comparamos con las nuevas en la tabla de la figura 74.

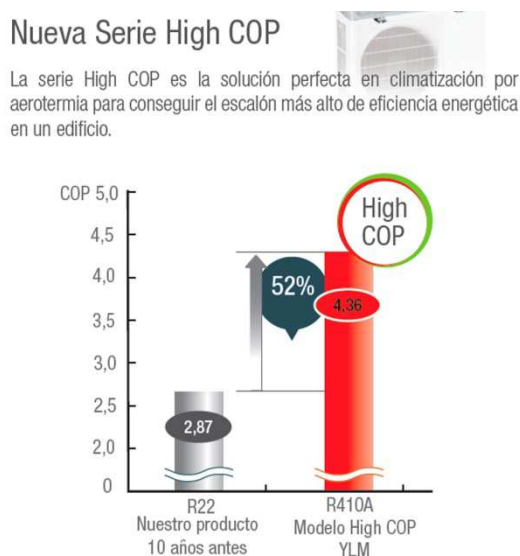


Figura 73. Diferencia de COP en dos productos similares con 10 años de diferencia. Año 2015. Fuente: Catálogo Mitsubishi Electric⁹.

	EER	COP
Unidades exteriores antiguas	2,87	2,87
Unidades exteriores nuevas	4,08	3,9

Figura 74. Comparación de EER y COP con 10 años de diferencia. Año 2015. Fuente: Catálogo Mitsubishi Electric⁹.

Con estos datos y en líneas muy generales ya que no disponemos de los consumos específicos del edificio 1G en sus instalaciones de climatización y refrigeración actuales, suponemos que el ahorro estimado de energía que se podría conseguir con este cambio es de un 40%, al colocar equipos que son un 40-50% más eficientes que los instalados en el edificio hace más de 10 años. Además debemos tener en cuenta también que se reducen en 40 el número de unidades externas, ante la posibilidad de los equipos actuales de suministrar a varios equipos internos autónomos.

³ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (2013). *Inventario de maquinaria del área de climatización perteneciente al Pliego de prescripciones técnicas de mantenimiento de las instalaciones térmicas.*

⁹ MITSUBISHI ELECTRIC (2015). [Catálogo Gama CITY MULTI](#)

Coste

Para calcular el coste de la renovación de la instalación propuesta estimamos que se pueda aplicar un 30 % de descuento a los precios de catálogo (figuras 71 y 72) por la cantidad de equipos comprados. Además se hace una estimación del coste de transporte, mano de obra de colocación de los aparatos y conexionado de los mismos.

DESCRIPCIÓN	UNIDADES NUEVAS	PRECIO UNITARIO	COSTE TOTAL
Equipos interiores autónomos	79	726,67 €	57.406,93 €
Unidades exteriores	40	8.729,00 €	349.160,00 €
Transporte, mano de obra de colocación y conexionado			12.500,00 €
Puesta en marcha			950,00€
TOTAL			420.016,00 €

Figura 75. Coste de sustitución equipos nuevos refrigeración. Año 2015.

Conclusión

Es complicado determinar la amortización de esta propuesta de inversión ya que no disponemos de los datos de consumos de energía eléctrica generados por las instalaciones de frío y calor. Los datos de consumos que se tienen son generales para todo el edificio y no están desglosados por instalaciones. Tampoco se disponen todos los datos de los equipos colocados actualmente que se pretenden sustituir y además se trata de equipos muy diversos de diferentes épocas.

Por ello, como resumen a lo expuesto anteriormente podemos determinar que el coste de esta nueva instalación podría suponer un importe aproximado de 420.016,00 € a amortizar en varios años, suponiendo que anualmente se pueden conseguir una reducción en los consumos energéticos de aproximadamente el 40 % de lo que se consume actualmente.

4.1.3 Propuesta 3: Cambio de las dos calderas de gas natural por calderas de biomasa

Descripción: Situación Actual

Además de los equipos autónomos que generan calor y frío en varias zonas del edificio, la producción de calefacción se realiza también mediante dos calderas instantáneas de gas natural de 350 kW cada una trabajando de forma simultánea en función de la demanda requerida por el edificio. La emisión de calor se realiza mediante radiadores de aluminio.

Según el inventario de instalaciones térmicas de la UPV³ las calderas existentes son de la marca ROCA modelo NTD PR40/24. No se ha encontrado dicho modelo para ver sus características técnicas.

Por lo tanto la potencia nominal instalada es de 700 kW. Si suponemos que la calefacción se utiliza una media de 720 horas al año (4 meses al año, 20 días al mes, 9 horas diarias) y con un rendimiento de las calderas del 70 % entonces se producen 352.800 kWh de energía térmica al año.

Descripción de la propuesta

Propuesta 1: En primer lugar se sugiere la conexión de este edificio a alguna de las centrales de calderas que abastecen el campus de la UPV, ya que se considera que estas centrales dentro del campus son una medida sostenible de generar energía.

Propuesta 2: Se propone la sustitución de las dos calderas a gas natural por dos calderas de biomasa.

Ventajas del uso de la biomasa:

- Es una fuente de energía renovable. Es un recurso energético que utiliza materiales de naturaleza orgánica como combustible.
- Contribuye a la limpieza de los montes y ayuda a evitar incendios ya que los restos de ramas y hojas caídas en el suelo se utilizan como recurso energético.
- Es mucho más barata que otras energías como el gasoil o el gas natural y su precio no sufre tantas fluctuaciones en el mercado.
- Hoy en día la tecnología de estos sistemas ha avanzado en gran medida por lo que existen en el mercado sistemas de alto rendimiento y con las mismas garantías de funcionamiento que las calderas convencionales.

Desventajas del uso de la biomasa:

- Los sistemas de almacenamiento de la biomasa requieren de espacios mayores.
- Aunque hoy en día las calderas se limpian por sí mismas gracias a diferentes dispositivos ya integrados, requieren de un mantenimiento mínimo.

³ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (2013). *Inventario de maquinaria del área de climatización perteneciente al Pliego de prescripciones técnicas de mantenimiento de las instalaciones térmicas.*

Se propone para la sustitución la caldera de biomasa de la marca HERZ BIOMATIC BIOCONTROL 350 KW (suponemos una potencia igual a las calderas existentes).

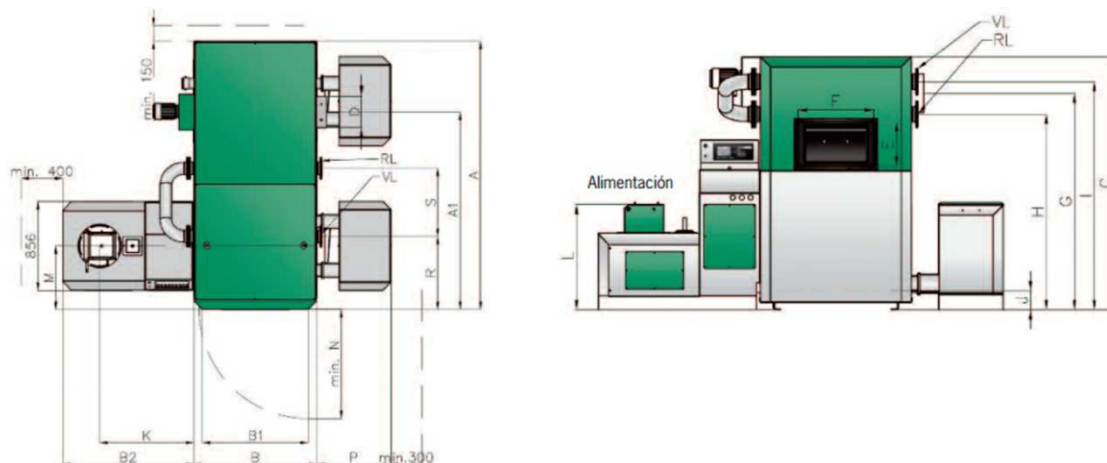


Figura 76. Caldera de biomasa de la marca HERZ BIOMATIC BIOCONTROL 350 KW. Año 2015. Fuente: Catálogo HERZ

Las características técnicas de esta caldera son las que se observan en la figura 77.

BioMatic		220	250	300	350
Gama de potencias (kW)		54-220	54-250	79-300	79-350
Dimensiones (mm)					
A	Longitud	1948	1948	2054	2054
A1	Longitud hasta eje de salida de humos	1516	1516	1635	1635
B	Anchura	1066	1066	1186	1186
B1	Anchura (sin brida)	862	862	986	986
	Anchura (con brida)	1145	1145	1284	1284
B2	Anchura (módulo introductor)	1262	1262	1264	1264
C	Altura	1803	1803	1973	1973
D	Diámetro del tubo de salida de humos	250	250	300	300
E	Altura puerta de cámara de combustión	340	340	300	300
F	Anchura puerta de cámara de combustión	500	500	500	500
G	Eje del tubo de salida de humos	1481	1481	1688	1688
H	Conexión de retorno (DN) / Altura	80/1335	80/1335	100/1523	100/1523
I	Conexión de impulsión (DN) / Altura	80/1588	80/1588	100/1776	100/1776
J	Conexión de llenado/vaciado (") / Altura	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148	3/4" /148
K	Eje del sistema RSE	904	904	906	906
L	Altura del sistema RSE	822	822	822	822
M	Frontal de la caldera hasta eje del RSE	539	539	610	610
N	Distancia necesaria para revisiones	min. 900	min. 900	min. 1050	min. 1050
P	Anchura del contenedor de cenizas	710	710	714	714
R	Distancia al eje de conexión de impulsión	646	646	701	701
S	Distancia horizontal a eje VL-RL	605	605	655	655
Datos técnicos					
Peso de la caldera	kg	2600	2600	2900	2900
Tiro máx./mín. admisible	mbar	0,05/0,10	0,05/0,10	0,05/0,10	0,05/0,10
Presión máxima de trabajo	bar	5	5	5	5
Temperatura máxima de impulsión	°C	90	90	90	90
Contenido de agua	l	500	500	720	720
Conexión eléctrica	V/Hz	3 x 400 / 50 Hz			
Superficie del intercambiador térmico	m ²	11,8	11,8	16	16
Valores de emisiones a plena carga					
Temperatura de los gases de salida	°C	~140	~140	~130	~130
Caudal másico de gases de salida	kg/s	0,150	0,167	0,251	0,292
Concentración de CO ₂	Vol. %	14,0	14,0	11,1	11,1

Figura 77. Características de caldera de biomasa de la marca HERZ BIOMATIC BIOCONTROL 350 KW. Año 2015. Fuente: Catálogo HERZ

Coste

Coste de la caldera

Según la tarifa de precios de TERMOSUN-HERZ el coste de la caldera BIOMATIC de 350 kW es el que se refleja en la figura 78. Si se van a colocar dos calderas el coste de las dos unidades será 154.804,00 €.

COSTE 1 UD DE CALDERA	TARIFA
Caldera Herz Biomatic para pellet 350 KW	56.877,00 €
Ciclón de humos y base de apoyo	7.225,00 €
Base de apoyo antivibraciones	226,00 €
Depósito para cenizas de la combustión con tapa	568,00 €
Depósito para cenizas intercambiador con tapa	656,00 €
Depósito para cenizas ciclón de humos	656,00 €
Sistema de elevación de la temperatura retorno	5.102,00 €
Conexión antivibración conducto de humos	322,00 €
Regulador de tiro para caldera	350,00 €
Dirección de montaje y cableado de la caldera	3.500,00 €
Puesta en marcha de la caldera	970,00 €
Mano de obra y medios auxiliares	950,00€
TOTAL	77.402,00 €

Figura 78. Tarifa caldera de biomasa HERZ BIOMATIC BIOCONTROL 350 KW. Año 2014. Fuente: Tarifa TERMOSUN- HERZ¹¹

Coste de la energía

Calculamos a continuación el coste anual de la energía consumida con las calderas actuales de gas natural y con la propuesta de calderas de biomasa.

	Consumo	Precio	Total anual
Calderas antiguas gas natural 350 kW			17.075,55 €
Término fijo	12 meses	80,97 €/mes	971,64 €
Término variable	352.800 kWh	0,045646 €/kWh	16.103,90 €
Calderas nuevas biomasa 350 kW	72.000 kg	0,22 €/kg pellet	15.840,00 €

Figura 79. Coste de la energía consumida con caldera de gas natural y de biomasa.

En cuanto al precio del kWh consumido de gas natural tomamos como referencia la tarifa de Gas 3.4 de Endesa para consumos mayores a 100.000 kWh/año que en julio de 2015 está fijado en 0,045646 €/kWh y un término fijo de 80,97 €/ mes.

¹¹ TERMOSUN HERZ (2014)- Tarifa de precios. ftp://ftp.cype.net/documentaciontecnica/herz/herz_catalogo.pdf

Los combustibles utilizables para la caldera escogida son pellets de madera y astillas cuyos poderes caloríficos son los siguientes:

- Astilla (30% humedad): 3,500 kWh/kg
- Pellet (DIN plus): 4,900 kWh/kg

Escogemos el pellet como combustible con un poder calorífico de 4,90 kWh/kg con lo cual teniendo en cuenta la energía consumida necesitaríamos 72.000 kg de pellets de madera al año para el funcionamiento de las calderas.

Según la Asociación española de valorización energética de la biomasa¹², el precio medio del pellet en España en el año 2014 al consumidor final incluido IVA, fue de 280,98 €/ tonelada según se puede observar en la tabla de la figura 80.

Por lo que, descontando IVA, consideramos para nuestro cálculo el precio del kg de pellet a 0,22€/kg.

PELLET	Índice Precio Biomasa	2012	2013	2014		2014
				3T	4T	
Saco 15 Kg	Precio medio (€/saco)	4.13	4.24	4.34	4.38	4.35
	c€/kWh			6.08	6.13	
	IPB trimestral			0.2%	0.9%	
Palet	Precio medio (€/ton)	264.61	273.86	271.42	280.57	280.98
	c€/kWh			5.70	5.89	
	IPB trimestral			3.5%	-5.0%	
Granel (volquete)	Precio medio (€/ton)	229.29	243.19	247.00	236.84	247.18
	c€/kWh			5.06	4.85	
	IPB trimestral			6.1%	-1.8%	
Granel (cisterna)	Precio medio (€/ton)	230.79	244.59	254.39	252.11	253.50
	c€/kWh			5.34	5.29	
	IPB trimestral			6.0%	0.6%	

Figura 80. Precio del pellet. Año 2014. Fuente: www.avebiom.org¹²

Conclusión

Se descarta la propuesta nº2 de sustitución de las dos calderas de gas natural por otras dos de biomasa de la misma potencia, debido a que el coste de la sustitución es de 154.804,00 € y el ahorro en el consumo con el cambio de combustible a pellets simplemente supone un ahorro anual de 1.235,55 €. Lo cual se traduce en que el periodo de amortización de estas calderas es **superior a 10 años** lo que no resulta rentable.

¹² ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA BIOMASA. <http://www.avebiom.org/es/>

4.2 Edificio 1N.- Facultad de Bellas Artes

4.2.1 Propuesta 1: Sustitución de iluminación a LED

Descripción: Situación Actual

Según los planos as built del proyecto² de reforma del edificio el número de luminarias, su tipología y su distribución por plantas en el edificio es la que sigue:

Tipo de luminaria	P. Sótano	P.B.	P.1ª	P. 2ª	P. 3ª	P. 4ª	P. 5ª	TOTAL
Pantalla estanca	152	321	111	84	77	20	13	778
Downlight peq.	0	187	144	264	245	262	146	1.248
Downlight grande	0	126	112	0	0	0	0	238
Campanas Indalux	0	1	37	0	0	0	0	38
Apliques	0	6	6	6	6	6	2	32
Downlight exterior	0	8	8	0	0	0	0	16
Empotrada Tubos	0	185	608	377	382	308	102	1.962

Figura 81. Tipo y número de luminarias en Edificio 3N. Fuente: Planos Escala Arquitectos, S.L.P.²

En los planos de este proyecto se especifica el tipo de lámpara y potencia que utilizan las pantallas estancas, las campanas Indalux y las luminarias empotradas, que son las que se indican en el apartado 2.2.2, para el resto de luminarias, dado que no disponemos de datos, se ha hecho el supuesto con un tipo de lámpara y potencia que suele ser el más habitual para ellas.

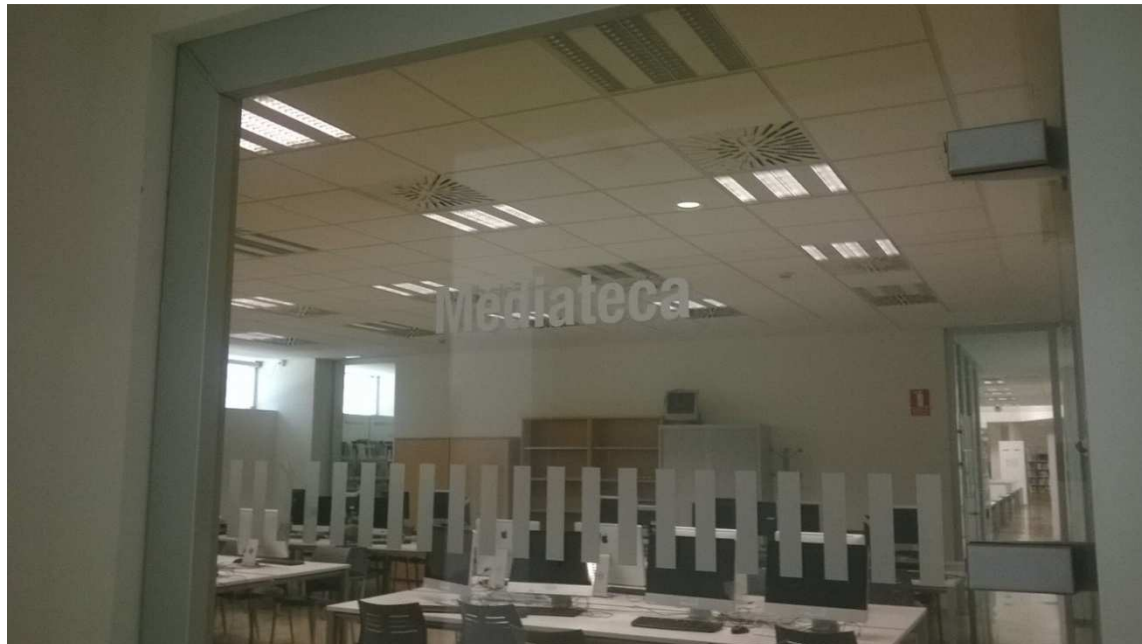


Figura 82. Edificio 3N. Interior de mediateca. Luminarias empotradas en falso techo. 4 tubos fluorescentes de 36 W. Año: 2015 Fuente: Propia

² ESCALA ARQUITECTOS, S.L. (2006). *Memoria y planos del proyecto básico de Aularios y Servicios Centrales para la Facultad de Bellas Artes de la UPV.*

Porcentajes de cada tipo de luminaria y lámpara. Edificio 3N

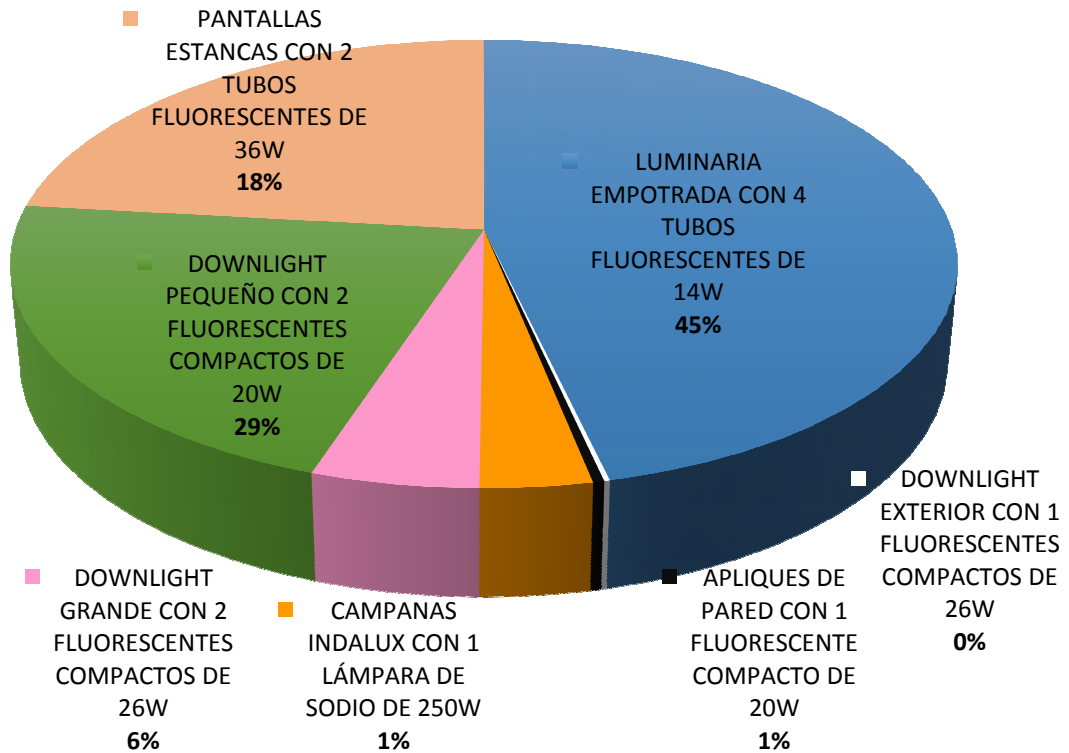


Figura 83. Porcentajes de cada tipo de luminarias y lámparas. Edificio 3N.

En la gráfica de sectores de la figura 83 podemos observar cómo el 45 % de las lámparas del edificio 3N son luminarias con fluorescentes de 14 W. Le siguen en segundo lugar, con un porcentaje de un 29 % los downlight con fluorescentes compactos de 20 W. El tercer tipo de luminaria mayoritario son las pantallas estancas con fluorescentes de 36 W. El resto de luminarias presentan porcentajes menores en relación a las ya mencionadas.

Por ello podemos concluir que el 63 % de la iluminación del edificio se resuelve con **tubos fluorescentes**. Este es un tipo de iluminación muy habitual en las aulas, laboratorios y talleres de centros docentes, así como en edificios públicos y oficinas. Teniendo en cuenta que el año de construcción de este edificio fue el 2007, es muy probable que estos tubos se colocasen con balastos electromagnéticos, no tenemos que olvidar que el tubo fluorescente convencional no funciona sin su cebador y reactancia. Aunque durante años este tipo de iluminación se consideraba de las más eficientes del mercado y de bajo consumo, actualmente existen otras opciones más respetuosas con el medioambiente, que proporcionan una iluminación de más calidad y un notable ahorro energético.

En la tabla de la figura 84 se calcula la potencia nominal total (W) del conjunto de lámparas existentes en el edificio. Esta potencia asciende a 285.972 W.

A tener en cuenta que para sacar estos datos se ha realizado un recuento sobre los planos² de alumbrado del edificio, en una auditoría energética deberíamos comprobar in situ las potencias y tipos de lámparas realmente colocados en el mismo, ya que han podido sufrir variaciones con el paso de los años y con las labores de mantenimiento.

En el caso de los tubos fluorescentes y lámparas fluorescentes compactas, no solo se tiene en cuenta la potencia de la lámpara sino también la que genera el balasto electromagnético ya que estos elementos a medida que van envejeciendo aumentan considerablemente los consumos del fluorescente. Se estima que este elemento genera una potencia de un 20 % sobre la potencia de la lámpara, aunque este dato puede variar en función de diversos factores.

TIPO DE LUMINARIA	TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA (W)	POTENCIA BALASTO (W)	POTENCIA LÁMPARA +BALASTO (W)	Nº LUMINARIAS	Nº LÁMPARAS POR LUMINARIA	POTENCIA TOTAL (W)
PANTALLA ESTANCA	TUBO FLUORESCENTE T8	36	7	43	778	2	66.908
DOWNLIGHT PEQUEÑO	FLUORESCENTE COMPACTO	20	4	31	1.248	2	59.904
DOWNLIGHT GRANDE	FLUORESCENTE COMPACTO	26	5	24	238	2	14.756
CAMPANAS INDALUX	VAPOR DE SODIO	250	0	250	38	1	9.500
APLIQUES PARED	FLUORESCENTE COMPACTO	26	5	24	32	1	992
DOWNLIGHT EXTERIOR	FLUORESCENTE COMPACTO	26	5	24	16	1	496
LUMINARIA EMPOTRADA	TUBO FLUORESCENTE T5	14	3	17	1.962	4	133.416
POTENCIA TOTAL (W)							285.972

Figura 84. Tipo y potencias de las lámparas del Edificio 3N.

² ESCALA ARQUITECTOS, S.L. (2006). *Memoria y planos del proyecto básico de Aularios y Servicios Centrales para la Facultad de Bellas Artes de la UPV.*

Por otro lado en la tabla 85 se hacen unos supuestos en cuanto a las horas de funcionamiento de las lámparas. Los tubos fluorescentes del 14 W se ubican en aulas, despachos y laboratorios por lo que se les estima una media de encendido diaria de 6 horas. Los apliques de pared se ubican en escaleras, también se estima una media de encendido de 6 horas diarias. Las campanas Indalux están ubicadas en la biblioteca y en el pasillo norte de planta primera, por ellos se les estima un tiempo de encendido diario de 10 horas. Los downlight pequeños están predominantemente en pasillos, cafetería, y se estima un periodo de 3 horas encendidos al día. Las pantallas estancas están ubicadas en el sótano, talleres de planta baja este, cocina de cafetería, almacenes y en algún aula y laboratorio por ellos se les ha estimado una media diaria de 2 horas encendidos. A los downlight grandes que están ubicados en pasillos y zonas comunes del módulo central, se les ha estimado una duración diaria del encendido de 4 horas y a los ubicados en el exterior 8 horas.

En un principio consideramos todas las lámparas de cada estancia en funcionamiento, aunque es probable que haya algunas que permanezcan apagadas, por eficiencia o por falta de mantenimiento.

Para el cálculo de energía consumida anual no se han tenido en cuenta los 53 domingos que tiene el año 2014.

TIPO DE LUMINARIA	TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS USO (h)	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) DIARIA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL
PANTALLA ESTANCA	TUBO FLUORESCENTE T8	66.908	2	133,82	41.750,59
DOWNLIGHT PEQUEÑO	FLUORESCENTE COMPACTO	59.904	3	179,71	56.070,14
DOWNLIGHT GRANDE	FLUORESCENTE COMPACTO	14.756	4	59,02	18.415,49
CAMPANAS INDALUX	VAPOR DE SODIO	9.500	10	95,00	29.640,00
APLIQUES PARED	FLUORESCENTE COMPACTO	992	6	5,95	1.857,02
DOWNLIGHT EXTERIOR	FLUORESCENTE COMPACTO	496	8	3,97	1.238,02
LUMINARIA EMPOTRADA	TUBO FLUORESCENTE T5	133.416	6	800,50	249.754,75
TOTALES		285.972		1.277,97	398.726,02

Figura 85. Energía consumida (kWh) diaria y anual teórica del Edificio 3N. Situación actual.

Con todos estos datos obtenemos que la energía consumida anual, calculada de forma teórica, por la iluminación del edificio 3N sería una cifra aproximada a 398.726,02 kWh.

Descripción de la propuesta

Se propone la sustitución de las lámparas o luminarias completas de este edificio a otras de tecnología LED. Las ventajas de los LED son las siguientes:


- Los LED suelen presentar ahorros energéticos de un 80 % aproximadamente frente a otros sistemas de iluminación convencional y un 25 % frente a iluminación de bajo consumo.
- Tienen una vida útil mucho más larga (50.000h de un tubo LED frente a las 10.000 h que dura un tubo fluorescente)
- El encendido y apagado es instantáneo y no disminuye su vida útil.
- Mayor calidad de la luz con colores más puros, más nítidos y más vivos.
- Prácticamente no necesitan mantenimiento y son más resistentes.
- No generan calor.
- Son respetuosos con el medio ambiente y con la salud humana ya que no utilizan ningún gas para encenderse. Los tubos fluorescentes convencionales y las lámparas de bajo consumo están fabricados con compuestos del mercurio, producto químico altamente peligroso y contaminante.

Es importante a la hora de hacer estas sustituciones que no se pierda luminosidad en las estancias. Por ello se recomienda realizar un estudio lumínico antes de realizar los cambios.

Los cambios propuestos son los siguientes:

Cambio 1.- Tubos fluorescentes T8 de 36 W por tubos LED de 20 W

Se propone la sustitución de tubos fluorescentes T8 de 36 W por tubos LED de 20 W. Se escoge el modelo VALUE 1200 mm HO de la marca PHILIPS (figura 86) con un flujo luminoso de 2100 lm, apertura de haz de 150º y 4000ºK de temperatura de color.



Descripción de producto	LED	Tradicional	Casquillo Rotatorio	Flujo luminoso	Funcionamiento	Apertura de haz	IRC	Temperatura de color	EOC 1 pcs (C)*	PVPR	
MASTER LEDtube Value	W	W		lm				K	8718291	8718696	€
Value 600mm ROT HO	10	18	No	1000	EM y 230 V	150	83	3000	42204500	24,99	
Value 600mm ROT HO	10	18	No	1050	EM y 230 V	150	83	4000	42206900	24,99	
Value 600mm ROT HO	10	18	No	1050	EM y 230 V	150	83	6500	42208300	24,99	
GA110 900mm	15	30	No	1250	EM y 230 V	140	85	4000	23880500	26,99	
GA110 900mm	15	30	No	1250	EM y 230 V	140	85	6500	23882900	26,99	
Value 1200mm ROT	14.5	36	SI	1600	EM y 230 V	150	83	4000	79308300	33,99	
Value 1200mm ROT	14.5	36	SI	1600	EM y 230 V	150	83	6500	79310600	33,99	
Value 1200mm HO	20	36	No	1900	EM y 230 V	150	83	3000	42198700	33,99	
Value 1200mm HO	20	36	No	2100	EM y 230 V	150	83	4000	42200700	33,99	
Value 1200mm HO	20	36	No	2100	EM y 230 V	150	83	6500	42202100	33,99	
Value 1500mm	20	58	No	2000	EM y 230 V	150	83	4000	73451200	41,99	
Value 1500mm	20	58	No	2000	EM y 230 V	150	83	6500	73453600	41,99	
Value 1500mm ROT HO	23	58	SI	2900	EM y 230 V	150	83	3000	78956700	42,99	
Value 1500mm ROT HO	23	58	SI	3100	EM y 230 V	150	83	4000	78958100	42,99	
Value 1500mm ROT HO	23	58	SI	3100	EM y 230 V	150	83	6500	78960400	42,99	

HO = Alto flujo

Figura 86. Catálogo de lámparas y luminarias LED Philips. Enero 2015

Cambio 2.- Tubos fluorescentes T5 de 14 W por tubos LED de 10 W

Se propone la sustitución de tubos fluorescentes T5 de 14 W por tubos LED de 10 W. Se escoge el modelo VALUE 600 mm ROT HO de la marca PHILIPS (figura 86) con un flujo luminoso de 1050 lm, apertura de haz de 150° y 4000°K de temperatura de color.

Cambio 3.- Campana Indalux 250 W por Campana Philips de 100 W

Se propone la sustitución de la luminaria de campana completa de 250 W existentes en biblioteca y pasillo norte por el modelo de campana Coreline BY120P G2 LED105S/840 PSU WB GR de la marca PHILIPS de 100 W, tiene un flujo de 10.500 lúmenes, una temperatura de color de 4000 °K y un índice de reproducción cromática mayor de 80.

CoreLine Campana

Características:

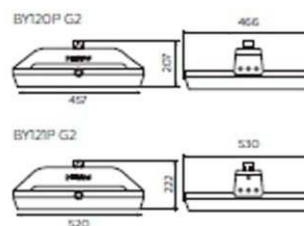
- Campana industrial con tecnología LED
- Disponible en dos versiones:
 - o BY120P equivalente a HPI-P 250W
 - o BY121P equivalente a HPI-P400W
- Temperaturas de color: 4000K
- Buen índice de reproducción cromática Ra>80
- Disponible versión BY121P regulable (PSR) consultar código

Ventajas/aplicaciones:

- Sustitución directa de alumbrado convencional
- Ahorros energéticos de hasta 50%
- Consumo reducido entre 100W y 198W
- Fácil instalación y mantenimiento



100-198 W



Descripción de producto	Consumo	Flujo	Eficacia Unidad	IRC	CCT	EOC	PVR
CoreLine Campana	W	lm	lm/W			8718291	€
BY120P G2 LED105S/840 PSU WB GR	100	10500	105	≥80	4000	29605000	390,00
BY121P G2 LED205S/840 PSU WB GR	198	20500	105	≥80	4000	29606700	540,00
BY120Z G2 MB (soporte montaje- lira)						29607499	25,00
BY121Z G2 MB (soporte montaje- lira)						29608199	35,00

Figura 87. Catálogo⁷ de lámparas y luminarias LED Philips. Enero 2015

⁷ PHILIPS (2015). [Catálogo Luminarias LED PHILIPS](#)

En la figura 88, en la que se marcan en color naranja los cambios de lámpara o luminaria mencionados, se calcula el nuevo consumo diario y anual en función de las nuevas potencias.

TIPO DE LUMINARIA	TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS USO (Hh)	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) DIARIA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL
PANTALLA ESTANCA	TUBO LED 20W	31.120	2	62,24	19.418,88
DOWNLIGHT PEQUEÑO	FLUORESCENTE COMPACTO	59.904	3	179,71	56.070,14
DOWNLIGHT GRANDE	FLUORESCENTE COMPACTO	14.756	4	59,02	18.415,49
CAMPANAS INDALUX	LED 100W	3.800	10	38,00	11.856,00
APLIQUES PARED	FLUORESCENTE COMPACTO	992	6	5,95	1.857,02
DOWNLIGHT EXTERIOR	FLUORESCENTE COMPACTO	496	8	3,97	1.238,02
LUMINARIA EMPOTRADA	TUBO LED 10W	78.480	6	470,88	146.914,56
TOTALES		189.598		819,78	255.770,11

Figura 88. Energía consumida (kWh) diaria y anual teórica del Edificio 3N. Propuesta de sustitución.

Tal y como se aprecia en el cuadro comparativo y en la gráfica de las figuras 89 y 90, con los tres cambios mencionados la energía consumida por las luminarias se reduce un 35%. Pasando el total de energía consumida anual de 398.726,02 kWh a 255.770,11 kWh. La energía consumida diaria pasaría de 1.277,97 kWh a 819,78 kWh, es decir una reducción de un 36 %.

LÁMPARAS EXISTENTES	LÁMPARAS PROPUESTAS	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) DIARIA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) DIARIA NUEVA	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) ANUAL NUEVA
TUBO FLUORESCENTE T8 36 W	TUBO LED 20 W	133,82	41.750,59	62,24	19.418,88
FLUORESCENTE COMPACTO 20 W	FLUORESCENTE COMPACTO 20 W	179,71	56.070,14	179,71	56.070,14
FLUORESCENTE COMPACTO 26 W	FLUORESCENTE COMPACTO 26 W	59,02	18.415,49	59,02	18.415,49
VAPOR DE SODIO 250 W	LED 100 W	95,00	29.640,00	38,00	11.856,00
FLUORESCENTE COMPACTO 26 W	FLUORESCENTE COMPACTO 26 W	5,95	1.857,02	5,95	1.857,02
FLUORESCENTE COMPACTO 26 W	FLUORESCENTE COMPACTO 26 W	3,97	1.238,02	3,97	1.238,02
TUBO FLUORESCENTE T5 14 W	TUBO LED 10 W	800,50	249.754,75	470,88	146.914,56
TOTALES		1.277,97	398.726,02	819,78	255.770,11

Figura 89. Comparativo Energía consumida (kWh). Antes y después del cambio. Edificio 3N.

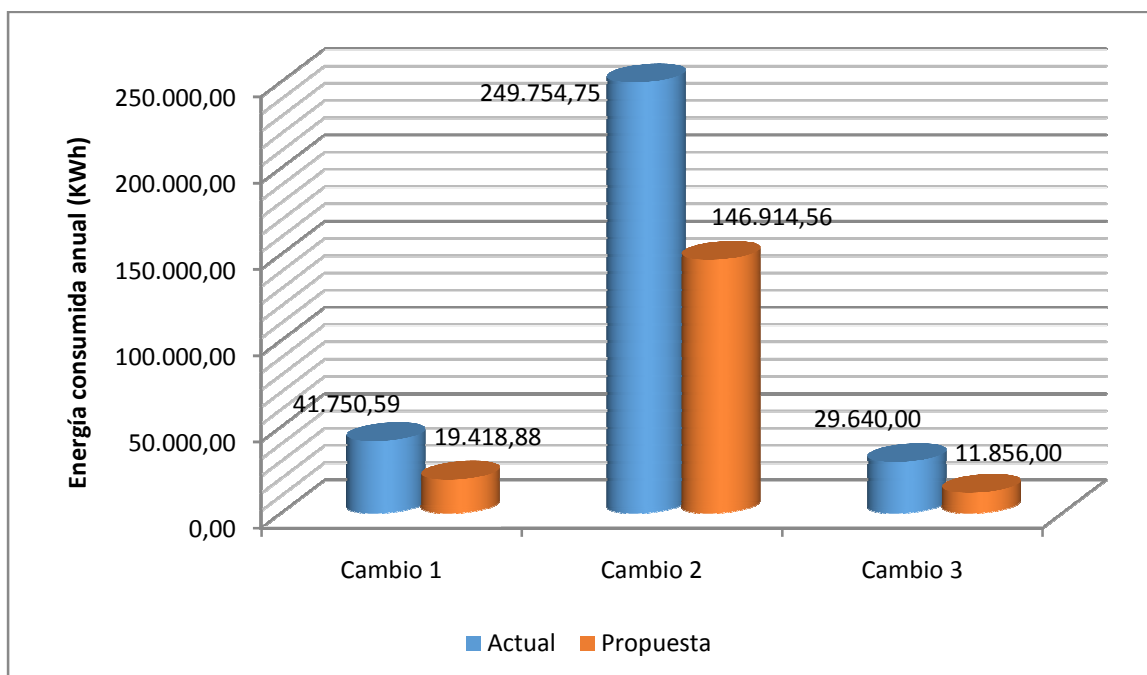


Figura 90. Gráfico Energía consumida (kWh). Antes y después del cambio. Edificio 3N.

Coste

Según un estudio de la asociación de consumidores Facua⁸ realizado con datos de septiembre de 2013 a enero de 2014, el precio medio del kWh en el mercado libre en España es de 0,139141 €, por lo que adoptaremos este precio para calcular los costes de la energía consumida.

Haciendo un sencillo cálculo, los costes de la energía consumida del edificio 3N antes y después de la sustitución por iluminación LED son los siguientes:

Situación actual: 398.726,02 € x 0,139141 € = 55.479,14 €

Propuesta LED: 255.770,11 € x 0,139141 € = 35.588,11 €

Esto supone un ahorro anual en la factura eléctrica, sin tener en cuenta impuestos y quizás una reducción de la potencia contratada, de 19.891,03 €

Cambio 1.- Tubos fluorescentes T8 de 36 W por tubos LED de 20 W

El coste del modelo de la marca Philips, propuesto en el apartado anterior, según el catálogo⁷ adjuntado es de 34 €/unidad. Le aplicamos a este precio un 30 % de descuento sobre la tarifa de catálogo ya que el número de lámparas que se comprarán serán importantes, con esto el precio por tubo LED de 20 W se queda en 23,8 €. Además suponemos un coste de mano de obra por anular el cebador y reactancia existentes en cada luminaria y su colocación de 4 €.

Con todo esto el coste por cada de cambio de tubo es de 27,8 €.

Cambio 2.- Tubos fluorescentes T5 de 14 W por tubos LED de 10 W

El coste del modelo de la marca Philips, propuesto en el apartado anterior, según el catálogo⁷ adjuntado es de 25 €/unidad. Le aplicamos a este precio un 30 % de descuento sobre la tarifa de catálogo ya que el número de lámparas que se comprarán serán importantes, con esto el precio por tubo LED de 10 W se queda en 17,5 €. Además suponemos un coste de mano de obra por anular el cebador y reactancia existentes en cada luminaria y su colocación de 5 €.

Con todo esto el coste por cada de cambio de tubo es de 18,75 €.

Cambio 3.- Campana Indalux 250 W por Campana Philips de 100 W

El coste del modelo de la marca Philips, propuesto en el apartado anterior, según el catálogo⁷ adjuntado es de 390 €/unidad. Le aplicamos a este precio un 30 % de descuento sobre la tarifa de catálogo ya que el número de luminarias que se comprarán serán importantes, con esto el precio por Campana de 100 W se queda en 273 €. Además suponemos un coste de mano de obra por su colocación de 5 €.

Con todo esto el coste por cada de cambio de luminaria completa es de 278€.

⁷ PHILIPS (2015). [Catálogo Luminarias LED PHILIPS](#)

⁸ FACUA, CONSUMIDORES EN ACCIÓN (2014). [Estudio comparativo sobre el suministro eléctrico](#)

TIPO DE LUMINARIA	PROPUESTA LÁMPARA DE SUSTITUCIÓN	CANTIDAD	Nº LÁMPARAS POR LUMINARIA	COSTE INVERSIÓN UNITARIO (€)	COSTE INVERSIÓN TOTAL (€)
PANTALLA ESTANCA	TUBO LED 20 W	778	2	27,80	43.256,80
CAMPANAS INDALUX	LED 100 W	38	1	278,00	10.564,00
LUMINARIA EMPOTRADA	TUBO LED 10 W	1962	4	18,75	147.150,00
TOTALES				1.277,97	200.970,80

Figura 91. Inversión a realizar (€) para cambiar a LED. Edificio 3N.

Según los datos explicados hasta ahora de los cambios que se pretenden realizar y según el resumen de la figura 91, la inversión necesaria para realizar los tres cambios propuestos de lámparas y luminarias a tecnología LED es de 200.970,80 €.

Conclusión

AÑO	COSTE ENERGÍA ANUAL ACTUAL (€)	INVERSIÓN (€)	COSTE ENERGÍA ANUAL DESPUÉS SUSTITUCIÓN (€)	AMORTIZACIÓN (€)
1	55.479,14	200.970,80	35.588,11	181.079,77
2	57.975,70		37.189,57	160.293,65
3	60.584,60		38.863,10	138.572,15
4	63.310,91		40.611,94	115.873,13
5	66.159,90		42.439,48	92.152,76
6	69.137,10		44.349,26	67.364,92
7	72.248,27		46.344,98	41.461,63
8	75.499,44		48.430,50	14.392,69
9	78.896,91		50.609,87	-13.894,35

Figura 92. Amortización de la inversión. Edificio 3N.

En la tabla de la figura 92 se ha supuesto un aumento del coste de la energía consumida de un 4,5 % anual. Por ello, según los datos anuales que vemos en la figura serían necesarios algo más de **8 años** para amortizar la inversión inicial realizada de 200.970,80 €. A partir del noveno año se ahorrarán más de 19.891 € anuales (en función de cómo evolucione el precio de la energía consumida).

Hay que tener en cuenta también el ahorro en mantenimiento que supone el cambio a LED, ya que los cebadores de los tubos fluorescentes convencionales son un elemento que se suele estropear bastante y que los tubos LED no lo tienen. Además la vida útil de los LED es más larga.

También es necesario considerar que para este cálculo hemos supuesto una potencia de la reactancia de un 20 % de la potencia del fluorescente pero este dato en función de la antigüedad de los mismos puede llegar a ser incluso del 100 %. Con lo cual al cambiar estos elementos antiguos la amortización sería menor debido a una mayor energía consumida y por lo tanto un mayor coste año tras año.

Si no se quiere realizar la inversión de forma conjunta se puede plantear un cambio de lámpara o luminarias de forma gradual coincidiendo con las reposiciones de tubos fluorescentes fundidos.

4.2.2 Propuesta 2: Cambio a carpintería con RPT y vidrios bajo emisivos

Descripción: Situación Actual

En el edificio 3N nos encontramos con dos tipologías de carpinterías:

Tipo 1.- La primera tipología es de marco metálico sin rotura de puente térmico y con doble acristalamiento tipo CLIMALIT. Hay ventanas fijas, correderas y abatibles. Esta carpintería se encuentra retranqueada unos 20 cm con respecto a la línea de fachada. El marco metálico representa un 15% de conjunto de la ventana, es de color gris claro y tiene una absorptividad a la radiación solar de 0,4. Su transmitancia térmica (U) es de $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ y por lo tanto su resistencia térmica (R_T) de $0,175 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. En las fachadas este y oeste la carpintería presenta unas lamas horizontales en su parte superior. La transmitancia térmica (U) del vidrio es de $3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ y por lo tanto su resistencia térmica (R_T) de $0,30 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

Tipo 2.- El segundo tipo de carpintería son muros cortina, en las zonas de grandes acristalamientos, del tipo MC PLUS TRAMA HORIZONTAL de TECHNAL, con juntas EPDM para evitar permeabilidad al viento y agua.

Las puertas exteriores están acristaladas con vidrio tipo Stadip 6 + 6mm.

El edificio 3N tiene 6.469 m^2 de superficie de carpintería exterior sin rotura de puente térmico, incluyendo el vidrio. Este hecho contribuye a la transmisión de energía (frío o calor) entre el interior y el exterior del edificio provocando pérdidas de energía y por lo tanto una mayor demanda energética.

Descripción de la propuesta

Dada la elevada transmitancia térmica que tenemos en el hueco de ventana, nos planteamos la posibilidad de sustituir esta carpintería por otra con rotura de puente térmico mucho más eficiente y con una menor transmitancia que favorezca el aislamiento del interior del edificio y disminuir así la demanda energética. Además también nos planteamos la sustitución del vidrio existente con una transmitancia térmica de $3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ por un doble acristalamiento 4-16-4 con vidrio bajo emisivo con una transmitancia térmica de $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Dado lo costoso del cambio de ventanas, se propone la sustitución de las mismas por módulos y por fases:

Módulo norte.- $3413,94 \text{ m}^2$

Módulo este.- $1269,00 \text{ m}^2$

Módulo sur.- $520,60 \text{ m}^2$

Módulo este.- $1265,46 \text{ m}^2$

Coste

Estimamos un coste aproximado para el m² de Carpintería de aluminio en ventana ejecutada con perfiles aluminio anodizado con rotura de puente térmico, de dimensiones iguales a las existentes, formada por marco de perfiles de 1,6 ±0,05 mm de espesor y 80 micras de lacado mínimo, con ancho del marco de 52 mm y transmitancia térmica de 5,7 W/m²K, con las siguientes clasificaciones: clase C5, según ensayo de resistencia al viento (UNE-EN 12211), clase 9A, según ensayo de estanqueidad al agua (UNE-EN 1027), clase 4, según ensayo de permeabilidad al aire (UNE-EN 1026) y; con valor de aislamiento acústico a ruido aéreo de 36 dB (UNE-EN ISO 140-3); con doble acristalamiento formado por dos vidrios monolíticos incoloros bajo emisivos con cámara de aire, de espesor total 4-16-4 mm, con transmitancia térmica de 1,4 W/m²K (según fabricante), incluso precerco de aluminio, tapajuntas, herrajes del propio sistema, tornillos en acero inoxidable, silicona básica de sellado perimetral color a tono con la carpintería, escuadras, juntas de EPDM, imprimación con líquido sellador en cortes y taladros, manillas y demás accesorios, recibido del precerco, montaje, ajuste, aplomado, nivelado, colocación y ayudas de albañilería, según C.T.E. DB HE-1. Incluso p.p. de elementos de seguridad y medios auxiliares350 €/m²

Zona norte.- 3413,94 m² X 350 €/ m² =1.194.550,00 €

Zona este.- 1269,00 m² X 350 €/ m² = 444.150,00 €

Zona sur.- 520,60 m² X 350 €/ m² = 182.210,00 €

Zona este.- 1265,46 m² X 350 €/ m² = 442.911,00 €

TOTAL = 2.263.821,00 €

Conclusión

Teniendo en cuenta lo cuantioso de la inversión, planteamos en el programa Ce3X la sustitución por zonas pero curiosamente en los resultados del programa Ce3X se aprecia muy poca mejora con el cambio de carpinterías y vidrios, tanto para zonas aisladas como para la sustitución de toda la carpintería en conjunto.

Adjuntamos el ejemplo de cambiar las zonas este y oeste juntas y la calificación energética del edificio se sigue manteniendo en la **letra D**.

La demanda de calefacción se mantiene también en la letra F y la demanda de refrigeración sube una letra a la C pasando de 29,53 Kg CO₂/m² anual emitidos a 23,12 Kg CO₂/m² anual. Ver figura 93.

Aún así, sin tener en cuenta este programa, se considera que en la realidad este cambio de carpintería sí que puede resultar realmente una mejora del rendimiento del conjunto y la demanda de calefacción y refrigeración se verían considerablemente reducidas.

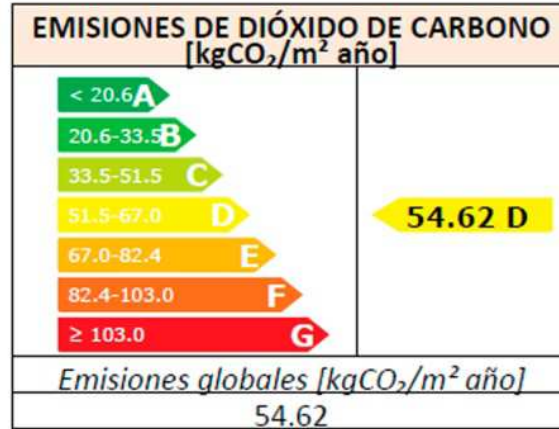


Figura 93. Calificación energética con cambio de ventanas en zonas este y oeste. Edificio 3N.

Capítulo 5.

Conclusiones

Se han estudiado desde el punto de vista energético los edificios 1G y 3N pertenecientes al campus de la UPV obteniendo las siguientes conclusiones:

Comparación entre ambos edificios

A pesar de que ambos edificios tiene una diferencia de 18 años de antigüedad, la normativa de acondicionamiento térmico de aplicación para ambos fue el NBE CT 79. El edificio 1G data del año 1989, aunque se le realizó alguna reforma en el año 2005, mientras que el 3N data del año 2007.

El edificio 1G obtiene una calificación energética con la letra C, mientras que el edificio 3N obtiene la letra D. Consideramos que esto es debido al hecho de que toda la carpintería del edificio 3N no dispone de RPT lo cual puede penalizar su calificación, y por otro lado el edificio 1G tiene carpintería de PVC, doble acristalamiento, lamas verticales de control solar, además de aislamiento en todo el edificio salvo en el lucernario, lo cual son puntos positivos que le califican más alto.

En cuanto a la energía consumida del edificio 1G, los meses con las potencias máximas demandadas más altas son septiembre, octubre, enero, febrero y marzo. Los dos primeros, deducimos que son dos meses en los que comienza la actividad de los edificios docentes y es necesario el uso de los aparatos de refrigeración. El resto son los tres meses correspondientes al invierno y los equipos de calefacción se ponen uso. En el caso del edificio 3N, son estos tres últimos meses, enero, febrero y marzo los que más consumo tienen. Entendemos que lo que más se usa en este edificio es el sistema de climatización y los fancoils con aire caliente.

Resulta sorprendente la comparación de los datos de la tabla de la figura 52 en el apartado 3.1 ya que siendo el edificio 3N mucho más grande que el 1G (más del doble) la energía que consume es menos de la mitad. Con este resultado los ratios de energía consumida por superficie útil, por volumen y por usuario son muy diversos siendo mucho mayores los del edificio 1G. Se nos presentan dudas sobre si los valores de consumos del edificio 3N están completos.

- El total de energía consumida en todo el año 2014 en la ETS de Ingeniería Informática es de 705.498 kWh* (*a falta de los 58 días sin contabilizar mencionados en el primer punto del apartado 2.1.3). Esta energía consumida equivale a unas emisiones de 262.445,25 kg CO₂.

- El total de energía consumida en todo el año 2014 en la Facultad de Bellas Artes es de 209.286 kWh* (*a falta de los 8 días y medio sin contabilizar mencionados en el primer párrafo del apartado 2.2.3). Esta energía consumida equivale a unas emisiones de 77.854,39 kg CO₂.

Edificio 1G

La propuesta de mejora nº 1 para el edificio 1G, consistente en la sustitución de tubos fluorescentes convencionales a tubo LED, es muy recomendable ya que según los datos obtenidos serían necesarios poco más de 3 años para amortizar la inversión inicial realizada de 40.606,80 €. A partir del cuarto año se ahorrarían más de 9.568,70 € anuales (según evolucione el precio de la energía consumida).

En cuanto a la propuesta de mejora nº 2, consistente en la sustitución del 66% de los equipos existentes de refrigeración en el edificio muy poco eficientes debido a su antigüedad, se considera bastante recomendable. En líneas muy generales, ya que no disponemos de los consumos específicos del edificio 1G desglosados por instalaciones, suponemos que el ahorro estimado de energía que se podría conseguir con este cambio es de un 40%, al colocar equipos que son un 40-50% más eficientes que los instalados en el edificio hace más de 10 años. Además debemos tener en cuenta también que se reducen en 40 el número de unidades externas, ante la posibilidad de los equipos actuales de suministrar a varios equipos internos autónomos.

La propuesta de mejora nº 3 consiste en la sustitución de las dos calderas de gas natural de 350 kW ubicadas en el edificio 1G por otras dos calderas de igual potencia pero cuyo combustible es la biomasa. A pesar de que habitualmente los pellets como combustible son más rentables que el gas natural, en este caso no resulta para nada viable ya que el coste de la inversión es de 154.804 €, lo que supondría que el periodo de amortización en este caso es muy superior a los 10 años.

Edificio 3N

Se considera que la propuesta de mejora nº 1 consistente en la sustitución de lámparas y luminarias a tecnología LED es viable y se recomienda su realización. El periodo de amortización son 8 años aproximadamente, teniendo en cuenta que la vida útil de un tubo LED, según varios de los fabricantes, puede rondar las 50.000 horas y que suponemos unas 2.160 horas de encendido anuales, todavía quedarían varios años (unos 15 aproximadamente) de uso del LED en los que se produciría un ahorro económico de 19.891 € anuales.

En cuanto a la propuesta de mejora nº 2, consistente en la sustitución de carpintería metálica sin RPT por otra con RPT, si nos atenemos a los resultados del programa Ce3X casi no se produce variación en las demandas de calefacción y refrigeración. Ponemos seriamente en duda este dato, por lo que se teniendo en cuenta lo costoso de la inversión se propone ir realizando una sustitución progresiva de carpinterías y vidrios. A tener en cuenta que las ventanas correderas son poco herméticas, por lo que se sugiere estudiar la posibilidad de cambiar el tipo de apertura y realizar sustituciones de las mismas ya que los ahorros serán mayores.

En conclusión, se pueden hacer muchas cosas para mejorar la eficiencia energética de un edificio pero para llegar a ellas es necesario documentar, analizar y controlar cada uno de los aspectos de un inmueble que nos permitan entender sus puntos débiles para después mejorarlos.

Referencias Bibliográficas

- 1.- SANTATECLA ARQUITECTOS, S.L. (2004). *Planos del proyecto de reforma de la ETS de Ingeniería Informática de la UPV.*
- 2.- ESCALA ARQUITECTOS, S.L. (2006). *Memoria y planos del proyecto básico de Aularios y Servicios Centrales para la Facultad de Bellas Artes de la UPV.*
- 3.- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (2013). *Inventario de maquinaria del área de climatización perteneciente al Pliego de prescripciones técnicas de mantenimiento de las instalaciones térmicas.*
- 4.- MINISTERIO DE ENERGÍA, INDUSTRIA Y TURISMO (2014). *Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España.- Propuesta de documento reconocido. Versión 03/03/2014.* http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/propuestas/Documents/2014_03_03_Factores_de_emision_CO2_y_Factores_de_paso_Efinal_Eprimaria_V.pdf
- 5.- MINISTERIO DE FOMENTO (2014). *Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Ahorro de Energía. CTE- DB HE.* <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DccHE.pdf>
- 6.- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (2010/2011). *Memoria del curso académico 2010/2011.* <https://www.upv.es/entidades/SG/infoweb/sg/info/U0590160.pdf>
- 7.- PHILIPS (2015). *Catálogo Luminarias LED PHILIPS.* http://www.lighting.philips.es/connect/assets/Philips_catalogo_iluminacion_LED_2015.pdf
- 8.- FACUA, CONSUMIDORES EN ACCIÓN (2014). *Estudio comparativo sobre el suministro eléctrico.* http://facua.org/es/documentos/estudio_electricidad_europa_es.pdf
- 9.- MITSUBISHI ELECTRIC (2015). *Catálogo Gama CITY MULTI.* [file:///C:/Users/Ana/Downloads/-repositorio-Catalogo%20Recuperaci%C3%B3n%20Calor%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Ana/Downloads/-repositorio-Catalogo%20Recuperaci%C3%B3n%20Calor%20(1).pdf)
- 10.- TERMOSUN HERZ (2015). *Catálogo calderas BIOMATIC.* <http://www.termosun.com/?menu=producto&id=5>
- 11.- TERMOSUN HERZ (2014)- Tarifa de precios. ftp://ftp.cype.net/documentaciontecnica/herz/herz_catalogo.pdf
- 12.- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA BIOMASA. <http://www.avebiom.org/es/>

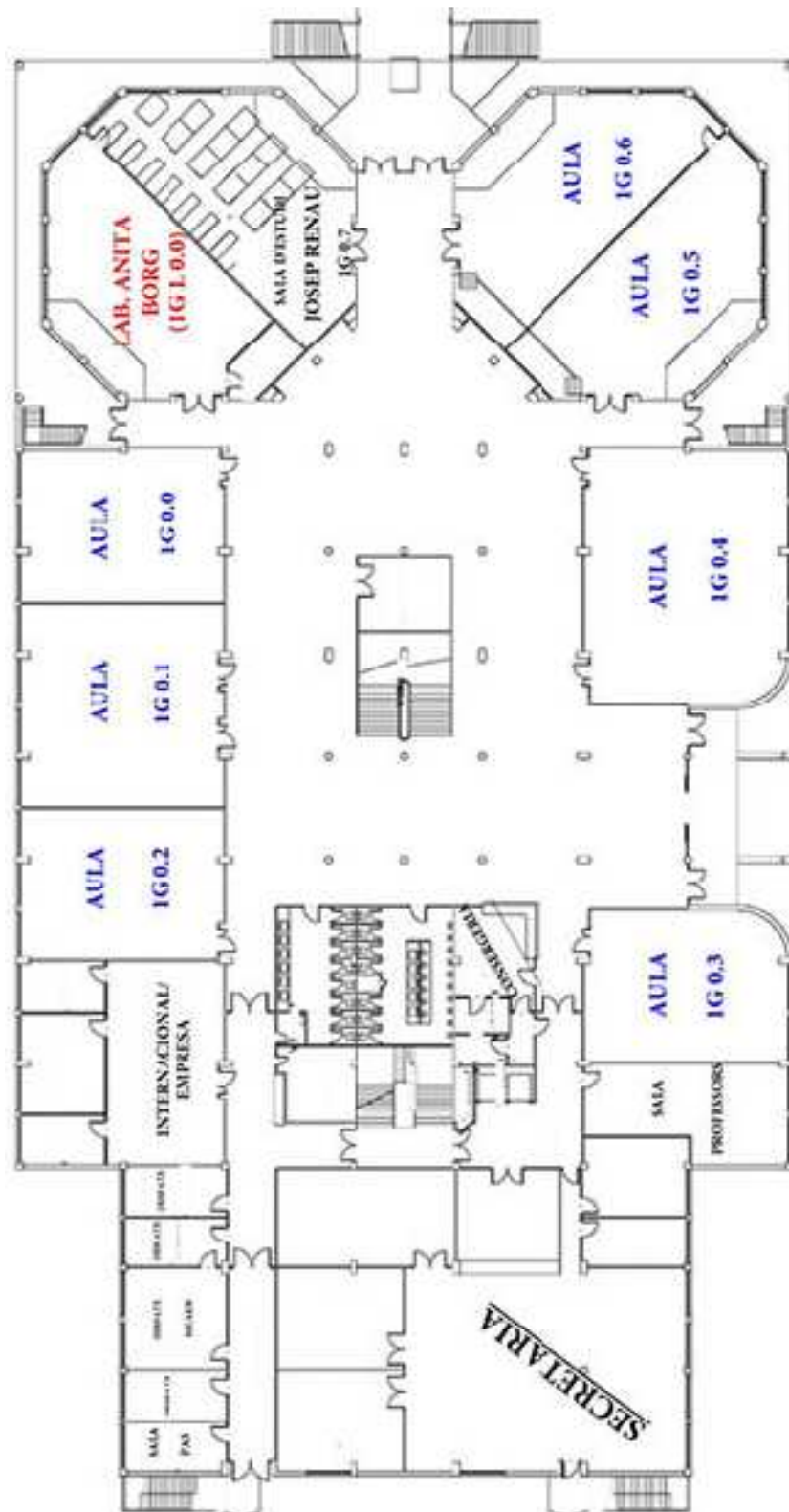
Índice de Figuras

Figura 1. Emplazamiento de la UPV dentro de la ciudad de Valencia. Año: 2015. Fuente: Google Maps..	10
Figura 2. Callejero del campus de la UPV . Año: 2015. Fuente: Google Maps.....	10
Figura 3. Emplazamiento de edificios dentro del Campus de Vera de Valencia. Año: 2015. Fuente: Web UPV.....	11
Figura 4. Situación y orientación de edificios objeto de este estudio dentro del Campus de Vera de Valencia. Año: 2015. Fuente: Web UPV.....	12
Figura 5. Orientaciones de las fachadas. Fuente: CTE- DB HE. 2015 ³	12
Figura 6. Edificio 1G. Fachada Este. Año: 2015. Fuente: Google Maps.....	13
Figura 7. Edificio 1G. Fachada Oeste. Año: 2015. Fuente: Propia.....	13
Figura 8. Edificio 1G. Esquina fachada Este y Norte. Año: 2015. Fuente: Propia.....	14
Figura 9. Edificio 1G. Fachada Sur. Año: 2015. Fuente: Propia.....	14
Figura 10. Edificio 1G. Situación. Año: 2015. Fuente: Google Maps.....	15
Figura 11. Número y tipo de usuario en Edificio 1G. Fuente: Memoria Curso Académico 2010/2011 ⁶	16
Figura 12. Superficies y volumen en Edificio 1G. Fuente: Planos As built Santatecla Arquitectos, S.L. ¹	16
Figura 13. Edificio 1G. Entrada principal. Año: 2015. Fuente: Propia.....	17
Figura 14. Composición y características del cerramiento de fachada. Fuente: Programa CE3X.....	18
Figura 15. Composición y características de la cubierta plana transitable. Fuente: Programa CE3X.....	18
Figura 16. Composición y características de la cubierta plana no transitable. Fuente: Programa CE3X.....	19
Figura 17. Carpintería exterior PVC con lamas verticales. Edificio IG. Fuente: Propia.....	19
Figura 18. Composición y características del forjado sanitario. Fuente: Programa CE3X.....	20
Figura 19. Tipo y número de luminarias en Edificio 1G.	20
Figura 20. Calificación Energética. Edificio 1G. Fuente: Programa Ce3X.....	21
Figura 21. Demanda Energética Calefacción y Refrigeración. Edificio 1G. Fuente: Programa Ce3X.....	22
Figura 22. Consumo de energía primaria. Edificio 1G. Fuente: Programa Ce3X.....	22
Figura 23. Imagen de hoja excel con datos de curva de carga. Edificio 1G. Año 2014.....	23
Figura 24. Energía consumida diaria (Kwh) por meses. Edificio 1G. Año 2014.....	24
Figura 25. Energía consumida (Kwh) en octubre por días del mes. Edificio 1G. Año 2014.	25
Figura 26. Calendario académico UPV. Octubre y diciembre 2014.....	25
Figura 27. Energía consumida (Kwh) en diciembre por días del mes. Edificio 1G. Año 2014.....	26
Figura 28. Curva de carga por meses (KW).Edificio 1G. Año 2014.....	27
Figura 29. Potencia demandada (KW) el 23 de septiembre por horas. Edificio 1G. Año 2014.....	28
Figura 30. Ratios de energía consumida y de emisiones de CO ₂ . Edificio 1G. Año 2014.....	29
Figura 31. Edificio 3N. Fachada Norte y oeste. Año: 2015. Fuente: Google Maps.....	30
Figura 32. Edificio 3N. Fachada Este. Año: 2015. Fuente: Google Maps.....	30
Figura 33. Edificio 3N. Fachada Oeste. Año: 2015. Fuente: Propia.....	31
Figura 34. Edificio 3N. Fachada Este del módulo central y Sur del principal. Zona central. Año: 2015. Fuente: Propia.....	31
Figura 35. Situación de Edificio 3N. Año: 2015. Fuente: Google Maps.....	32
Figura 36. Número y tipo de usuario en Edificio 3N. Fuente: Memoria Curso Académico 2010/2011 ⁶	33
Figura 37. Superficies y volumen en Edificio 3N. Fuente: Planos Escala Arquitectos, S.L.P. ²	33
Figura 38. Composición y características del cerramiento de fachada Edificio 3N. Fuente: Programa	35

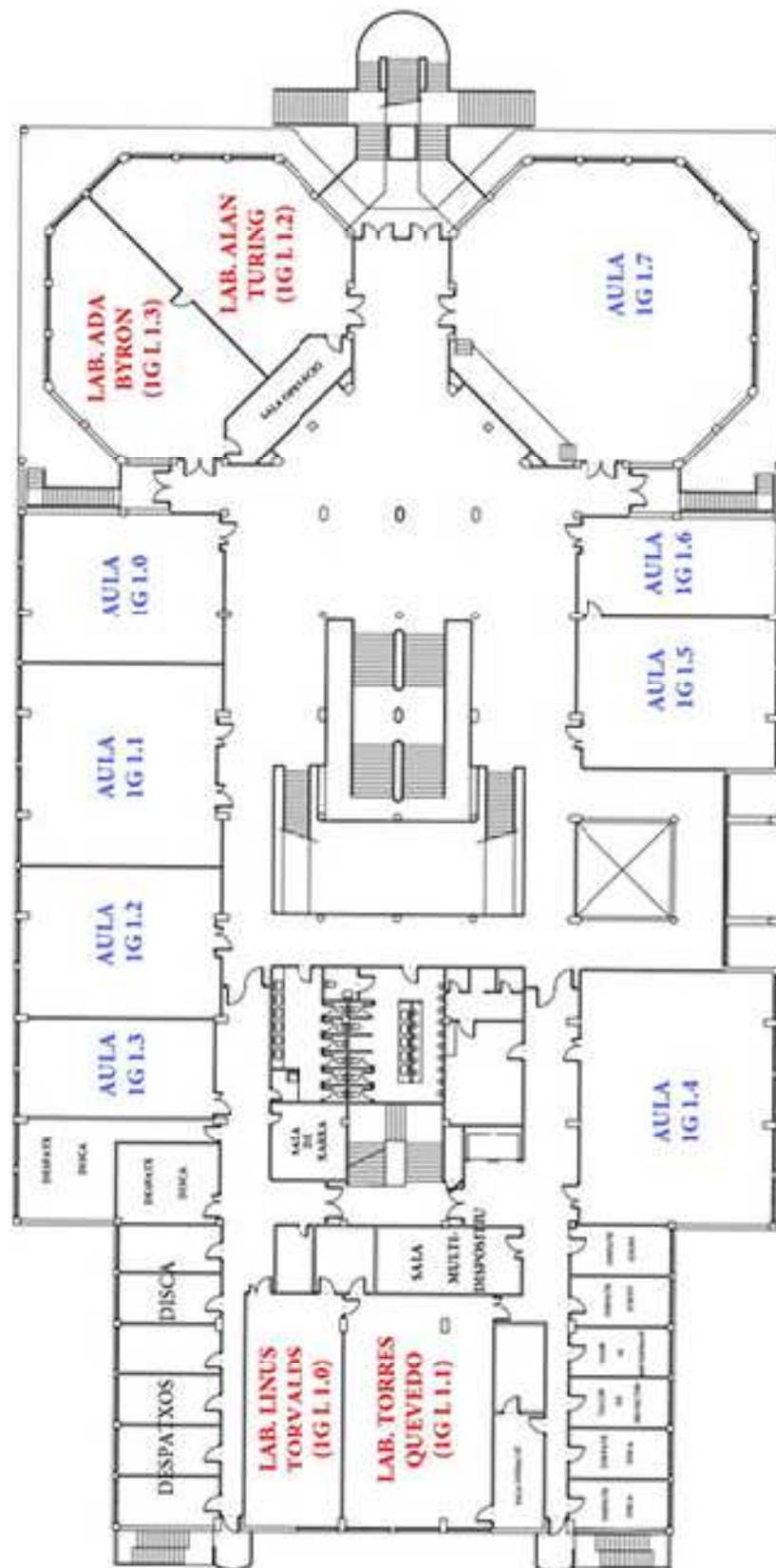
CE3X	
Figura 39. Alzado y sección del cerramiento de fachada Edificio 3N. Fuente: Programa CE3X	35
Figura 40. Composición y características de la cubierta del Edificio 3N. Fuente: Programa CE3X	36
Figura 41. Edificio 3N. Interior de biblioteca. Campanas Indalux 250 W. Año: 2015. Fuente: Propia.....	38
Figura 42. Tipo y número de luminarias en Edificio 3N. Fuente: Planos Escala Arquitectos, S.L.P. ²	38
Figura 43. Calificación Energética. Edificio 3N. Fuente: Programa Ce3X.....	40
Figura 44. Demanda Energética Calefacción y Refrigeración. Edificio 3N. Fuente: Programa Ce3X.....	40
Figura 45. Consumo de energía primaria. Edificio 3N. Fuente: Programa Ce3X.....	41
Figura 46. Energía consumida (Kwh) por meses. Edificio 3N. Año 2014.....	42
Figura 47. Potencia media y máxima (KW) demandada por meses. Edificio 3N. Año 2014.....	43
Figura 48. Potencia media y máxima (KW) demandadas en el mes de enero del 2014 en el edificio 3N..	44
Figura 49. Calendario académico Enero. Año 2014. Fuente: Web UPV.....	44
Figura 50. Potencia demandada (KW) por horas el 9 de enero de 2014 en el edificio 3N.....	45
Figura 51. Ratios de energía consumida y de emisiones de CO ₂ . Edificio 3N. Año 2014.....	46
Figura 52. Cuadro resumen comparativo de datos y ratios. Edificios 1G y 3N. Año 2014.....	47
Figura 53. Energía consumida (Kwh) en el año 2014.....	48
Figura 54. Potencia máxima mensual demandada (Kw) en el año 2014.....	49
Figura 55. Energía consumida (Kwh/m ²) y emisiones de CO ₂ por superficie útil en el año 2014.....	50
Figura 56. Energía consumida (Kwh/m ³) y emisiones de CO ₂ por volumen útil en el año 2014.....	50
Figura 57. Energía consumida (Kwh/usuario) y emisiones de CO ₂ por usuario en el año 2014.....	51
Figura 58. Comparación Calificación Energética Edificio 1G y 3N. Fuente: Programa Ce3X.....	52
Figura 59. Comparación demanda de calefacción y refrigeración y emisiones de instalaciones. Edificio 1G y 3N. Fuente: Programa Ce3X.....	52
Figura 60. Tipo y número de luminarias en Edificio 1G.....	53
Figura 61. Luminarias empotradas en secretaría. Edificio 1G. Fuente: Propia.....	54
Figura 62. Tipo y potencias de las lámparas del Edificio 1G.	55
Figura 63. Energía consumida (Kwh) diaria y anual teórica del Edificio 1G. Situación actual.....	55
Figura 64. Catálogo de lámparas y luminarias LED Philips. Enero 2015.....	56
Figura 65. Energía consumida (Kwh) diaria y anual teórica del Edificio 1G. Propuesta de sustitución.....	57
Figura 66. Comparativo Energía consumida (Kwh). Antes y después del cambio. Edificio 1G.....	57
Figura 67. Gráfico Energía consumida (Kwh). Antes y después del cambio. Edificio 1G.....	58
Figura 68. Inversión a realizar (€) para cambiar a LED. Edificio 1G.....	59
Figura 69. Amortización de la inversión. Edificio 1G.....	60
Figura 70. Unidad tipo cassette en techo secretaría. Edificio 1G. Año 2015. Fuente: Propia.....	61
Figura 71. Modelo propuesto para Unidades interiores. Año 2015. Fuente: Catálogo Mitsubishi Electric.....	62
Figura 72. Características modelo propuesto para Unidades exteriores. Año 2015. Fuente: Catálogo Mitsubishi Electric.....	63
Figura 73. Diferencia de COP en dos productos similares con 10 años de diferencia. Año 2015. Fuente: Catálogo Mitsubishi Electric ⁹	64
Figura 74. Comparación de EER y COP con 10 años de diferencia. Año 2015. Fuente: Catálogo Mitsubishi Electric ⁹	64
Figura 75. Coste de sustitución equipos nuevos refrigeración. Año 2015.....	65
Figura 76. Caldera de biomasa de la marca HERZ BIOMATIC BIOCONTROL 350 KW. Año 2015. Fuente: Catálogo HERZ.....	67
Figura 77. Características de caldera de biomasa de la marca HERZ BIOMATIC BIOCONTROL 350 KW. Año 2015. Fuente: Catálogo HERZ.....	67
Figura 78. Tarifa caldera de biomasa HERZ BIOMATIC BIOCONTROL 350 KW. Año 2014. Fuente: Tarifa TERMOSUN- HERZ ¹¹	68
Figura 79. Coste de la energía consumida con caldera de gas natural y de biomasa.....	68
Figura 80. Precio del pellet. Año 2014. Fuente: www.avebiom.org ¹²	69

Figura 81. Tipo y número de luminarias en Edificio 3N. Fuente: Planos Escala Arquitectos, S.L.P. ²	70
Figura 82. Edificio 3N. Interior de mediateca. Luminarias empotradas en falso techo. 4 tubos fluorescentes de 36 W. Año: 2015 Fuente: Propia.....	70
Figura 83. Porcentajes de cada tipo de luminarias y lámparas. Edificio 3N.	71
Figura 84. Tipo y potencias de las lámparas del Edificio 3N.	72
Figura 85. Energía consumida (Kwh) diaria y anual teórica del Edificio 3N. Situación actual.....	73
Figura 86. Catálogo de lámparas y luminarias LED Philips. Enero 2015.....	74
Figura 87. Catálogo ⁷ de lámparas y luminarias LED Philips. Enero 2015.....	75
Figura 88. Energía consumida (Kwh) diaria y anual teórica del Edificio 3N. Propuesta de sustitución.....	76
Figura 89. Comparativo Energía consumida (Kwh). Antes y después del cambio. Edificio 3N.....	77
Figura 90. Gráfico Energía consumida (Kwh). Antes y después del cambio. Edificio 3N.	77
Figura 91. Inversión a realizar (€) para cambiar a LED. Edificio 3N.....	79
Figura 92. Amortización de la inversión. Edificio 3N.....	80
Figura 93. Calificación energética con cambio de ventanas en zonas este y oeste. Edificio 3N.....	83

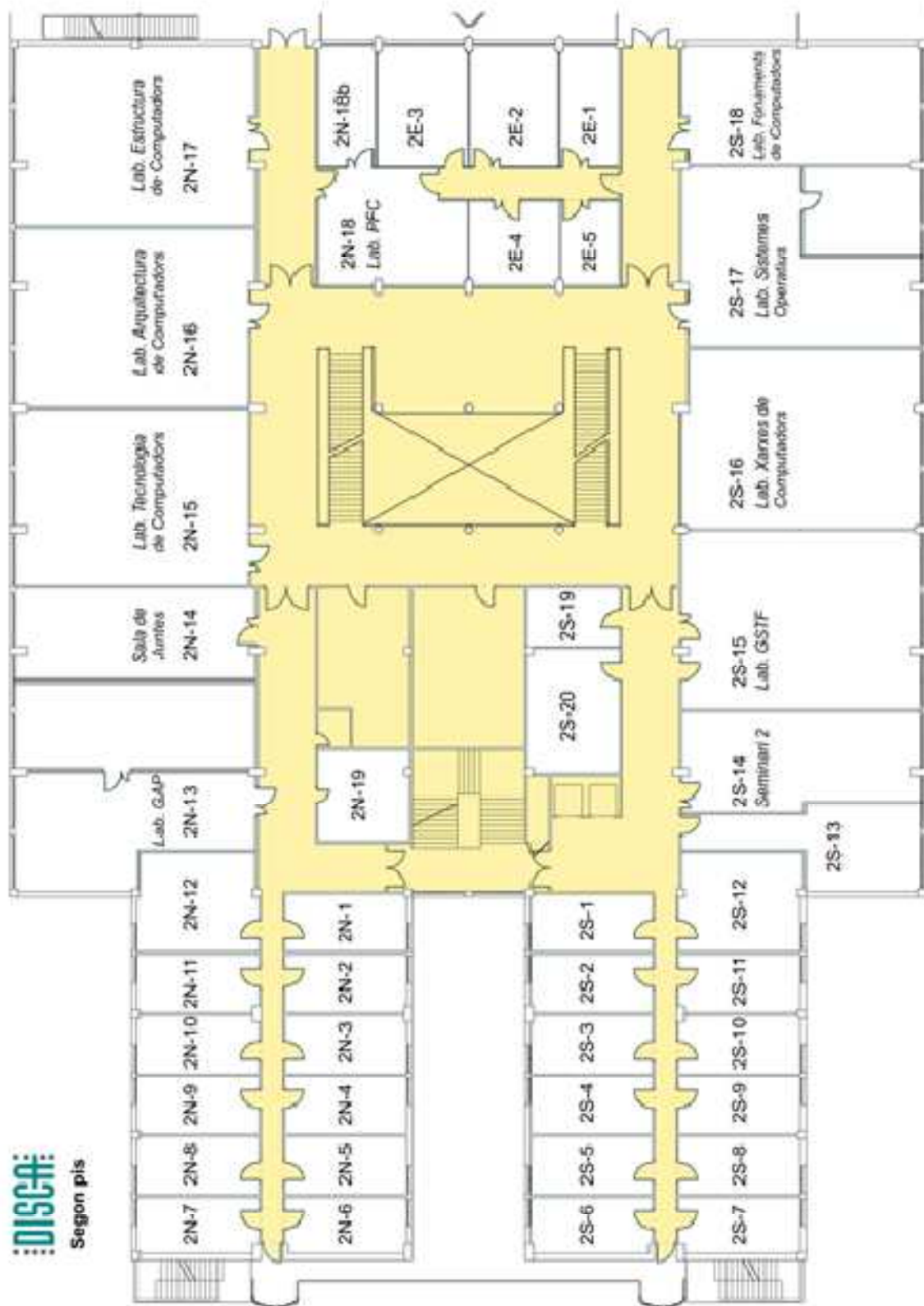
Anexo I: Planos ETS. Ingeniería Informática. Fuente: Página web UPV.



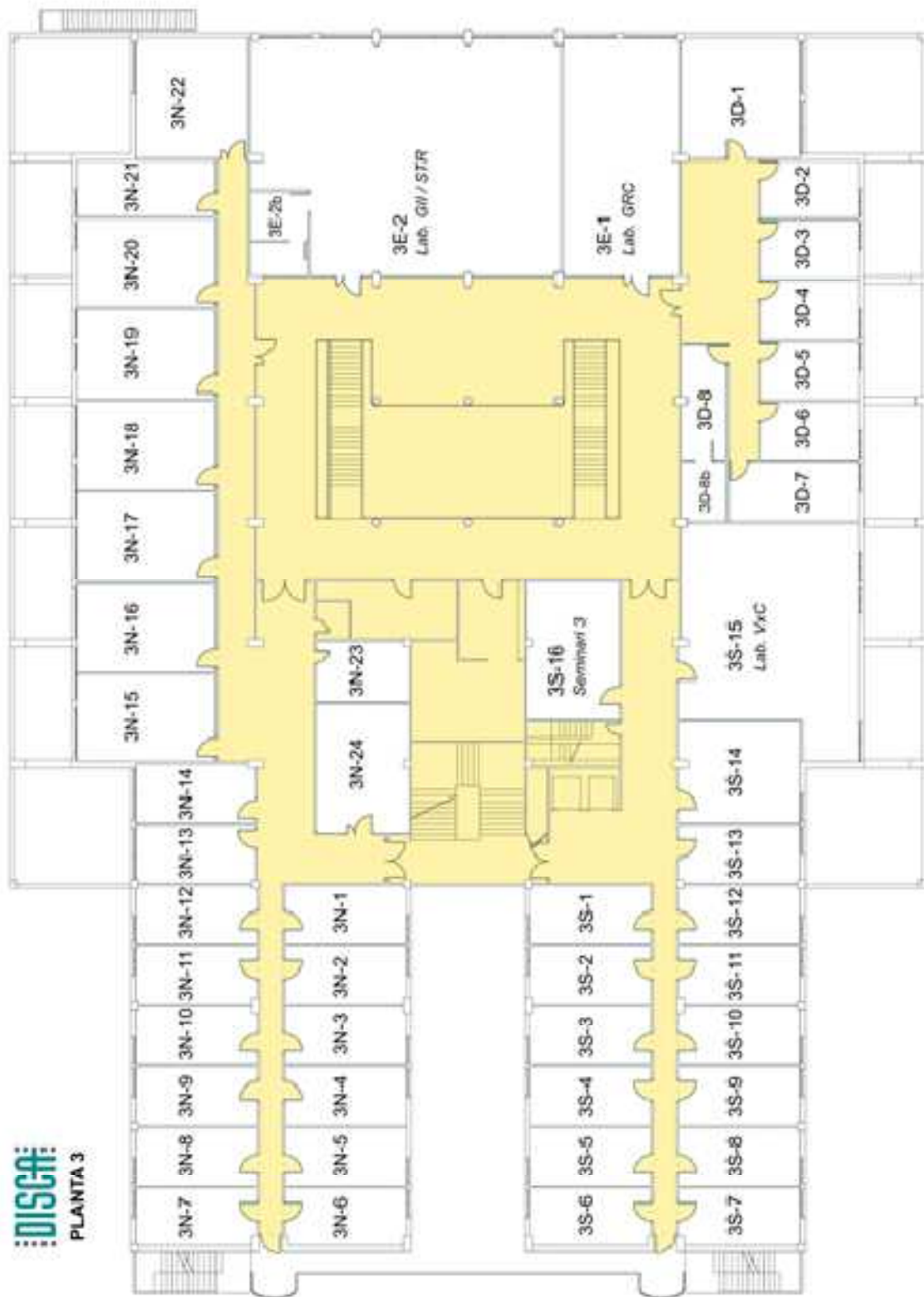
Planta 0. ETS Ingeniería Informática



Planta 1. ETS Ingeniería Informática

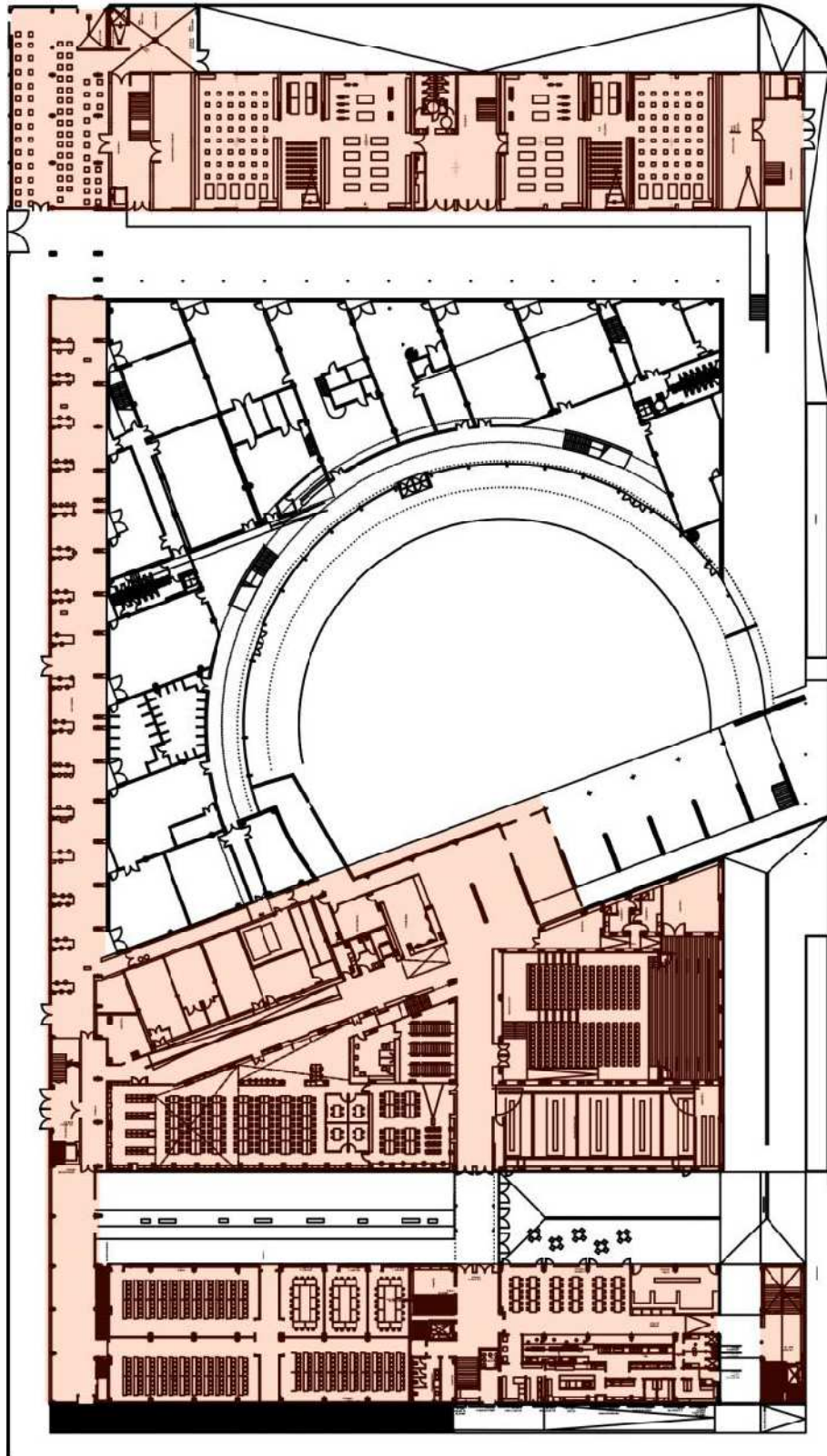


Planta 2. ETS Ingeniería Informática

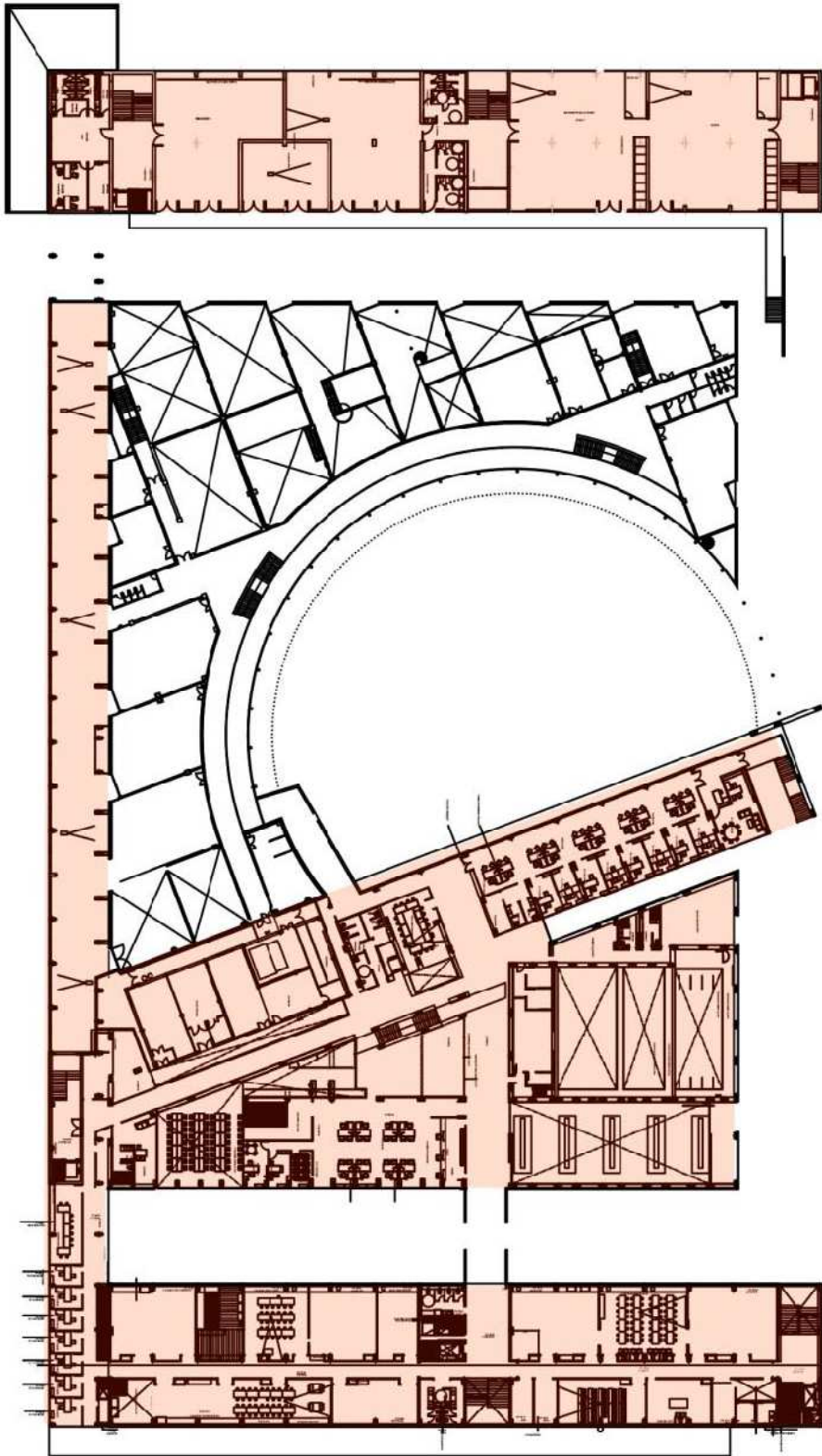


Planta 3. ETS Ingeniería Informática

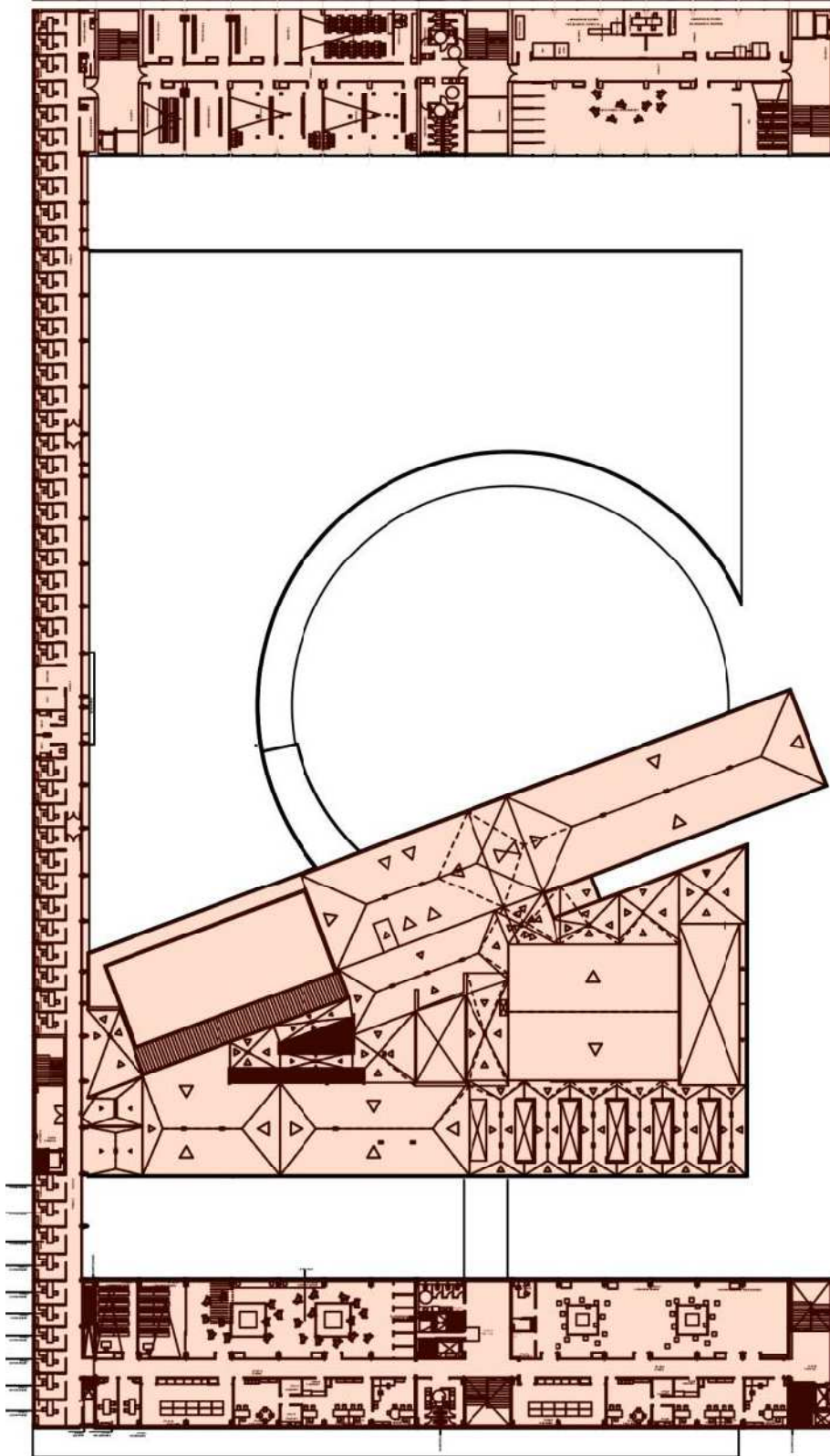
Anexo II: Planos ETS. Facultad de Bellas Artes. Fuente: UPV.



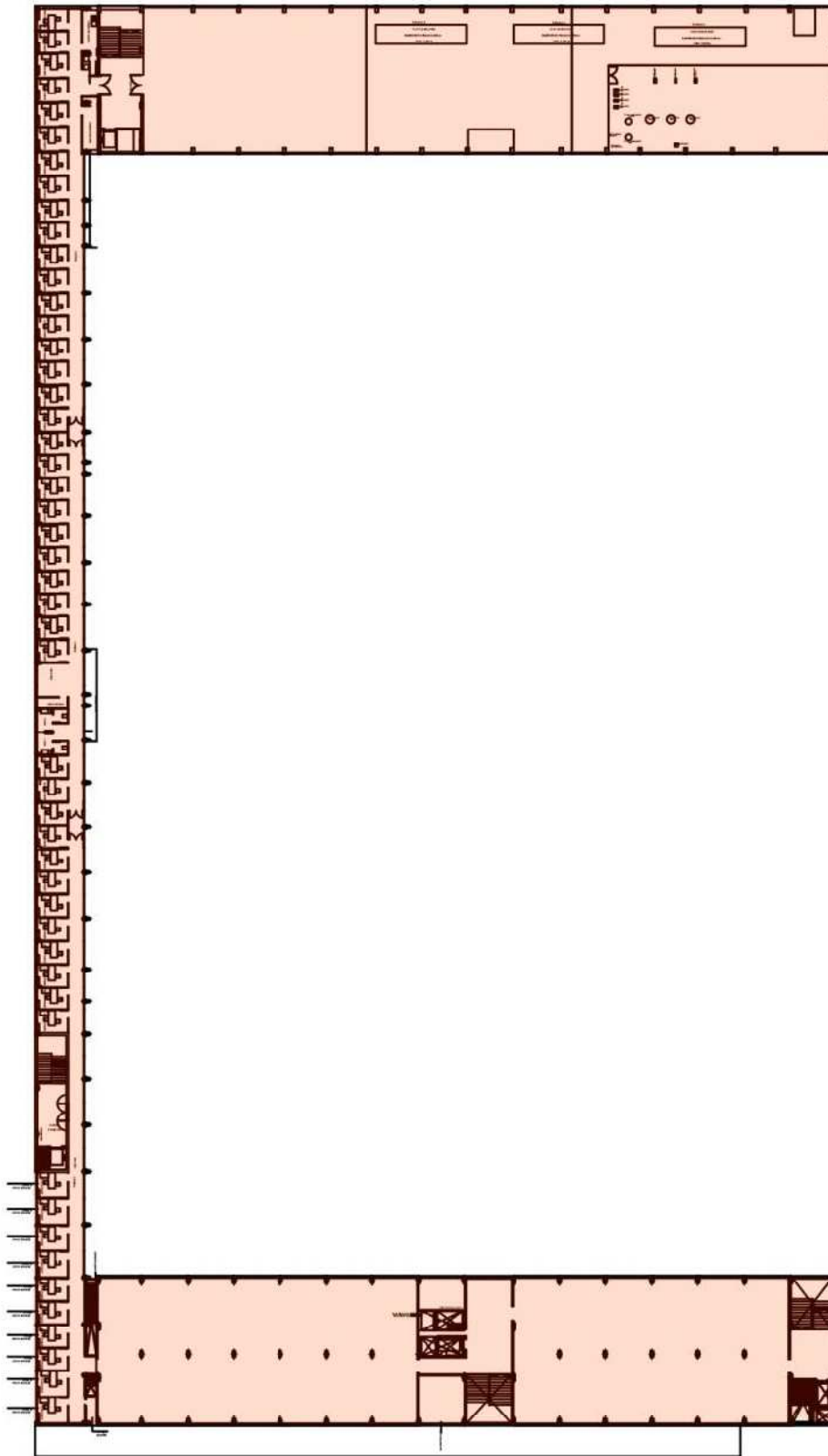
PLANTA BAJA e 1/1000



PLANTA 1ª e 1/1000



PLANTAS 2º, 3ª Y 4ª e 1/1000



PLANTA 5ª e 1/1000

Anexo III: Certificado de Eficiencia Energética del Edificio 1G

Anexo IV: Certificado de Eficiencia Energética del Edificio 3N.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA		
Dirección	CAMINO DE VERA, S/N		
Municipio	Valencia	Código Postal	46020
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1989
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8937901YJ2783H		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local
---	---

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Ana Díaz Aguirre	NIF	72032138W
Razón social	.	CIF	.
Domicilio	CAMINO DE VERA, S/N		
Municipio	Valencia	Código Postal	46020
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail	a.anadiaz@yahoo.es		
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTA TÉCNICA		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ³ X v1.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 18/7/2015

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:



ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	11078
---	-------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta superior grava	Cubierta	1900	0.52	Conocido
Cubierta transitable norte	Cubierta	267.60	0.54	Conocido
Cubierta transitable sur	Cubierta	950.16	0.54	Conocido
Lucernario	Cubierta	105	3.26	Conocido
Fachada este	Fachada	841.19	0.62	Conocido
Fachada sur	Fachada	1524	0.62	Conocido
Fachada oeste	Fachada	906.4	0.62	Conocido
Fachada norte	Fachada	1410.82	0.62	Conocido
Sanitario	Partición Interior	3598	0.77	Estimado

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V1	Hueco	113.62	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V1 sur	Hueco	133.38	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V1 este	Hueco	118.56	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V1 oeste	Hueco	39.52	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V2	Hueco	140.4	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V2 sur	Hueco	112.32	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V2 oeste	Hueco	24.96	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V3	Hueco	44.46	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V3 sur	Hueco	66.69	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V3 oeste	Hueco	59.28	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V4 este	Hueco	9.36	3.30	0.75	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V5 este	Hueco	14.82	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P1	Hueco	15.08	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P1 sur	Hueco	15.08	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P2	Hueco	23.52	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P3	Hueco	38.64	3.30	0.75	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Solo calefaccion caldera	Caldera Estándar	350	76.10	Gas Natural	Estimado
Solo calefaccion caldera2	Caldera Estándar	350	78.90	Gas Natural	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración equipos viejos	Máquina frigorífica - Caudal Ref. Variable		192.40	Electricidad	Estimado
Sólo refrigeración equipos nuevos	Máquina frigorífica - Caudal Ref. Variable		342.10	Electricidad	Estimado

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		85.0	Electricidad	Conocido

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
zonas comunes	5.71	3.81	150.00	Conocido
despachos y aulas	9.71	1.94	500.00	Conocido

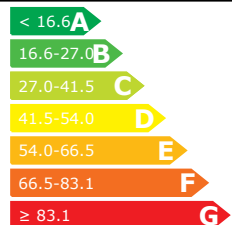
5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	11078	Intensidad Media - 8h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Media - 8h
----------------	----	-----	-----------------------

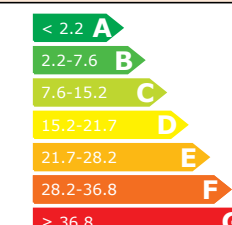
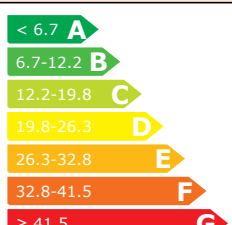
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
 31.48 C	31.48 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		G	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		10.01		0.37	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
C		B			
<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>			
31.48		7.11		14.0	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

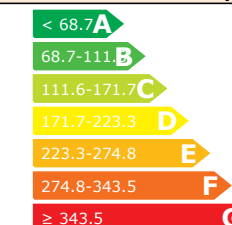
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

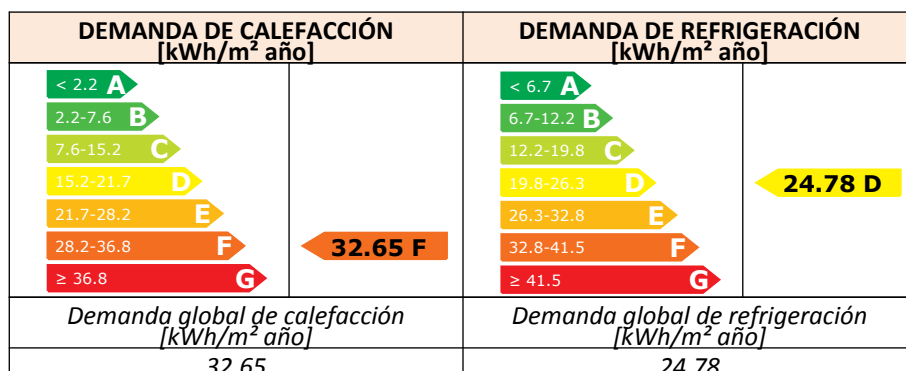
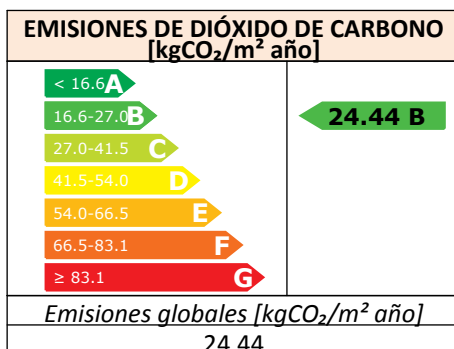
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
 32.65 F	32.65 F	 24.78 D	24.78 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				32.65		24.78	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
 130.86 C	130.86 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		G	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		44.49		1.50	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
C		B			
<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>			
130.86		28.61		56.25	

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

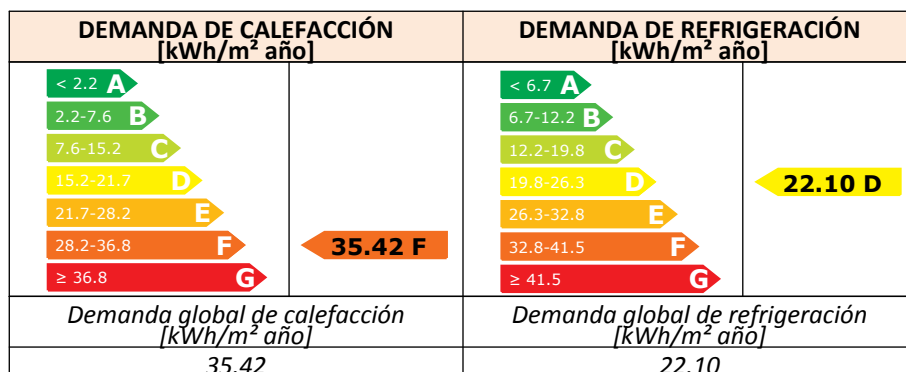
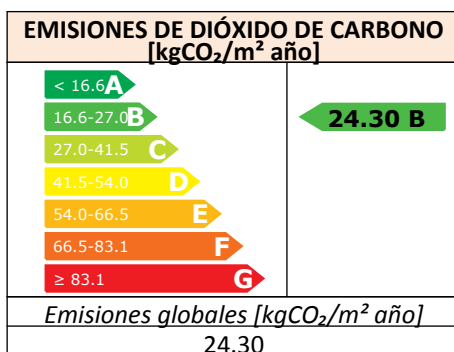


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Demanda [kWh/m ² año]	32.65	F	24.78	D					
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	21.63	C	18.90	B	1.50	G	56.25	B	98.29	B
Diferencia con situación inicial	22.9 (51.4%)		9.7 (33.9%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		32.6 (24.9%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	5.38	C	4.70	C	0.37	G	13.99	B	24.44	B
Diferencia con situación inicial	4.6 (46.3%)		2.4 (33.9%)		0.0 (1.0%)		0.0 (0.1%)		7.0 (22.4%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Mejora climatización alta eficiencia</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	35.42	F	22.10	D						
Diferencia con situación inicial	-2.8 (-8.5%)		2.7 (10.8%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	43.37	E	14.42	B	1.50	G	35.90	A	95.20	B
Diferencia con situación inicial	1.1 (2.5%)		14.2 (49.6%)		0.0 (0.0%)		20.4 (36.2%)		35.7 (27.3%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	11.42	F	3.59	B	0.37	G	8.93	A	24.30	B
Diferencia con situación inicial	-1.4 (-14.1%)		3.5 (49.5%)		0.0 (1.0%)		5.1 (36.2%)		7.2 (22.8%)	

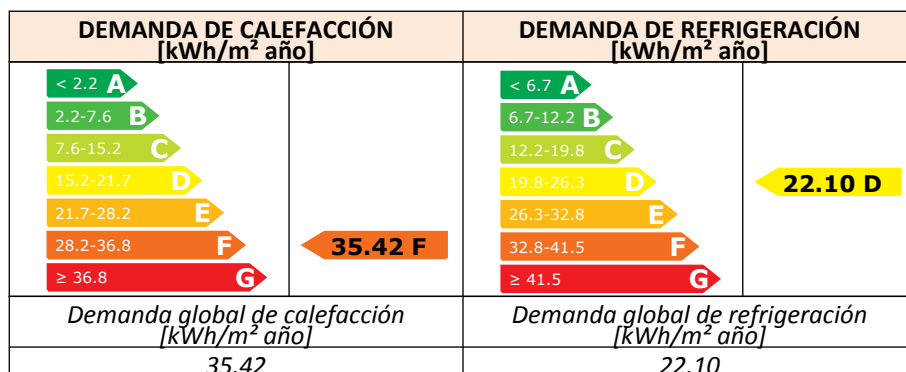
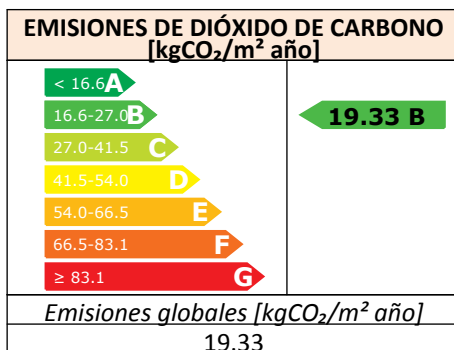
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Conjunto de medidas de mejora: Luminarias LEDS

Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:

- Mejora de las instalaciones



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	35.42	F	22.10	D						
Diferencia con situación inicial	-2.8 (-8.5%)		2.7 (10.8%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	23.46	C	16.86	B	1.50	G	35.90	A	77.73	B
Diferencia con situación inicial	21.0 (47.3%)		11.7 (41.1%)		0.0 (0.0%)		20.4 (36.2%)		53.1 (40.6%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	5.83	D	4.19	B	0.37	G	8.93	A	19.33	B
Diferencia con situación inicial	4.2 (41.8%)		2.9 (41.1%)		0.0 (1.0%)		5.1 (36.2%)		12.2 (38.6%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Mejora climatización y Leds</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Para el cambio de las luminarias tipo fluorescente del edificio a tubos de tecnología LED se ha calculado la potencia instalada en el mismo actualmente y la potencia con la propuesta de LED, se ha estimado un número de horas de encendido y en base a ello se ha calculado la energía consumida por los tubos actuales y los nuevos.

En cuanto al cambio de los equipos de climatización se ha hecho un cálculo de las unidades que se podría sustituir, suponiendo que el 66% de las mismas son las que tienen más antigüedad y se hace una propuesta de sustitución por modelos nuevos y mucho más eficientes que los antiguos.

DOCUMENTACION ADJUNTA

Dentro del TFG se encuentran las fichas técnicas de los modelos tanto de LED como de equipos de refrigeración propuestos.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	3N- FACULTAD DE BELLAS ARTES		
Dirección	UPV - Camino de Vera s/n		
Municipio	Valencia	Código Postal	46021
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	2007
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8937901YJ2783H0001AD		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local
---	---

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	ANA DÍAZ AGUIRRE	NIF	72032138W
Razón social	.	CIF	.
Domicilio	Camino de Vera, s/n		
Municipio	Valencia	Código Postal	46021
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail	a.anadiaz@yahoo.es		
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTA TÉCNICA		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ³ X v1.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 19/07/2015

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	28763.23
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Q-1	Cubierta	1084.3	0.52	Conocido
Q-2	Cubierta	1504	0.52	Conocido
Q-3	Cubierta	3237.3	0.52	Conocido
Q-4	Cubierta	1555.6	0.52	Conocido
1-F1-N	Fachada	3742.56	0.59	Conocido
1-F2-E	Fachada	146.9	0.59	Conocido
1-F3-S	Fachada	2293	0.59	Conocido
M-1	Fachada	625	0.00	Por defecto
1-F4-O	Fachada	146.9	0.59	Conocido
2-F1-E	Fachada	1580.04	0.59	Conocido
2-F2-S	Fachada	264.6	0.59	Conocido
2-F3-O	Fachada	1472.31	0.59	Conocido
M-3	Fachada	267.2	0.00	Por defecto
3-F1-NE	Fachada	261.1	0.63	Estimado
3-F2-N	Fachada	64.37	0.63	Estimado
3-F3-N	Fachada	102.91	0.63	Estimado
3-F4-S	Fachada	367.75	0.63	Estimado
3-F5-O	Fachada	613.08	0.63	Estimado
4-F1-E	Fachada	1680.21	0.59	Conocido
4-F2-S	Fachada	274.05	0.59	Conocido
4-F3-O	Fachada	1576.26	0.59	Conocido
PIH-1	Partición Interior	1084.3	1.07	Estimado
PIV-1	Partición Interior	248.6	0.78	Estimado
PIH-2	Partición Interior	1504	0.90	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Modo de obtención
PIV-2	Partición Interior	650.9	1.12	Estimado
PIH-3	Partición Interior	2800.2	0.70	Estimado
PIH-4	Partición Interior	1555.6	0.89	Estimado
PIV-4	Partición Interior	160.65	1.40	Estimado
S-3	Suelo	436.2	1.00	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V1	Hueco	893.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V2	Hueco	22.8	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V3	Hueco	14.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V4.1	Hueco	18.75	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V5	Hueco	87.5	3.30	0.75	Estimado	Estimado
MC1	Hueco	710.6	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V6	Hueco	34.2	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V1A	Hueco	456.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V4.2	Hueco	24.38	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V7	Hueco	113.4	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V9	Hueco	12	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P1	Hueco	14.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V1B	Hueco	532.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V4.3	Hueco	28.13	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V10	Hueco	4.4	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V11	Hueco	8.75	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V1C	Hueco	342.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V8	Hueco	151.2	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V8.2	Hueco	75.6	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V12	Hueco	18.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V13	Hueco	10.5	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V14	Hueco	8.8	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V15	Hueco	26.25	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V4.4	Hueco	16.88	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V1D	Hueco	484.5	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V4.5	Hueco	24.38	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P2	Hueco	9.45	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V16	Hueco	7.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V17	Hueco	120.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V18	Hueco	12.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V19	Hueco	48.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V20	Hueco	1400.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V21	Hueco	220.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
P3	Hueco	54.0	0.00	0.00	Estimado	Estimado
MC2	Hueco	210.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
MC3	Hueco	54.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V22	Hueco	4.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
MC4	Hueco	27.0	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V23	Hueco	13.2	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V24	Hueco	13.2	3.30	0.75	Estimado	Estimado
V25	Hueco	145.2	3.30	0.75	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefaccion Norte	Caldera Estándar		80.00	Gas Natural	Conocido
Calefaccion Este	Caldera Estándar		80.00	Gas Natural	Conocido
Calefaccion Sur	Caldera Estándar		80.00	Gas Natural	Conocido
Calefaccion Oeste	Caldera Estándar		80.00	Gas Natural	Conocido

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS Este	Efecto Joule		95.0	Electricidad	Estimado
Equipo ACS Oeste	Efecto Joule		95.0	Electricidad	Estimado

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Torre Refrigeracion Norte	Torre de refrigeración: velocidad variable	Refrigeración	200781.5
Torre Refrigeracion Este	Torre de refrigeración: velocidad variable	Refrigeración	232287.9
Torre Refrigeracion sur	Torre de refrigeración: velocidad variable	Refrigeración	186460.4
Torre Refrigeracion Oeste	Torre de refrigeración: velocidad variable	Refrigeración	237729.9

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Ventilador Norte Refrigeracion 1	Velocidad Variable	Refrigeración	1151.60
Ventilador Norte Calefaccion 1	Velocidad Variable	Calefacción	818.70
Ventilador Este Calefaccion 1	Velocidad Variable	Calefacción	14219.80
Ventilador Este Refrigeracion 1	Velocidad Variable	Refrigeración	20000.90
Ventilador Sur Refrigeracion 1	Velocidad Variable	Refrigeración	6182.10
Ventilador Sur Calefaccion 1	Velocidad Variable	Calefacción	4395.20

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Ventilador Oeste Calefaccion 1	Velocidad Variable	Calefacción	14219.80
Ventilador Oeste Refrigeracion 1	Velocidad Variable	Refrigeración	20000.90

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
zona 4 - oeste	7.67	1.99	500.00	Conocido
zona 3 - sur	7.67	1.99	500.00	Conocido
zona 1 - norte	7.67	1.99	500.00	Conocido
zona 2 - este	7.67	1.99	500.00	Conocido

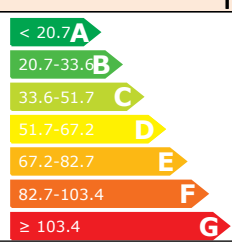
5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	28763.23	Intensidad Baja - 12h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Baja - 12h
----------------	----	-----	-----------------------

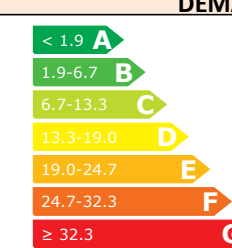
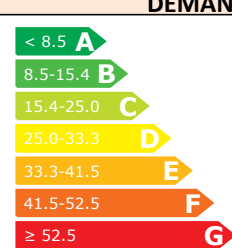
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	57.03 D	CALEFACCIÓN		ACS	
		D		A	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		6.70		0.20	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		D		B	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
57.03		11.29		17.7	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

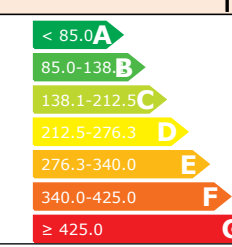
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

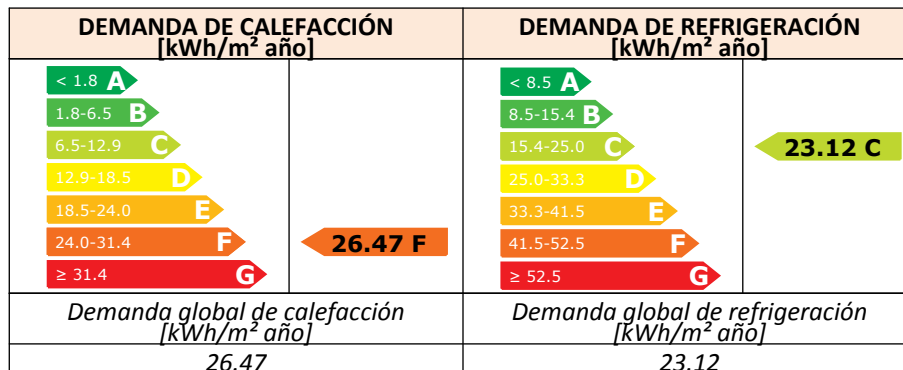
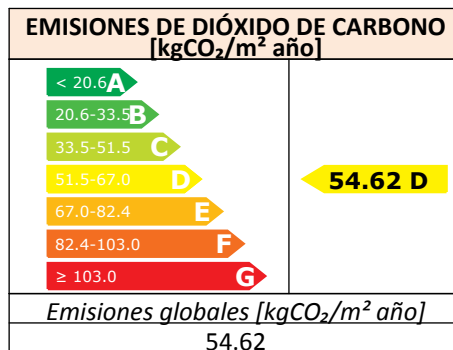
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	26.28 F		29.56 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				26.28		29.56	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	235.28 D	CALEFACCIÓN		ACS	
		D		A	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		33.18		0.53	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		D		B	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
235.28		45.39		71.04	

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

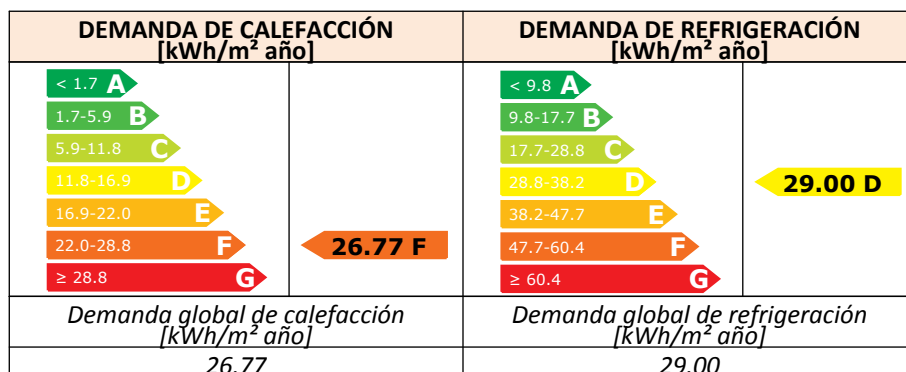
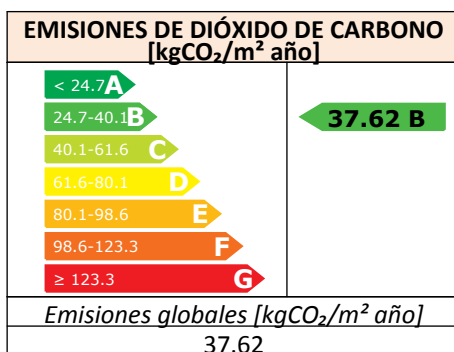


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	26.47	F	23.12	C						
Diferencia con situación inicial	-0.2 (-0.7%)		6.4 (21.8%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	33.42	D	35.49	C	0.53	A	71.04	B	225.63	D
Diferencia con situación inicial	-0.2 (-0.7%)		9.9 (21.8%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		9.6 (4.1%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	6.75	D	8.83	C	0.20	A	17.67	B	54.62	D
Diferencia con situación inicial	-0.0 (-0.7%)		2.5 (21.8%)		0.0 (1.3%)		0.0 (0.2%)		2.4 (4.2%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Cambio de carpintería y vidrios</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambio de carpintería y vidrios



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	26.77	F	29.00	D						
Diferencia con situación inicial	-0.5 (-1.9%)		0.6 (1.9%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	38.55	E	44.52	C	0.00	A	65.57	A	148.64	B
Diferencia con situación inicial	-5.4 (-16.2%)		0.9 (1.9%)		0.5 (100.0%)		5.5 (7.7%)		86.6 (36.8%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	10.24	F	11.07	D	0.00	A	16.30	A	37.62	B
Diferencia con situación inicial	-3.5 (-52.8%)		0.2 (1.9%)		0.2 (100.0%)		1.4 (7.9%)		19.4 (34.0%)	

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Iluminación LED</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

El Consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa Ce3X para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación.