



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Estudio de Eficiencia Energética a los Edificios Carbonell y Georgina Blanes bajo las Medidas de Seguridad ante el Covid-19

MEMORIA PRESENTADA POR:

Eduardo Andrés Pernalete López

TUTOR/A:

Miguel Ángel Satorre Aznar

GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Convocatoria de defensa: Septiembre, 2021

Curso: 2020-21

Resumen

El objetivo del presente proyecto es realizar un nuevo análisis de la eficiencia energética de los edificios Carbonell y Georgina Blanes de la Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Considerando que los edificios están bajo un régimen de medidas de bioseguridad contra el COVID-19, se presentarán valores y resultados que serán comparados con su situación previa a la pandemia. La metodología empleada consiste en la toma de datos generales y específicos de los inmuebles para su introducción en el programa oficial CE3X para la certificación de eficiencia energética, agregando a su vez un estudio termográfico en diferentes espacios dentro de los mismos. En base a los datos adquiridos y las mediciones realizadas sobre los edificios y sus instalaciones, los resultados se interpretan de acuerdo con su contexto actual. Finalmente se ofrecen propuestas claras y concretas para el mejoramiento de las instalaciones de las edificaciones, aumento de la eficiencia energética y/o el bienestar de las personas hacen vida en ellos y el medio ambiente.

The objective of this project is to build a brand-new energy efficiency study to Carbonell and Georgina Blanes buildings from Superior Polytechnic School of Alcoy, which are going to present results and values that are going to be compared to the ones before the COVID-19 biosafety measurements regime. The methodology applied consists in general and specific data collection from the buildings in order to be introduced in the official program CE3X to obtain the energy efficiency certificate. At the same time, a thermographic study in different spaces is set to be added to the buildings study. Based on the information acquired and the measures made on the objects and their installations, an interpretation is held according to its current context. Finally, clear and concrete proposals are designed for the installation's improvement, increase of their energy efficiency, and/or the well-being of the people who make life within these spaces and the environment.

Tabla de Contenidos

1	ANTECEDENTES	4
1.1	Introducción.....	4
1.2	Evolución histórica	4
1.3	Situación Pandémica del COVID-19 en los Edificios	6
2	OBJETIVO DEL PROYECTO	7
3	HIPÓTESIS	7
4	METODOLOGÍA	7
4.1	Descripción De Los Edificios.....	8
4.2	Introducción de datos en CE3X.....	13
4.2.1	Datos Administrativos.....	13
4.2.2	Datos Generales.....	15
4.2.3	Envolverte Térmica	17
4.2.4	Instalaciones.....	18
4.2.5	Calificación del Proyecto	18
4.3	Estudio Termográfico	19
4.4	Observación de Consumos Energéticos	21
5	RESULTADOS Y ANÁLISIS	22
5.1	Resultados del Estudio Termográfico.....	22
5.2	Análisis de Consumos Energéticos	26
6	RECOMENDACIONES Y SOLUCIONES PROPUESTAS	29
6.1	Puesto de Carga	29
6.2	Termostatos Individualizados.....	32
6.3	Aislamiento Térmico.....	34
6.4	Sistema de Ventilación.....	35
7	CONCLUSIONES	36
8	BIBLIOGRAFÍA	38

1 ANTECEDENTES

En el siguiente apartado se expone la conceptualización de eficiencia energética en edificios, su evolución histórica y su contexto actual bajo la situación relacionada a la pandemia del COVID-19 y su influencia.

1.1 Introducción

Un edificio, tal como se define en las principales instituciones y nuestra sociedad, normalmente presenta una determinada demanda de energía, de acuerdo a su actividad, geografía y características constructivas. Los consumos de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria (ACS), ventilación e iluminación indican la demanda energética de un edificio, pero también la eficiencia del mismo. Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), la eficiencia energética de un edificio se determina a través del consumo energía necesaria para satisfacer la demanda energética anual del edificio bajo condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

Los indicadores principales y complementarios de eficiencia energética expresan el comportamiento energético del edificio y describen características que permitirán establecer recomendaciones para el mejoramiento de dicho comportamiento. En base a su superficie útil y condiciones climáticas anuales, estos indicadores marcarán los valores correspondientes al mantenimiento de las condiciones de confort térmico, lumínico y calidad del aire.

Los indicadores principales de eficiencia energética son (anuales):

- Emisiones de dióxido de carbono (CO_2);
- Consumo de energía primaria no renovable.

Los indicadores complementarios de eficiencia energética son:

- Demanda energética de calefacción;
- Demanda energética de refrigeración;
- Consumo de energía primaria no renovable desagregada por servicios;
- Emisiones de CO_2 desagregada por servicios;
- Emisiones de CO_2 desagregada por consumo eléctrico y otros combustibles.

Los perfiles de uso normalizados de los edificios están disponibles en la sección *HE1 del DB-HE, Apéndice C*. La calificación y su correspondiente cálculo se otorgará bajo las consideraciones del *Código Técnico de la Edificación (CTE)*.

1.2 Evolución histórica

Durante la década de 1980 se convierte en una preocupación para España el ahorro energético y su eficiencia. Por eso, en 1984 nace el IDAE con

el propósito de realizar auditorías y diagnósticos energéticos. Su objetivo también prediagnósticos y asesorías en diversificación y ahorro energético, planes de electrificación rural y la administración de fondos para subvenciones de acciones incentivadas. Dos años después, la institución expande sus funciones a tomar acción en la mejora de la eficiencia energética y la planificación e implantación de las energías renovables. Después de una serie de cambios y transformaciones en los ministerios, en el 2011 el IDAE queda adscrito al Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) y en el 2014 adquiere el estatuto de la entidad pública empresarial para su funcionamiento independiente.

Por otro lado, ya en el 2002 se había aprobado la *Directiva Europea 2002/91/CE* donde se define por primera vez el certificado de eficiencia energética. Para el 2013, el MINETUR publica el Real Decreto relacionado a la certificación de eficiencia energética para España y lo hace obligatorio para las viviendas y edificios. Aunque ya en el 1999 se presentaban antecedentes que dan base a este decreto, como la *Ley Orgánica de la Edificación (LOE)* y también en 2006 con el *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, que establecen condiciones mínimas de seguridad, funcionalidad y habitabilidad de los edificios. El IDAE como órgano regulador y supervisor de estos certificados, sigue presentando cambios hasta el 2020 que entra en la estructura del Ministerio de la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

El contexto actual presenta una España que aún consume más de un 70% de energía primaria no renovable, incluyendo el sector industrial, red eléctrica y de transporte. Sin embargo, en el sector eléctrico las políticas de transición energética han logrado llevar a un incremento del consumo de energías renovables hasta un 40,2 % como se muestra en la figura 1.2.1

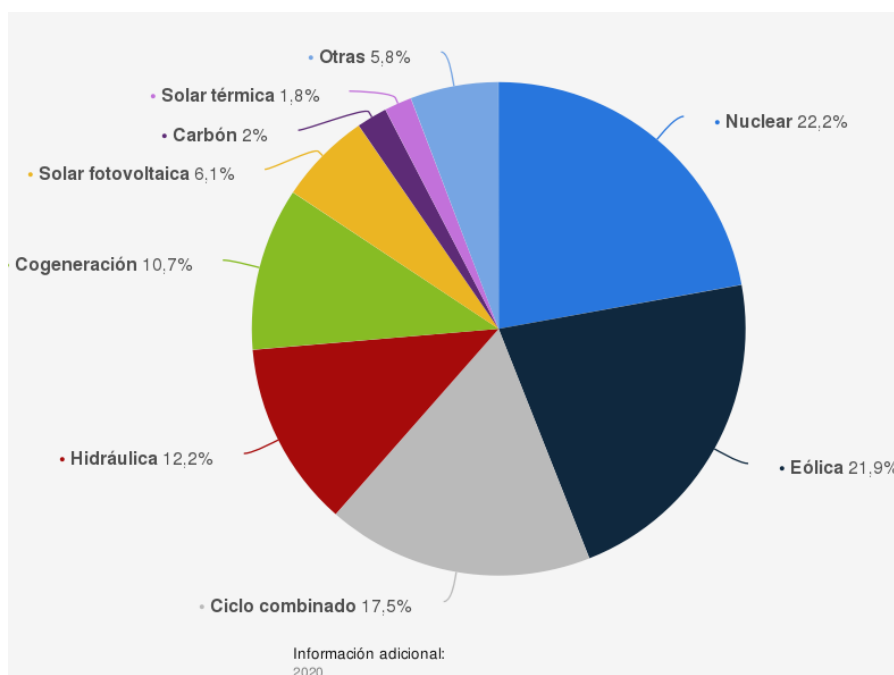


Figura 1.2.1: Distribución energía eléctrica generada en España en 2020 (Statista, 2021)

1.3 Situación Pandémica del COVID-19 en los Edificios

Tomando en cuenta que el sector de los grandes edificios terciarios cubre el 30 % del consumo de energía nacional, la actuación sobre el mejoramiento de la eficiencia energética en los edificios puede alcanzar logros significativos para la administración de los recursos energéticos del país. Sin embargo, desde mediados del 2020 las medidas de seguridad en edificios y espacios cerrados para combatir la ola de contagios del COVID-19 han afectado la eficiencia energética de los mismos. Con las instalaciones de climatización a pleno funcionamiento, los edificios ahora cuentan con una cantidad considerable de ventanas abiertas para mayor ventilación con el propósito de evitar contagios dentro de sus espacios. Consecuentemente, esto resulta en un aumento del consumo de energía y menor preservación de esta en el edificio.

En el caso de las universidades como la Escuela Politécnica Superior de Alcoy, los estudiantes y profesores experimentaban realizar clases y exámenes durante el invierno con las ventanas abiertas en las aulas, agregando el uso de mascarilla y de gel hidroalcohólico. Esto aumentaba los consumos por calefacción en las aulas sin siquiera alcanzar los niveles de confort para sus usuarios. Sin embargo, se reconoce la prioridad que tiene la prevención de contagios dentro de los edificios de la universidad para que se permita seguir haciendo vida en ellos.

La eficiencia energética ha quedado en un segundo plano, y aunque la pandemia es una situación transitoria, se le debe siempre prestar atención por el valor que le añade al edificio de cara al propietario de este. La comodidad y la seguridad serán experiencias que los usuarios de los edificios tendrán que vivir de manera equilibrada y la búsqueda de soluciones para mejorar ambas ramas será un importante deber para los encargados correspondientes. Esto a su vez servirá como aprendizaje para reforzar la confianza que tenemos en el bienestar que nos pueden proporcionar los espacios en los que hacemos vida diariamente.

2 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo de este trabajo es realizar una nueva certificación de eficiencia energética a los edificios Carbonell y Georgina Blanes, pertenecientes a la Escuela Politécnica Superior de Alcoy (EPSA) de la Universitat Politècnica de València (UPV). La certificación se realiza en el contexto actual para conocer el impacto causado por las medidas de seguridad ante el COVID-19.

El estudio también busca como subobjetivos:

- Estudiar las características energéticas de los espacios ventilados de los edificios bajo las medidas de seguridad.
- Estudiar consumos de energía, las características constructivas y las capacidades de los equipos de climatización y agua caliente sanitaria.
- Obtener resultados que puedan compararse con su funcionamiento previo a la pandemia del COVID-19.
- Proponer soluciones para mejorar la eficiencia energética de los edificios.

3 HIPÓTESIS

Las medidas de seguridad para combatir el número de contagios de COVID-19 dentro de los edificios han tenido un impacto en el consumo y la preservación de la energía de los mismos. La demanda de gas y electricidad bajo condiciones normales muestran un aumento debido a la fuga de aire climatizado por las ventanas abiertas que se deben mantener para aumentar la ventilación en los edificios. Los equipos deben operar a capacidades superiores a lo que hacen normalmente para tratar de alcanzar los niveles necesarios para la comodidad de los usuarios.

4 METODOLOGÍA

La metodología consiste en primero obtener los datos cualitativos como localización, características constructivas; y cuantitativos como superficie de fachada, ventanas y cubiertas sobre los edificios, capacidad de las instalaciones de climatización y agua caliente sanitaria, y otros aspectos que se verán en breve. Estos datos serán introducidos en el programa CE3X para obtener las calificaciones energéticas.

Luego de obtener los certificados, se realiza el estudio termográfico de los edificios, tomando una muestra de espacio de cada uno: el aula C2A2 de Carbonell y el gimnasio de Georgina Blanes. Este estudio busca comparar el gradiente de temperaturas de los espacios mencionados en dos escenarios: bajo medidas de seguridad con las ventanas abiertas y bajo condiciones normales

con las ventanas cerradas. El estudio se lleva a cabo en diciembre con temperaturas de invierno, aunque unos ensayos se realizaron a las 9:30 h y otros a las 12:30 h Este estudio está asociado al análisis de consumos energéticos que se realiza para comparar los consumos de electricidad y de gas natural entre años antes y durante la pandemia para estudiar la diferencia de valores y su impacto energético y medioambiental.

Finalmente, en base a toda la situación estudiada y su contexto actual, se hacen propuestas y recomendaciones con detalle de soluciones que pueden mejorar el rendimiento energético de los edificios y, consecuentemente, incidir directamente en la calificación energética de los edificios con la normativa actual. Estas soluciones incluyen una estimación de su coste y conocer su rentabilidad. Luego de esto, se establecen las conclusiones del estudio de eficiencia energética.

4.1 Descripción De Los Edificios

Para comenzar el estudio, cierta información sobre los edificios es necesaria. Primero, conocer su posición geográfica y contexto de su situación. Para esto, se buscan las coordenadas de los edificios a través de la plataforma de Google Maps y también se estudia y se documenta por medio de fotos de manera presencial la fachada de los edificios, junto al estado de sus alrededores.

El edificio Carbonell se puede apreciar en la figura 4.1. Está situado a 38.695°N, 0.476°O, en la localidad de Alcoy, Alicante, España. El inmueble consta de 4 plantas, clasificadas en los siguientes niveles:

- Planta Baja:
Cafetería, 5 baños, 4 aulas, 2 recibidores y 6 áreas de trabajo.
- Planta Primera:
7 laboratorios, 1 aula, 23 despachos, 4 baños, y 2 aulas.
- Planta Segunda:
7 laboratorios, 2 aulas, 23 despachos, 4 baños, y 2 aulas.
- Planta Tercera:
Biblioteca (2 plantas), 4 baños, 7 áreas de trabajo y 4 aulas.



Figura 4.1: Fachada noreste y sureste del Edificio Carbonell

El edificio Gerogina Blanes se puede apreciar en la figura 4.2. Está situado a 38.694°N, 0.477°O, en la localidad de Alcoy, Alicante, España. El inmueble consta de 4 plantas, clasificadas en los siguientes niveles:

- Planta Parking 1:
- Planta Parking 2:
- Planta Baja:
Pabellón de deportes, 2 baños, 4 vestuarios, gimnasio y terraza.
- Planta Primera:
Pabellón de deportes, 2 baños, gimnasio 2.
- Planta Segunda:
7 aulas de estudio/taller, 1 baño.
- Planta Tercera:
10 aulas de estudio/taller, 1 baño.

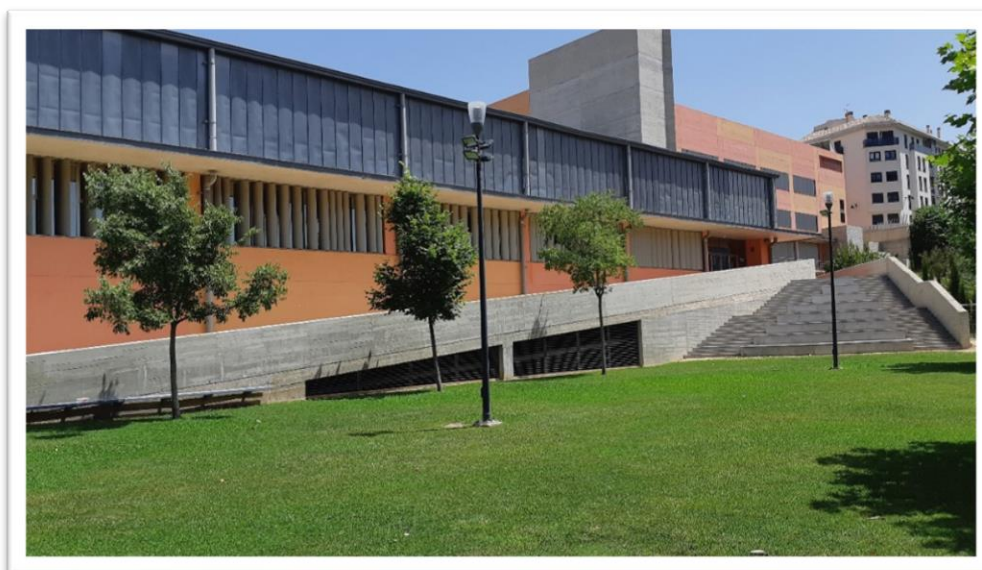


Figura 4.2: Fachada oeste del edificio Georgina Blanes

Por otro lado, la información sobre las características externas, internas y constructivas de los edificios también es relevante. La parte externa señala la superficie y características de la fachada, los muros y las ventanas. La parte interna busca describir la superficie útil y su distribución entre baños, aulas, laboratorios, entre otros. Por último, las características constructivas representan a todas aquellas que formen parte del funcionamiento y condiciones del edificio, es decir, instalaciones de climatización, ventilación, iluminación y agua, así como también las características de la envolvente térmica y los puentes térmicos existentes.

Las características externas del edificio Carbonell son las siguientes:

- Muros: El edificio cuenta con cinco frentes, cada uno con sus respectivas cuatro plantas de 3,5 m cada una. Además, se incluye la cubierta que cubre toda el área de la construcción.

Fachada	Superficie (m^2)	Transmitancia ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$)
Fachada Sur	898,80	1,87
Fachada Sureste	686,14	1,87
Fachada Noreste	1085,84	1,87
Fachada Norte	1220,80	1,87
Fachada Noroeste	480,90	1,87
Cubierta	366,10	1,52

Tabla 4.3: Superficies de fachada del edificio Carbonell

- Ventanas: Las medidas se toman manualmente de algunas ventanas para tomar un multiplicador y conocer la superficie total de cada fachada de acuerdo a su orientación. La transmitancia se obtiene por homologación del estudio de eficiencia energética del edificio Ferrandiz.

<i>Fachada</i>	Superficie (m^2)	Transmitancia ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$)
<i>Fachada Sur 1</i>	113,74	5,70
<i>Fachada Sureste 1</i>	80,72	3,37
<i>Fachada Noreste 1</i>	122,24	3,37
<i>Fachada Noroeste 1</i>	36,85	3,37
<i>Fachada Norte 1</i>	7,60	3,37
<i>Fachada Sur 2</i>	113,74	3,37
<i>Fachada Sureste 2</i>	80,72	3,37
<i>Fachada Noreste 2</i>	122,24	3,37
<i>Fachada Noroeste 2</i>	36,85	3,37
<i>Fachada Norte 2</i>	7,60	3,37
<i>Fachada Sur 3</i>	113,74	3,37
<i>Fachada Sureste 3</i>	80,72	3,37
<i>Fachada Noreste 3</i>	122,24	3,37
<i>Fachada Noroeste 3</i>	36,85	3,37
<i>Fachada Norte 3</i>	7,60	3,37
<i>Fachada Sur 4</i>	113,74	3,37
<i>Fachada Sureste 4</i>	140,72	3,37
<i>Fachada Noreste 4</i>	179,24	3,44
<i>Fachada Noroeste 4</i>	28,10	3,37
<i>Fachada Norte 4</i>	62,43	3,44

Tabla 4.5: Superficies de ventanas del edificio Carbonell

Las características externas del edificio Georgina Blanes son las siguientes:

- Muros:

Fachada	Superficie (m²)	Transmitancia ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$)
Fachada Norte	610,64	1,69
Fachada Oeste	1868,30	1,69
Fachada Sur	378,29	1,69
Fachada Este	1971,50	1,69

Tabla 4.6: Superficies de fachada del edificio Georgina Blanes

- Ventanas

Fachada	Superficie (m²)	Transmitancia ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$)
Fachada Norte 1	23,85	3,44
Fachada Norte 2	19,37	3,44
Fachada Oeste 1	183,11	3,44
Fachada Oeste 2	134,42	3,44
Fachada Sur 2	22,77	5,88
Fachada Sur 3	25,40	3,44
Fachada Sur 4	3,70	3,44
Fachada Este 1	33,81	3,44
Fachada Este 2	202,85	3,44
Fachada Este 3	61,11	3,44
Fachada Este 4	9,20	3,44

Tabla 4.7: Superficies de ventanas del edificio Georgina Blanes

Las características internas del edificio Carbonell se han obtenido por observación del edificio y de sus planos. Su perfil de uso, tomando en cuenta su carácter de universidad, se estima de intensidad alta de 12 horas. Son las siguientes:

- Superficie útil: 11 686 m^2
- N° de entradas/salidas: 9
- Perfil de uso: Intensidad Alta – 12 h

Equipos de Calefacción 440 kW x 2

Equipos de refrigeración	66,80 kW x 2
Equipos de ACS	5 kW

Tabla 4.8: Instalaciones de climatización y agua caliente de Carbonell

Las características internas del edificio Georgina Blanes se han obtenido por observación del edificio y de sus planos. Su perfil de uso, tomando en cuenta su carácter de universidad, se estima de intensidad alta de 12 horas. Son las siguientes:

- Superficie útil: 8 863 m^2
- N° de entradas/salidas: 10
- Perfil de uso: Intensidad Alta – 12 h

Equipos de Calefacción 140 kW + 240 kW

Equipos de refrigeración	66,80 kW x 2
Equipos de ACS	360 kW
Contribuciones energéticas	35 %

Tabla 4.8: Instalaciones de climatización y agua caliente de Georgina Blanes

4.2 Introducción de datos en CE3X

A continuación, se introducen los datos obtenidos en el programa CE3X para obtener el certificado de eficiencia energética de los edificios. Este programa recoge todos los datos para realizar los cálculos y estimaciones correspondientes que darán resultado a una calificación de certificación energética.

Para introducir la información, esta se clasifica en cuatro grandes campos: datos administrativos, datos generales, envolvente térmica e instalaciones. Cada una con sus respectivas fichas a rellenar.

4.2.1 Datos Administrativos

Los datos administrativos corresponden a la localización e identificación del edificio, los datos del cliente y también del técnico certificador (en este caso, por ser parte de un estudio independiente, la titulación del técnico presentará la de “ingeniero eléctrico” por la titulación a obtener por este trabajo). Como se

puede observar en la figura 4.2.1.1 para Carbonell y 4.2.1.2 para Georgina Blanes, los datos introducidos son los siguientes:

Edificio Carbonell

- Nombre del edificio: Carbonell
- Dirección: Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n
- Provincia: Alicante – Localidad: Alcoy – Código Postal: 03801
- Referencia Catastral: 9661807YH1896S0001SQ

- Nombre o razón social cliente: Universitat Politècnica de València
- Dirección: Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n
- Provincia: Alicante – Localidad: Alcoy – Código Postal: 03801
- Teléfono: (+34) 96 652 84 00 – E-mail:

- Nombre y apellidos técnico: Eduardo Andrés Pernaleté López
- NIF: Y5664130-A
- Dirección:
- Provincia: Alicante – Localidad: Alcoy – Código Postal: 03801
- Teléfono: (+34) 657 68 77 15 – E-mail: edperlo@epsa.upv.es
- Titulación habilitante según normativa vigente: Ingeniero eléctrico

CE3X - GT: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Gran terciario

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio	Carbonell		
Dirección	Plaza Ferrandiz y Carbonell		
Provincia/Ciudad autónoma	Alicante	Localidad	Alcoy
Código Postal	03801		
Referencia Catastral	9661807YH1896S0001SQ +		

Datos del cliente

Nombre o razón social	Universidad Politécnica de Valencia		
Dirección	Plaza Ferrandiz y Carbonell		
Provincia/Ciudad autónoma	Alicante	Localidad	Alcoy
Código Postal	03801		
Teléfono	96 652 84 00	E-mail	

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos	Eduardo Andrés Pernaleté López	NIF	Y5664130-A
Razón social		CIF	
Dirección	Calle Dr. Guerau 10		
Provincia/Ciudad autónoma	Alicante	Localidad	Alcoy
Código Postal	03801		
Teléfono	657687715	E-mail	edperlo@epsa.upv.es
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Eléctrico		

Figura 4.2.1.1: Datos administrativos del Edificio Carbonell

Edificio Georgina Blanes

- Nombre del edificio: Georgina Blanes
- Dirección: Calle Alarcón 1

- Provincia: Alicante – Localidad: Alcoy – Código Postal: 03801
- Referencia Catastral: 9661808YH1896S0001ZQ
- Nombre o razón social cliente: Universitat Politècnica de València
- Dirección: Calle Alarcón 1
- Provincia: Alicante – Localidad: Alcoy – Código Postal: 03801
- Teléfono: (+34) 96 652 84 00 – E-mail:
- Nombre y apellidos técnico: Eduardo Andrés Pernaleté López
- NIF: Y5664130-A
- Dirección:
- Provincia: Alicante – Localidad: Alcoy – Código Postal: 03801
- Teléfono: (+34) 657 68 77 15 – E-mail: edperlo@epsa.upv.es
- Titulación habilitante según normativa vigente: Ingeniero eléctrico

CE3X - GT: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Gran terciario

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio: Georgina Blanes

Dirección: Calle Alarcón 1

Provincia/Ciudad autónoma: Alicante Localidad: Alcoy Código Postal: 03801

Referencia Catastral: 9661808YH1896S0001ZQ

Datos del cliente

Nombre o razón social: Universidad Politécnica de Valencia

Dirección: Plaza Ferrandiz y Carbonell

Provincia/Ciudad autónoma: Alicante Localidad: Alcoy Código Postal: 03801

Teléfono: 96 652 84 00 E-mail:

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos: Eduardo Andrés Pernaleté López NIF: Y5664130-A

Razón social: CIF:

Dirección: Calle Dr. Guerau 10

Provincia/Ciudad autónoma: Alicante Localidad: Alcoy Código Postal: 03801

Teléfono: 657687715 E-mail: edperlo@epsa.upv.es

Titulación habilitante según normativa vigente: Ingeniero Eléctrico

Figura 4.2.1.1: Datos administrativos del Edificio Georgina Blanes

4.2.2 Datos Generales

Los datos generales corresponden a algunas definiciones sobre el edificio y su tipo, además de su entorno y la normativa vigente en el cual está regido. Como se puede observar en la figura 4.2.2.1 para Carbonell y 4.2.2.2 para Georgina Blanes, los datos introducidos son los siguientes:

Edificio Carbonell

- Normativa Vigente: NBE-CT-79 – Año construcción: 2003 (rehabilitado)

- Tipo de edificio: completo – Perfil de uso: intensidad alta 12h
- Provincia: Alicante – Localidad: Alcoy
- Superficie útil habitable: 11.686 m²
- Altura libre de planta: 3,5 m
- Número de plantas habitables: 4
- Ventilación del inmueble: 0,8 ren/h
- Demanda diaria de ACS: 10 L/d
- Masa de particiones internas: Media
- Se ha ensayado la estanqueidad de los edificios: NO

CE3X - GT: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Gran terciario

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envolverte térmica Instalaciones

Datos generales

Normativa vigente: NBE-CT-79 Año construcción: 2006

Tipo de edificio: Edificio completo Perfil de uso: Intensidad Alta - 12h

Provincia/Ciudad autónoma: Alicante Localidad: Alcoy Zona climática: C3

Definición edificio

Superficie útil habitable: 11686 m²

Altura libre de planta: 3,5 m

Número de plantas habitables: 4

Ventilación del inmueble: 0,8 ren/h

Demanda diaria de ACS: 10 l/día

Masa de las particiones internas: Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Figura 4.2.2.1: Datos generales del edificio Carbonell

Edificio Georgina Blanes

- Normativa Vigente: CTE 2013 – Año construcción: 2003 (rehabilitado)
- Tipo de edificio: completo – Perfil de uso: intensidad alta 12h
- Provincia: Alicante – Localidad: Alcoy
- Superficie útil habitable 8.863 m²
- Altura libre de planta: 2,7 m
- Número de plantas habitables: 4
- Ventilación del inmueble: 0,8 ren/h
- Demanda diaria de ACS: 1200 L/d
- Masa de particiones internas: Media
- Se ha ensayado la estanqueidad de los edificios: NO

CE3X - GT: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Gran terciario

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales **Envolvente térmica** Instalaciones

Datos generales

Normativa vigente: CTE 2013 Año construcción: 2015

Tipo de edificio: Edificio completo Perfil de uso: Intensidad Alta - 12h

Provincia/Ciudad autónoma: Alicante Localidad: Alcoy Zona climática: C3 HE-1 HE-4 V

Definición edificio

Superficie útil habitable: 8863 m²

Altura libre de planta: 2,7 m

Número de plantas habitables: 4

Ventilación del inmueble: 0,8 ren/h

Demanda diaria de ACS: 600 l/día

Masa de las particiones internas: Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Figura 4.2.2.2: Datos generales del edificio Georgina Blanes

4.2.3 Envolvente Térmica

La envolvente térmica corresponde a todos los elementos que separan espacios internos del edificio con el exterior. Esto hace referencia a la cubierta, los muros, los suelos, particiones interiores, huecos o lucernarios y puentes térmicos. En las figuras 4.2.3.1 para Georgina Blanes, se observan cómo se realiza la introducción de los datos para sus correspondientes. Se introducen aquí los datos mostrados en el apartado 4.1.

CE3X - GT: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Gran terciario

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales **Envolvente térmica** Instalaciones

Envolvente térmica del edificio

Cubierta

Muro

Suelo

Partición interior

Hueco/Lucernario

Puente térmico

Hueco/Lucernario

Nombre: Ventana Este 4

Cerramiento asociado: Fachada Este Orientación: Este

Dimensiones: Longitud: m, Altura: m, Multiplicador: 1

Superficie: 9,2 m² Porcentaje de marco: 20 %

Características: Permeabilidad del hueco: Estanco 50 m³/m², Absorbtividad del marco: a 0,75

Dispositivo de protección solar

Patrón de sombras: Sin patrón

Doble ventana

Parámetros característicos del hueco

Propiedades térmicas: Estimadas

Tipo de vidrio: Doble U vidrio: 3,3 W/m²K

Tipo de marco: Metálico con RPT g vidrio: 0,75 U marco: 4,0 W/m²K

Zonas: Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Figura 4.2.3.1: Envlovente térmica del edificio Georgina Blanes

4.2.4 Instalaciones

Las instalaciones se refieren a todas aquellas asociadas las funciones de climatización, agua caliente sanitaria (ACS), iluminación, ventilación, bombeo y contribuciones energéticas. En las figuras 4.2.4.1 para Georgina Blanes se observa la introducción de datos de las instalaciones.

The screenshot shows the 'Instalaciones del edificio' configuration window in the CE3X software. The window title is 'CE3X - GT: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Gran terciario'. The interface includes a sidebar on the left with a tree view showing 'Edificio Objeto' and its sub-items: 'Equipo ACS calefacción', 'refrigeración', 'Contribuciones energéticas', and 'Ventilador'. The main area is titled 'Instalaciones del edificio' and contains a list of radio buttons for selecting equipment types: 'Equipo de ACS', 'Equipo de sólo calefacción' (selected), 'Equipo de sólo refrigeración', 'Equipo de calefacción y refrigeración', 'Equipo mixto de calefacción y ACS', 'Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS', 'Contribuciones energéticas', 'Equipos de iluminación', 'Equipos de aire primario', 'Ventiladores', 'Equipos de bombeo', and 'Torres de refrigeración'. Below this, the 'Equipo de sólo calefacción' configuration form is visible, with fields for 'Nombre' (calefacción), 'Zona' (Edificio Objeto), 'Tipo de generador' (Caldera Estándar), 'Tipo de combustible' (Gas Natural), 'Rendimiento estacional' (89.1%), 'Potencia nominal' (480.0 kW), 'Carga media real fomb' (0.2), 'Rendimiento de combustión' (96.2%), and 'Aislamiento de la caldera' (Bien aislada y mantenida). At the bottom, there are buttons for 'Añadir', 'Modificar', 'Borrar', and 'Vista clásica'.

Figura 4.2.4.1: Instalaciones del edificio Georgina Blanes

4.2.5 Calificación del Proyecto

Una vez ya introducidos los datos, se procede a obtener la calificación energética de los edificios. En el anexo A se puede apreciar los diferentes resultados de la calificación obtenida para los edificios. La escala de las calificaciones viene de acuerdo al año de construcción del edificio y sus características constructivas, principalmente, su aislamiento térmico (RITE, 2013).

El edificio Carbonell ha obtenido una calificación de 15,2 en emisiones de CO₂, otorgándole el nivel F en la escala. Esto se debe a que las emisiones por consumo eléctrico llegan a $9,9 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$ y por otros combustibles $5,26 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$. Además, en consumo de energía primaria no renovable se ha obtenido una calificación de 83,3, otorgándole el nivel F. En este caso, la energía por calefacción alcanza los $24,82 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$, en refrigeración $58,25 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$ y en ACS $2,85 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$. Se puede observar la calificación general junto con la escala establecida por la normativa en la figura 4.2.5.1. La calificación oficial del edificio es la D.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

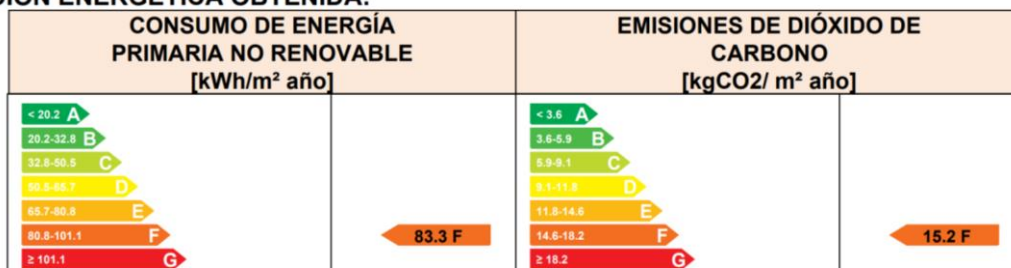


Figura 4.2.5.1: Calificación energética del edificio Carbonell

El edificio Georgina Blanes ha obtenido una calificación de 11,20 en emisiones de CO₂, otorgándole el nivel C en la escala. Esto se debe a que las emisiones por consumo eléctrico llegan a $10,06 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$ y por otros combustibles $1,11 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$. Además, en consumo de energía primaria no renovable se ha obtenido una calificación de 64.60, otorgándole el nivel D. En este caso, la energía por calefacción alcanza los $2,39 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$, en refrigeración $52,27 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$ y en ACS $2,85 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$. Se puede observar la calificación general junto con la escala establecida por la normativa en la figura 4.2.5.2. La calificación oficial del edificio es C.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

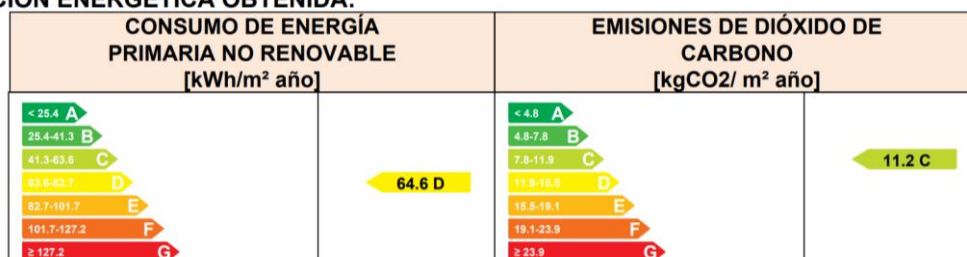


Figura 4.2.5.1: Calificación energética del edificio Georgina Blanes

Se puede decir que los edificios presentan una gran diferencia de calificación debido a que, a pesar de que Carbonell fue rehabilitado en 2006, la obra original presenta materiales que no están hechos para una buena preservación de la energía, como si lo está Georgina Blanes ya que es una edificación construida en la última década, con instalaciones recientes y una transmitancia térmica de menos de $1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$.

4.3 Estudio Termográfico

A continuación, se realiza el estudio termográfico en los edificios. Este consiste Este, consiste en la captación de imágenes termográficas de un espacio de muestra de cada edificio, el aula C2A2 de Carbonell y el gimnasio de Georgina Blanes. Las muestras tomadas se clasifican en dos: bajo condiciones normales y bajo medidas de seguridad ante el COVID-19. El estudio se ha llevado a cabo en los meses de invierno del curso 20_21. Se ha empleado una cámara FLIR E50 con un lente FOL18 de rango de temperatura de -20 °C y 120 °C para

obtener la información y los resultados obtenidos demuestran las diferencias de temperaturas existentes entre las muestras y ayudan a determinar la cantidad de energía que se fuga y que se debe producir para tratar de mantener los espacios a una temperatura de comodidad para los usuarios, comprendidas entre 21 °C y 23 °C en invierno y entre 23 °C y 25 °C en verano, según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE, 2013).

Para cumplir las medidas de seguridad ante el COVID-19, se plantea un sistema de soluciones de dos direcciones: aumentar la ventilación y/o reducir la ocupación de los espacios (MSCBS, 2020). En el caso de la segunda, se puede despreciar la influencia que tiene sobre la eficiencia energética de los edificios. Por el contrario, la ventilación afecta directamente las condiciones de habitabilidad de los edificios, como la temperatura, la humedad y la estanqueidad del aire, de acuerdo a su definición en la Ley 5/1995. Según el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020), es recomendable que la ventilación sea mecánica. Cuando el edificio no disponga de ventilación mecánica, se aconseja abrir las ventanas, aunque también puede emplearse la ventilación combinada. Todo esto sin modificar la temperatura de consigna de calefacción o refrigeración ni los rangos reglamentarios de humedad relativa (MSCBS, 2020).

Para el aula C2A2 del edificio Carbonell, existe una ventana de 228 x 220 cm que se ha utilizado para la ventilación durante la presencia de usuarios en el edificio. De esta forma, se emplea la ventilación combinada. Durante el mes de diciembre, el cual presenta temperaturas entre 13 °C y 3 °C (Weather Spark, 2021), se han tomado capturas termográficas del aula a las 9:30 h con la ventana abierta desde dos horas antes, se puede observar en la figura 4.3.1. Como acto comparativo, se ha cerrado la ventana y tomado también capturas, tres horas y media después, se puede observar en la figura 4.3.2.

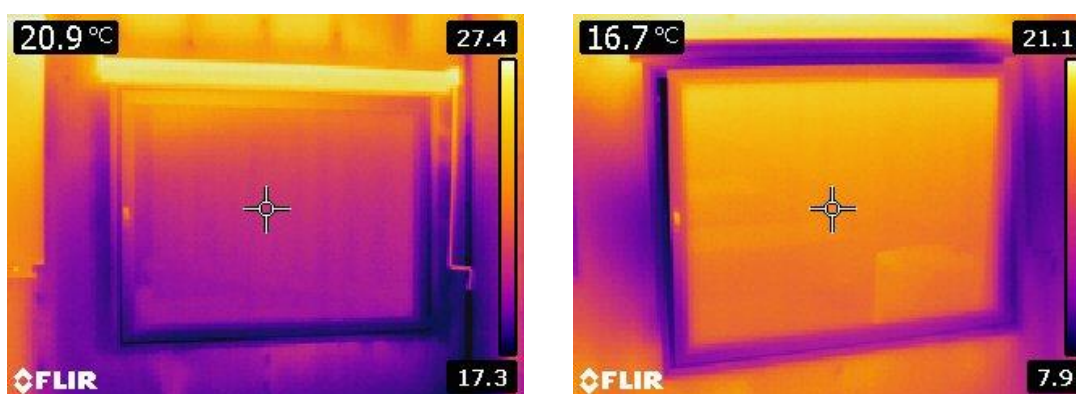


Figura 4.3.1: Captura n°5 del aula bajo medidas ventilación y bajo condiciones normales

Por otro lado, para el gimnasio del edificio Georgina Blanes, existen 18 ventanas de 200 x 20 cm para la ventilación durante la presencia de usuarios en las áreas de musculación (primera planta) y cardio fitness (segunda planta). De esta forma, se emplea ventilación combinada. Durante el mes de diciembre, se han tomado capturas termográficas de los diferentes espacios del gimnasio a las 10:00 h con las ventanas cerradas desde de las 8:30 h, se puede observar en la

figura 4.3.2. Como acto comparativo, se han abierto las ventanas por dos horas y se han tomado también capturas a las 15:30 h, se puede observar en la figura.

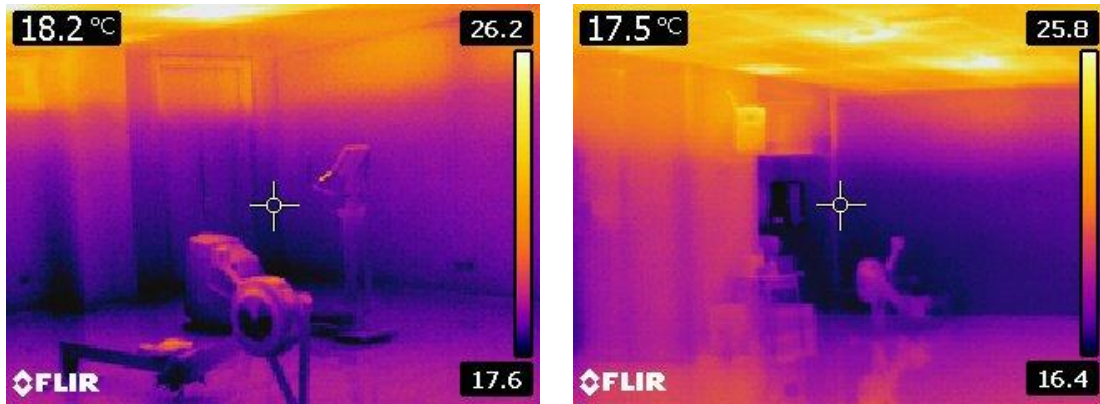


Figura 4.3.2: Captura nº5 del gimnasio bajo medidas ventilación y bajo condiciones normales

4.4 Observación de Consumos Energéticos

En complemento al estudio termográfico, se ha solicitado a la subdirección de infraestructuras los consumos de electricidad y gas de los edificios estudiados. Se entiende que las medidas de seguridad ante el COVID-19 provocan un descenso de las temperaturas en los espacios de los edificios, dejando como consecuencia un mayor consumo de energía por parte de las instalaciones de climatización. Los datos solicitados han sido entregados de la siguiente manera:

Los consumos de gas se han entregado en formato mensual por los años 2019, 2020 y 2021, por separado del edificio Carbonell y el Georgina Blanes como se aprecia en las tablas 4.4.1 y 4.4.2:

Consumos de gas			
CARBONELL (kWh)	2019	2020	2021
ENERO	203061	167229	176126
FEBRERO	125732	104156	105467
MARZO	87965	50459	126394
ABRIL	83605	4667	100467
MAYO	6612	0	
JUNIO	2287	3574	
JULIO	1606	0	
AGOSTO	23	21	
SEPTIEMBRE	2103	2057	
OCTUBRE	1609	34104	
NOVIEMBRE	109044	99039	
DICIEMBRE	113685	144076	

Tabla 4.4.1: Consumos de gas de Carbonell

Consumos de gas			
ESPORTS(kWh)	2019	2020	2021
ENERO	50816	43802	6234
FEBRERO	47541	42771	22341
MARZO	43176	27146	39071
ABRIL	20229	0	47208
MAYO	17732	14649	
JUNIO	5003	4258	
JULIO	4899	5147	
AGOSTO	3025	4114	
SEPTIEMBRE	6809	4962	
OCTUBRE	3125	4946	
NOVIEMBRE	17146	25908	
DICIEMBRE	37407	45889	

Tabla 4.4.2: Consumo de gas de Georgina Blanes

De igual forma, los consumos de electricidad se presentan en la misma clasificación temporal pero del campus completo, es decir, el valor integral de los edificios Carbonell, Georgina Blanes y Ferrándiz, como se muestra en la tabla 4.4.3:

Consumos de electricidad			
ALCOI TOTAL (kWh)	2019	2020	2021
ENERO	123236	101397	82975
FEBRERO	92644	101829	73703
MARZO	9516	66578	98173
ABRIL	77959	3315	
MAYO	12183	34218	
JUNIO	133647	50014	
JULIO	128151	124147	
AGOSTO	65093	35387	
SEPTIEMBRE	94743	104362	
OCTUBRE	110627	82923	
NOVIEMBRE	94096	103433	
DICIEMBRE	91946	95867	

Tabla 4.4.3: Consumo de electricidad global del campus

5 RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Resultados del Estudio Termográfico

Por otro lado, los informes del estudio termográfico revelan un balance de temperaturas máximas y mínimas en los diferentes espacios del aula C2A2 y el gimnasio. En base a esto, se ha calculado el promedio específico y general de los espacios. Finalmente, se comparan los resultados de acuerdo a las condiciones de funcionamiento del edificio.

En el edificio Carbonell, el aula es estudiada en seis perspectivas para capturar todos los espacios. Primero, con la ventana abierta por medidas de seguridad presenta un promedio de temperaturas mínimo de 15,3°C y un promedio de temperaturas máximo de 26,0 °C. Se puede apreciar la serie de valores en la tabla 5.3.1.

Aula abierta							
Capturas	1	2	3	4	5	6	Promedio
Máximo (°C)	26,9	28,6	27,3	29,8	20,6	22,8	26,0
Mínimo (°C)	16,6	17,1	19,7	18,2	6,6	13,6	15,3

Tabla 5.3.1: Aula C2A2 con ventilación natural

Mientras que en condiciones normales el promedio de temperaturas mínima de 19,9 °C y promedio de temperaturas máxima de 32,2 °C. Se puede apreciar la serie de valores en la tabla 5.3.2.

Aula cerrada							
	1	2	3	4	5	6	Promedio
Máximo (°C)	30,9	31,7	30,3	40,3	27,7	-	32,2
Mínimo (°C)	19,5	19,7	23,1	20,9	16,5	-	19,9

Tabla 5.3.2: Aula C2A2 sin ventilación natural

Finalmente, los valores se pueden resumir en la figura 5.3.3, donde se aprecia con mejor detalle la diferencia de temperaturas existente entre las dos condiciones. Bajo condiciones normales se presenta una temperatura media de 26 °C, lo cual está tres puntos por encima de las condiciones de comodidad normalizada para la temporada de invierno. Sin embargo, los usuarios perciben una temperatura más cercana a la media mínima, que está a 20,0 °C. Ahora, en presencia de la ventilación natural, la temperatura media es de 20,6 °C y un mínimo de 15,3 °C, lo cual da una percepción a los usuarios entre uno y cinco grados por debajo de las condiciones de comodidad. Por otro lado, las temperaturas máximas señalan los pequeños espacios alrededor de los puntos de calefacción y no hacen referencia a la experiencia de los usuarios dentro de los edificios.

Se debe señalar que las temperaturas mínimas son las que más interactúan con el usuario. Esto se debe a que el aire caliente busca ascender y permanece arriba. Como las personas están claramente a 2 m sobre el suelo como máximo, se perciben más las menores temperaturas desde los pies y ascendiendo puede aumentar. En la figura 5.3.3 se puede observar como las temperaturas se de distribuyen en un espacio del gimnasio.



Figura 5.3.3: distribución de temperaturas en el gimnasio

El aula presenta los siguientes rangos de temperatura en la figura 5.3.4.

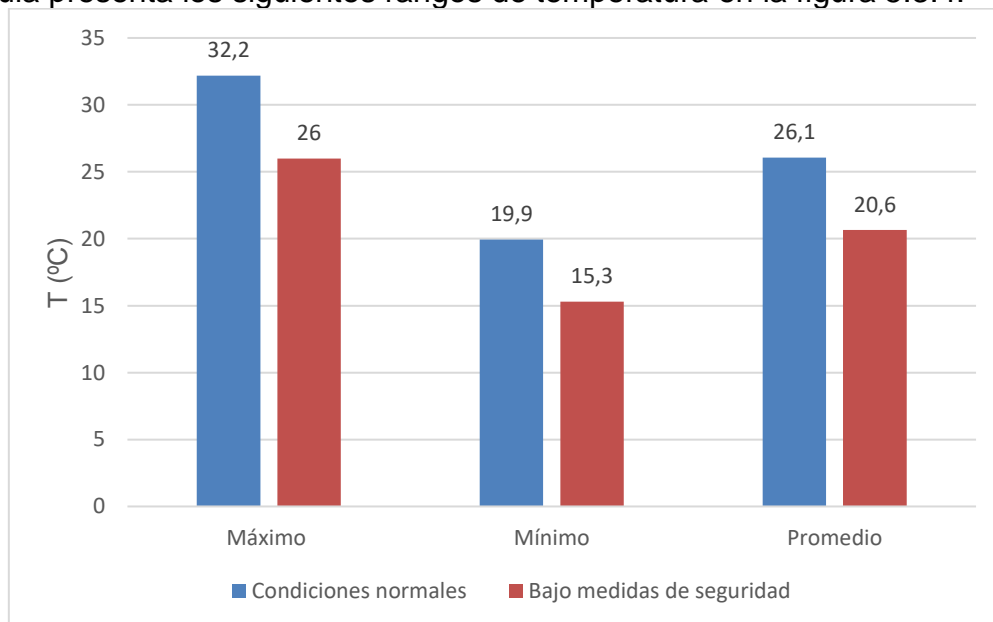


Figura 5.3.4: Distribución de temperaturas en el aula C2A2 bajo las dos condiciones de estudio

En el edificio Georgina Blanes, el gimnasio ha sido objeto del estudio termográfico en 8 espacios. Primero, con cinco ventanas cerradas en condiciones normales se presenta un promedio de temperaturas mínimas de 15,0 °C y un promedio de temperaturas máximas de 25,6 °C. Se puede apreciar en la tabla 5.3.5.

Gimnasio cerrado									
Espacio	1	2	3	4	5	6	7	8	Promedio
Máximo (°C)	29,5	25,5	17,8	25,5	25,6	25,9	28,9	26,4	25,6
Mínimo (°C)	14	14,9	12,3	13,9	17,1	1,5	14,8	17,7	14,9

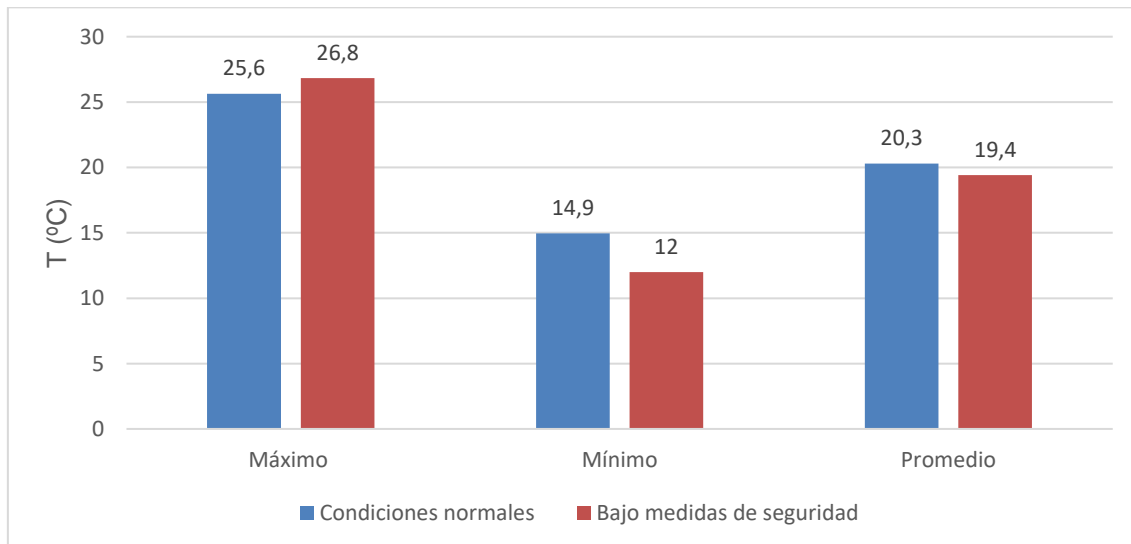
Tabla 5.3.5: Aula C2A2 sin ventilación natural

A su vez, bajo las condiciones con ventilación natural por las medidas de seguridad se presenta un promedio de temperaturas mínima de 12,0 °C y un promedio de temperaturas máximo de 26,8 °C, como se puede apreciar en la tabla 5.3.6.

Gimnasio abierto									
Espacio	1	2	3	4	5	6	7	8	Promedio
Máximo (°C)	23,8	31,2	18,3	31,2	27,4	19,5	31,6	31,7	26,8
Mínimo (°C)	11,4	13,0	9,5	11,7	17,3	12,5	11,9	8,7	12

Tabla 5.3.6: Aula C2A2 con ventilación natural

Finalmente, los valores de esta segunda muestra se pueden resumir en la gráfica 5.3.6, donde la diferencia de temperaturas no es tan notable como en el aula de Carbonell. El promedio de temperaturas bajo condiciones normales es de 20,3 °C y una sensación térmica para los usuarios con tendencia a 15,0 °C, es decir, alrededor de unos cuatro puntos por debajo de las condiciones de comodidad. Mientras que, bajo las condiciones con ventilación natural, el promedio de temperaturas global es de 19,4 °C y el mínimo de 12,0 °C, aún más lejos de tales condiciones. Las temperaturas máximas solo se distancian a 1 °C de diferencia entre condiciones y aún no representan la experiencia de los usuarios en los espacios. Esto representa un coste adicional alto debido al gran esfuerzo que requiere aumentar las temperaturas y alcanzar hasta el suelo para interactuar con los usuarios bajo las medidas de ventilación.



Gráfica 5.3.6: Distribución de temperaturas en el gimnasio bajo las dos condiciones de estudio

Cabe destacar que, a pesar de que las diferencias de temperaturas entre las condiciones de estudio no son superiores a 3 °C, el volumen de espacio del gimnasio es de 3 865 m³, mientras que el aula C2A2 es de 413 m³. En otras palabras, existe una diferencia de casi 10 veces de espacio, traduciéndose en que se necesita mayor cantidad de energía para aumentar la temperatura.

Los informes completos de las capturas termográficas del aula C2A2 y el gimnasio se encuentran en el anexo B.

5.2 Análisis de Consumos Energéticos

En vista de las estimaciones de energía necesaria para el aumento de temperatura por metro cúbico, ahora se puede analizar con profundidad los consumos energéticos que presentaron estos edificios o el campus universitario en general, tanto antes como después de la pandemia. Del periodo de tiempo que se ha obtenido de la solicitud a la subdirección de infraestructura, se han discriminado los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2019 y 2020 y enero febrero, marzo y abril de 2019, 2020 y 2021.

El propósito de esta elección es para poder comparar los consumos de 2019 con los de 2020 en su último trimestre y aparte en el primero para 2019 y 2020 con los de 2021. A esto se le debe agregar una excepción de los meses de enero y febrero de 2021 cuando se reforzaron las medidas contra los contagios y se cerraron los edificios y sus actividades regulares. Se deberá analizar con detalle los valores presentes en esos meses e interpretar como afecta nuestra hipótesis.

Para empezar, los consumos de gas en el edificio Carbonell se representan en la tabla 5.4.1, los cuales presentan un aumento del 16 % entre el último trimestre de 2019 y el último de 2020. A su vez, si comparamos 2021 con el 2019, solo se puede observar un pequeño aumento del 1,6 % en el primer cuatrimestre.

CARBONELL kWh	2019	2020	2021
OCTUBRE	1609	34104	
NOVIEMBRE	109044	99039	
DICIEMBRE	113685	144076	
SUBTOTAL	238819	277219	0
ENERO	203061	167229	176126
FEBRERO	125732	104156	105467
MARZO	87965	50459	126394
ABRIL	83605	4667	100467
SUBTOTAL	500363	326511	508454

Figura 5.4.1: Consumos de gas en Carbonell (kW-h)

Este aumento tan bajo entre 2019 y 2021 se le puede atribuir a lo antes mencionado sobre el cierre de la universidad durante enero y febrero, en el cual la continuación de clases y evaluaciones desde casa llevó a la casi total ausencia de personas en las instalaciones. Se puede notar la vuelta de las actividades presenciales en los meses de marzo y abril de 2021, donde los consumos aumentan un 43,7 % y 20 % respectivamente con respecto a dos años atrás. En la gráfica 5.4.2 se observa con detalle los consumos inversamente

proporcionales las temperaturas exteriores correspondientes a los meses y sus diferencias entre los tres años.

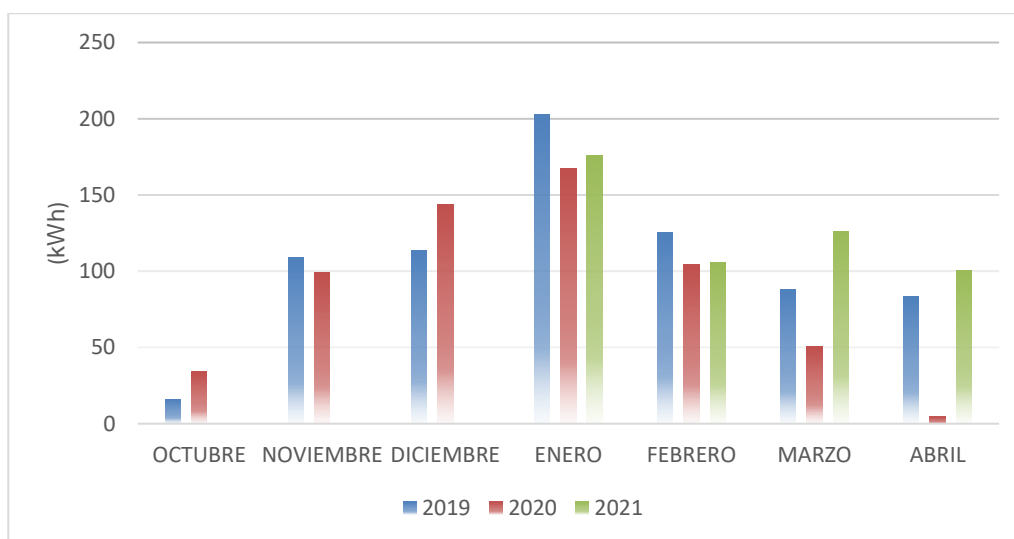


Figura 5.4.2: Consumos de gas en Carbonell (kWh)

Tomando en cuenta que el gas natural tiene una densidad de energía de $13,6 \frac{kWh \cdot h}{kg}$ y una intensidad de carbono de $2,6 \frac{kg CO_2}{kg}$ (IEA, 2021), los aumentos de consumo, al realizar los cálculos pertinentes con las ecuaciones 5.1 y 5.2, representan emisiones de CO_2 de casi 18 toneladas.

$$E_{gas} = [277.219 - 238.819] + [(126.394 - 87.965) + (100.467 - 83.605)]$$

$$E_{gas} = 93.691 kWh$$

$$M_{CO_2} = 93.691 kWh \cdot \frac{2,6 \frac{kg CO_2}{kg}}{13,6 \frac{kWh}{kg}}$$

$$M_{CO_2} = 17.912 kg_{CO_2}$$

Para el edificio de Georgina Blanes, los consumos de gas presentan un aumento del 33 % entre el último trimestre de 2020 y el de 2019 y también una diferencia del 5,6 % entre el primer cuatrimestre del 2019 y 2021. Sin embargo, si se discrimina a enero y febrero por las razones antes mencionadas, marzo presenta un descenso del 9,5 %, pero abril aumenta sus consumos abruptamente hasta un 133 %, como se puede apreciar en la tabla 5.4.3.

Georgina B (KWh)	2019	2020	2021
OCTUBRE	3125	4946	
NOVIEMBRE	17146	25908	
DICIEMBRE	37407	45889	
SUBTOTAL	57678	76743	0
ENERO	50816	43802	6234
FEBRERO	47541	42771	22341
MARZO	43176	27146	39071

ABRIL	20229	0	47208
SUBTOTAL	161762	113719	17096

Tabla 5.4.3: Consumos de gas de Georgina Blanes

Nuevamente, de acuerdo a las temperaturas exteriores medias de cada mes, los consumos varían de la misma forma que en el edificio Carbonell, como se aprecia en la gráfica 5.4.4.

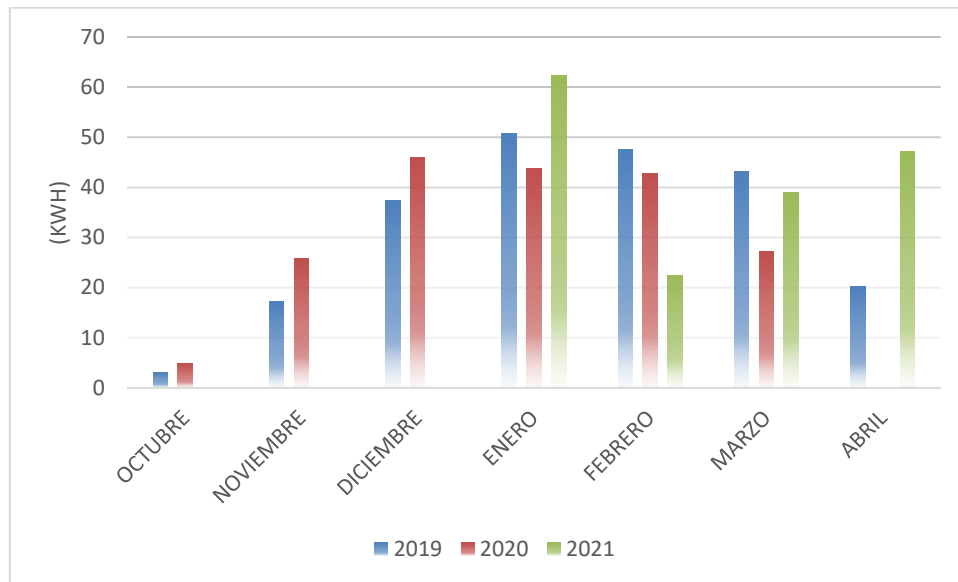


Figura 5.4.4: Consumos de gas de Georgina Blanes

Al usar nuevamente las ecuaciones, se determinan que los aumentos en consumos de gas representan alrededor de ocho toneladas en emisiones de CO_2 .

$$E_{gas} = [76.743 - 57.678] + (39.071 - 43.176) + (47.208 - 20.229)$$

$$E_{gas} = 41\,939 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

$$M_{CO_2} = 41\,939 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \frac{2,6 \frac{\text{kg}_{CO_2}}{\text{kg}}}{13,6 \frac{\text{kW} \cdot \text{h}}{\text{kg}}}$$

$$M_{CO_2} = 8\,018 \text{ kg}_{CO_2}$$

Por otro lado, el consumo global del Campus en electricidad no presenta cambios preocupantes. De hecho, durante los meses de cierre de la escuela el consumo disminuye notablemente, y cuando vuelven las actividades en marzo, los consumos aparecen con valores similares a 2019. Se puede apreciar en la figura 5.4.5.

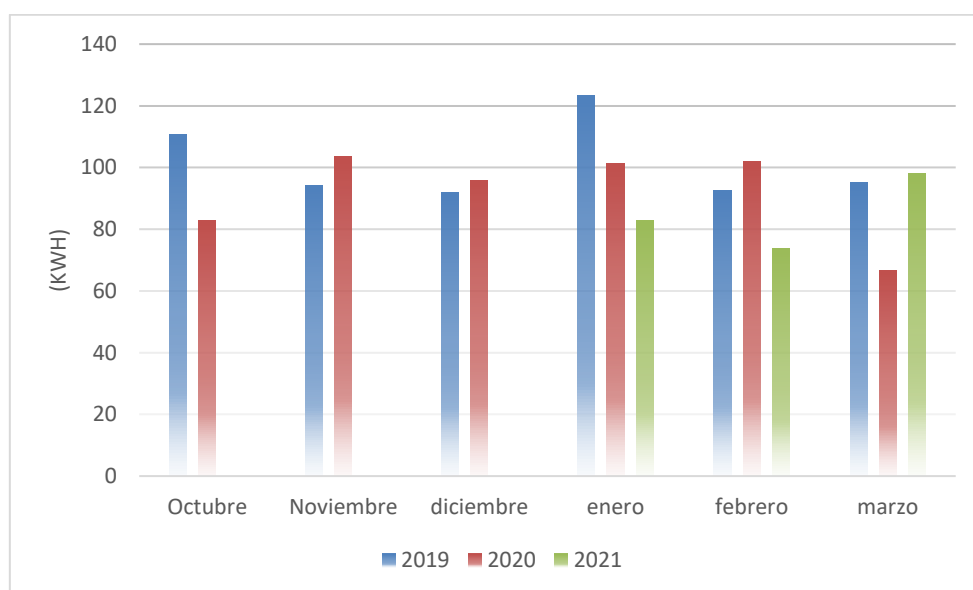


Figura 5.4.5: Consumo eléctrico global de la Escuela

6 RECOMENDACIONES Y SOLUCIONES PROPUESTAS

Tomando en cuenta la certificación energética resultante con la información, los datos recogidos y también la prevención de contagios y enfermedades dentro de las instalaciones, se han notado ciertos inconvenientes en los edificios. Las bajas contribuciones energéticas, la desequilibrada distribución de la energía, la fuga de la misma por determinados puentes térmicos y la considerablemente alta estanqueidad del aire forman parte de estos problemas. Estas instalaciones urgen de necesidades de mejora para alcanzar una mayor eficiencia energética y proveer más comodidad a sus usuarios con un consumo menor. En base a esto, se han establecido cuatro principales propuestas para la mejora del funcionamiento de los edificios:

- Instalar un puesto de carga de vehículos eléctricos con el 100 % de energías renovables;
- Instaurar termostatos individualizados;
- Vigorizar el aislamiento térmico;
- Aumentar y reforzar el uso de los sistemas de ventilación.

Cada una de estas soluciones atiende a un problema específico. El método, las herramientas, el coste y el propósito se verán desarrollados en los siguientes subapartados.

6.1 Puesto de Carga

El propósito de la primera solución es la instalación de un puesto de carga para vehículos eléctricos con energía de origen 100 % renovable a través de una instalación solar fotovoltaica para autosostener la recarga de coches de esta categoría de miembros de la universidad. El fin propio de la propuesta, es aumentar las contribuciones energéticas del edificio Georgina Blanes para así mejorar su rendimiento energético.

La instalación estaría ubicada en la planta 1 del parking en el edificio de Georgina Blanes con extensión a los paneles fotovoltaicos en la azotea del mismo, como se muestra en la figura 6.1.1. Actualmente, la capacidad de las baterías de los coches eléctricos se ubica entre 50 kW·h y 100 kW·h (Ramos, 2021). Esto indica que, para una carga mínima de 50 kW·h por ocho horas, haría falta una instalación fotovoltaica y un banco de baterías de determinadas características. Actualmente, entre dos y tres coches eléctricos usan el servicio de carga en la universidad y se estima un crecimiento anual del 130% en ventas de vehículos eléctricos (Fernández, 2021). Se puede decir que en cinco años se debe dar servicio a entre 20 y 30 coches.

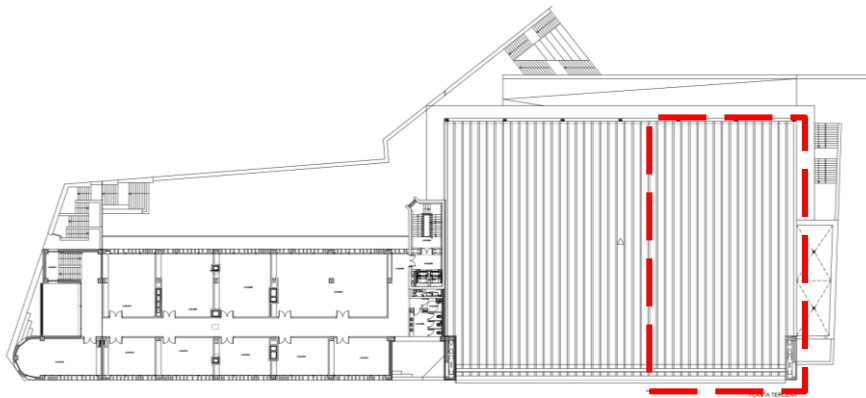


Figura 6.1.1: Ubicación recomendada de la instalación fotovoltaica

Las baterías deben aportar una energía diaria de 50 kW·h. Teniendo en cuenta los siguientes factores, se puede obtener la capacidad estimada del banco de baterías con la ecuación:

- Rendimiento del inversor = 96,2 %
- Pérdidas en los cables = 2 %
- Profundidad de descarga (DoD) = 85 %
- Autonomía de medio día

$$E_{bat} = \frac{E_{diaria}}{\eta_{inv} \cdot Per_{cables} \cdot DoD} \cdot Días_{Auton.} = \frac{50 \text{ kW} \cdot h}{0,962 \cdot 0,98 \cdot 0,85} \cdot \frac{1}{2}$$

$$E_{bat} = 31,2 \text{ kW} \cdot h$$

Se puede obtener la capacidad exacta de 31,2 kW·h para poder recomendar las baterías de litio *Turbo Energy Lithium Series 2,4 kW·h 48V US 2000C Pylontech* (x13).

Para conocer las dimensiones de la instalación fotovoltaica, se realiza una simulación en *PVGIS* en la localización exacta del edificio a una potencia de 1 kWp y a una inclinación de 60° para aumentar la eficiencia de la generación en los meses de invierno, como se aprecia en la figura 6.1.2.

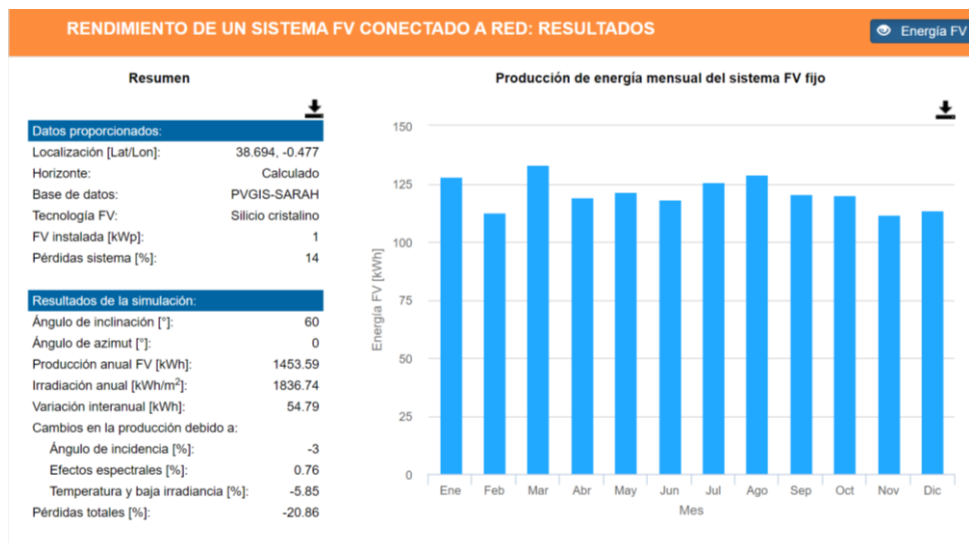


Figura 6.1.2: Simulación de generación de energía con 1 kWp

Los paneles deben producir al menos el 80 % del consumo diario esperado más las baterías (cargándose en 7 días). Se espera que sea alrededor de 44,5 kW·h, como lo indica la ecuación.

$$E_{panel} = E_{cargas} + \frac{E_{bat}}{7} = 50 \text{ kW h} \cdot 0,5 + \frac{31,2 \text{ kWh}}{7} = 44,5 \text{ kW h}$$

Si el mes de noviembre es el más desfavorable, con 3,725 kW·h, la potencia se debe ajustar a 12 kWp, como se aprecia en la ecuación.

$$P_{inst} = 1 \text{ kWp} \cdot \frac{44,5}{3,725} = 11,95 \text{ kWp} \approx 12 \text{ kWp}$$

Para esta instalación se utilizarán los paneles 400W A-400M ATERSA GS. Para obtener la potencia que se requiere se deben conectar 30 paneles. Además, el inversor puede adquirir integrado el cargador para mejor complemento, siendo recomendado el VE SolarEdge, modo 3 con Solar Boost Mode.

Finalmente, el regulador de carga debe soportar una intensidad de $\frac{12000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 52,2 \text{ A}$. El regulador de carga óptimo para la instalación es el *Must Solar 48V 60A PWM*. Las características de todos los componentes están en el catálogo adjunto en el anexo C.

Se puede apreciar una segunda simulación con una capacidad instalada de 44,5 kW en la figura 6.1.5, donde el mes más desfavorable presenta una producción de $\frac{1341 \text{ kWh}}{30} = 44,7 \text{ kW h}$, una condición suficiente para satisfacer la demanda de usuarios. El informe de producción energética se encuentra en el anexo D.

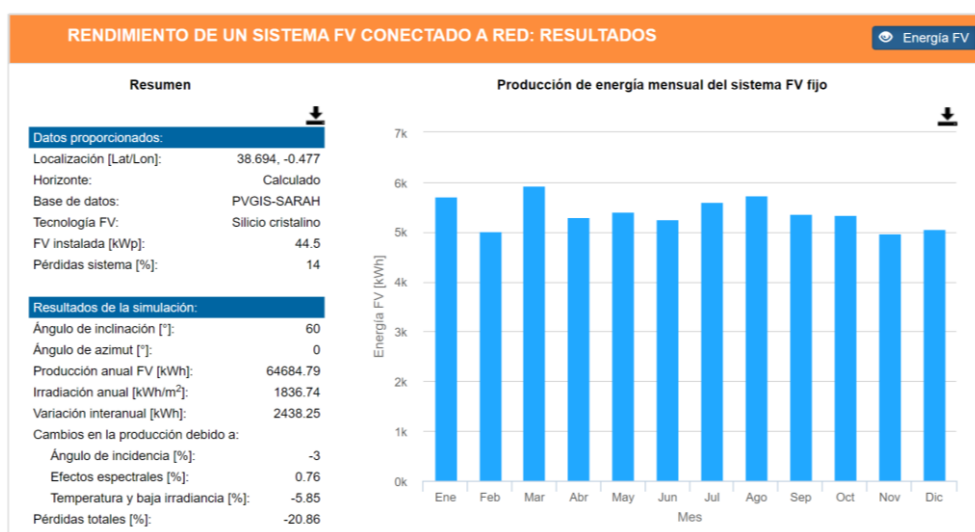


Figura 6.1.2: Simulación de generación de energía con 44,5 kWp

Para concluir, el presupuesto estimado para esta propuesta es de alrededor 23 525,22 €, de acuerdo al estudio mostrado en la tabla 6.1.6. Esto muestra que, con la tendencia de adquisición de vehículos eléctricos y la reducción de costes de la fabricación de varios de estos dispositivos, la inversión se verá exponencialmente más atractiva en tres o cinco años que en la actualidad.

Elemento	Nombre	ud.	Precio	Total
Paneles	A-400M ATERSA GS	30	€ 142,37	€ 4 271,10
Inversor	VE SolarEdge, modo 3	1	€ 2 760,25	€ 2 760,25
Baterías	Turbo Energy Lithium Series	13	€ 907,50	€ 11 797,50
Estructura	Estructura Cubierta Metálica 2 paneles	15	€ 51,70	€ 775,50
Mano de obra	alrededor del 25% del coste de la instalación	1		€ 3 920,87
				€ 23 525,22

Tabla 6.1.6: Estudio de precios del puesto de carga

6.2 Termostatos Individualizados

El termostato se ha usado convencionalmente para mantener la temperatura de máquinas o dispositivos en un determinado rango de seguridad o establecidos por el usuario. En el caso de la recomendación propuesta, los termostatos estarían ubicados estratégicamente en cada planta de los edificios con el propósito de que el sistema de calefacción opere con optimización y disminuya los consumos de acuerdo a los excesos de calor que puedan presentar algunos espacios.

Esto se debe a que las fachadas sureste y noreste reciben una cantidad de radiación solar considerable en comparación con las demás fachadas durante

los meses de invierno y parcialmente otoño y primavera. En consecuencia, los espacios de trabajo próximas a estos frentes suben sus temperaturas varias unidades por encima de las demás áreas que se ubican junto a otras fachadas, lo cual genera un desequilibrio térmico en el edificio. En otras palabras, en algunos casos hay espacios con exceso de temperatura y en otros hay espacios con deficiencia del mismo.

En búsqueda de una solución para este desequilibrio, se recomendaría descentralizar el uso de la calefacción e instalar termostatos particulares para una división de fachadas del edificio: Las fachadas noreste y sureste contra las fachadas suroeste y noroeste. La propuesta de colocación de los termostatos puede venir demostrado en la figura 6.2.1 para las plantas dos y tres del edificio.

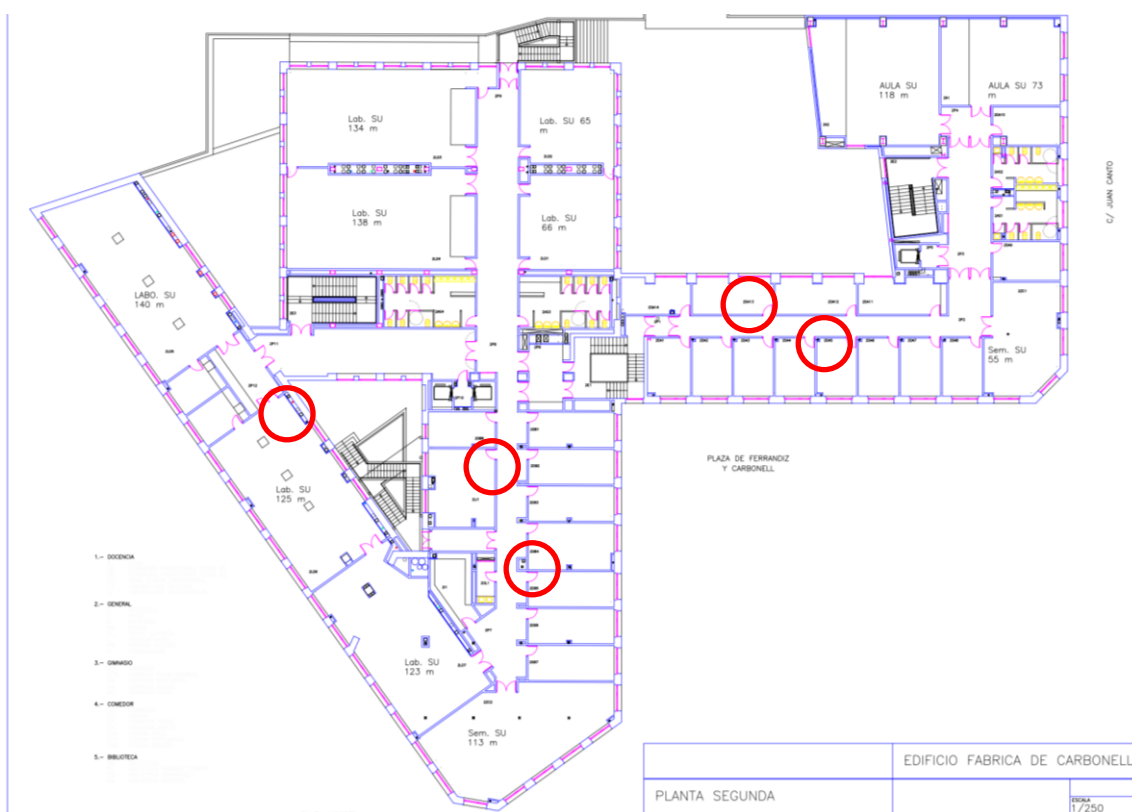


Figura 6.2.1: distribución de los termostatos en el edificio Carbonell

Para un trabajo como este, el presupuesto estimado para cinco termostato en cada planta, siendo dos plantas las asignadas para esta instalación, es el siguiente presentado en la tabla 6.2.2.

Elemento	Nombre	ud.	Precio	Total
Termostato Analógico	Siemens RAA30	10	€ 19.95	€ 199.50
Mano de obra	Instalación estándar	1		€ 299.25
				€ 498.75

Figura 6.2.2: estudio de precios de los termostatos

6.3 Aislamiento Térmico

El edificio Carbonell presenta una deficiencia energética por falta de aislamiento térmico en los espacios destinados para los sistemas de extracción de aire, al noroeste del edificio, como se aprecia en la figura 6.3.1. La ausencia de aislamiento produce como consecuencia un escape del calor generado por el sistema de calefacción ya que tal espacio esta plenamente en comunicación con el ambiente exterior. Este se puede considerar fachada, aunque los muros no sean del material adecuado de aislamiento de cara al espacio exterior. Este problema fue detectado y señalado por el equipo de mantenimiento, quienes han actuado de la debida forma en reportar la situación.

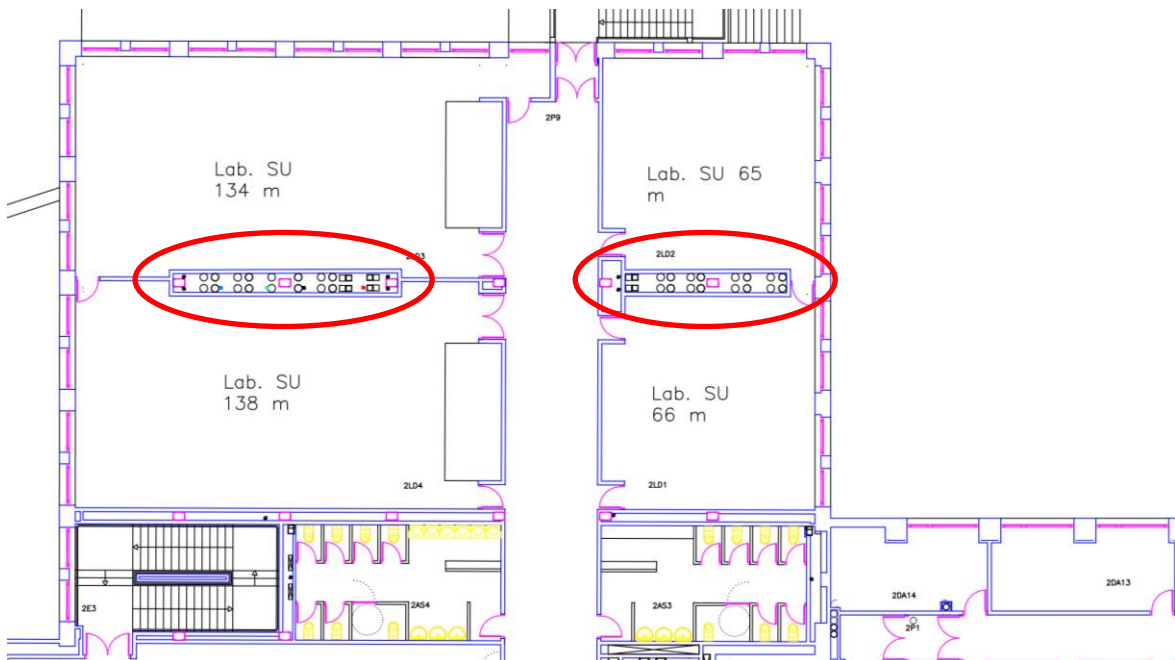


Figura 6.3.1: Plano del sistema de extracción

Ya que en la azotea esta área tiene las salidas de los conductos de extracción de gases y es propensa a requerir cambios en el futuro, la mejor solución para aislar térmicamente este espacio es con poliestireno expandido. Este material nos permite colocarlo, extraerlo y modificarlo de manera fácil y a bajo coste, además de presentar una transmitancia térmica de entre $0,057 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ y $0,033 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ (Shawyer y Medina, 2005). El área de implantación del aislamiento se ha determinado con los planos recibidos del edificio. Consideramos las siguientes condiciones para determinar la energía disipada por segundo en la ecuación 6.3.2

- Temperatura interior del edificio: 21 °C
- Temperatura exterior del edificio: 10 °C
- Espesor del aislamiento: 5 cm
- Conductividad térmica: $0,033 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

- Área total: $(8,74+6,27) \times 0,77 = 11,5 \text{ m}^2$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 0,033 \frac{\frac{\Delta Q}{\Delta t}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 11,5 \text{ m}^2 \cdot \frac{21 ^\circ\text{C} - 10 ^\circ\text{C}}{0,05 \text{ m}}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 83,5 \text{ W}$$

Si consideramos que, en ausencia del aislante, las condiciones climáticas interactúan directamente con las paredes del perímetro del sistema de extracción. Por tanto, el área de transmisión aumenta a $347,97 \text{ m}^2$ tomando en cuenta hasta tres plantas de 3,5 m de altura. La conductividad térmica de los cerramientos es de $1,87 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ y las temperaturas se mantienen constantes. La misma ecuación nos dice:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 1,87 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 347,97 \text{ m}^2 (21 ^\circ\text{C} - 10 ^\circ\text{C})$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 7,2 \text{ kW}$$

Se podría decir con este resultado que con el aislamiento las pérdidas por transmisión de calor se reducirían un 99 % del actual. Esto se debe, no solo las características y capacidades del material como aislante, sino también por el hecho de que la superficie expuesta al ambiente exterior sería 30 veces menor que sin instalar el aislamiento.

Para concluir, el presupuesto estimado para esta propuesta es de alrededor 114,48 €, de acuerdo al estudio mostrado en la tabla 6.3.3. Esto muestra que no es un coste alto para el ahorro que puede generar en consumo de gas por calefacción y se puede recuperar la inversión en menos de un trimestre.

Elemento	Nombre	ud.	Precio	Total
Poliestireno Extruído	URSA 125x60x5 cm	18	€ 4,24	€ 76,32
Mano de obra	Instalación estándar	1	(50%)	€ 38,16
				€ 114,48

Tabla 6.3.3: estudio de precios del aislamiento térmico

6.4 Sistema de Ventilación

Se entiende que la ventilación en un edificio es esencial para la comodidad y el bienestar de sus usuarios. En el caso del segundo, durante el año del 2020 se

ha marcado una profunda preocupación para preservar la salud de aquellas personas que coexistan dentro de un mismo espacio y detener los contagios del COVID-19. Por eso, las instituciones y entidades han tomado las medidas de aplicar ventilación natural con la apertura de ventanas en puntos estratégicos de sus edificios. Sin embargo, la ventilación mecánica, siempre y cuando esté presente, es la más recomendada para la circulación del aire ya que no existen los encuentros drásticos de masas de aire de diferentes temperaturas.

La ventilación mecánica asegura un caudal de aire a través de ventiladores para impulsión y extracción y permite su regulación a través de rejillas o variadores de frecuencia (SolerPalau, 2018). La principal ventaja de este sistema para la eficiencia energética es su compatibilidad con la instalación de recuperadores de calor, aquel que provee una ventilación regulada con la minimización de pérdidas energéticas ya que aprovecha parte del calor contenido en el aire de extracción cediéndosela al aire de admisión. Estos equipos permiten recuperar hasta un 60 % del calor, permitiendo un ahorro del 40 % en consumos de los equipos de climatización (Ovacen, 2021). El sistema de recuperadores funciona principalmente en invierno, precalentando el aire de entrada, pero también en verano refrescando el aire externo en caso de disponer de un sistema de climatización (SolerPalau, 2018).

Si se aumenta la ventilación mecánica en los edificios para enfrentar situaciones como la que se ha vivido con el COVID-19, los contagios dentro de las instalaciones podrían disminuir al mismo tiempo que la eficiencia energética se mantenga en valores aceptables en comparación a las condiciones con medidas de ventilación natural. El edificio Georgina Blanes tiene desde su construcción recuperadores de calor, pero a Carbonell no se le han incorporado. Por eso, una integración de estos equipos podría mejorar la ventilación de sus espacios y su eficiencia energética en conjunto. Para conocer más detalles y cuantificar el mejor rendimiento energético se necesitaría un ensayo de recepción para conocer los caudales de ventilación y detectar los motivos de cuando no se cumplen los estándares para definir medidas correctoras y valorar su eficacia (Odriozola, 2011). Por tanto, sabemos que el impacto de esta medida sería considerablemente positivo para el bienestar de los usuarios y la eficiencia energética y puede alcanzar a una recuperación del 60 % del consumo energético de climatización.

7 CONCLUSIONES

Para finalizar, queda en evidencia que la imposición de medidas de bioseguridad en búsqueda de mayores caudales de ventilación ha impactado considerablemente el rendimiento energético de todos los edificios de España. Como consecuencia, las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable aumentan a valores preocupantes por encima del 37 % en promedio. Al escalarse a las dimensiones del número total de edificios en España, siendo un 30 % del consumo de energía total en el país, se puede hacer notable que se debe hacer un llamado de atención a cambiar la estrategia

de seguridad en los edificios a una que no conlleve un impacto negativo tan formidable a la eficiencia energética del edificio. Principalmente, el caso de la mejora en la ventilación mecánica e instalación de recuperadores de calor en donde sea necesario sería una opción atractiva para esta situación. Sin embargo, tomando en consideración el hecho de que la pandemia llegará a su fin próximamente y las medidas ya no serán tan deseables, aunque sería de todas formas un plan preventivo deseable en caso de enfrentar un escenario parecido en el futuro.

Por otro lado, la eficiencia energética de los edificios Carbonell y Georgina Blanes podría aumentar entre un 5 % y 10 % si se implementan las propuestas y recomendaciones presentadas. Además, estas propuestas presentan presupuestos aceptables para la universidad, considerando que se alinean con las metas de sostenibilidad de las instituciones españolas y políticas públicas. La experiencia y la comodidad de los usuarios mejoraría notablemente y las emisiones de CO₂ y consumo de energía primaria no renovable disminuirían en comparación a años anteriores (en base a las temperaturas medias de la temporada). El agua caliente sanitaria presenta indicadores que complementa debidamente las mejoras recomendadas. Sin embargo, un aumento de la capacidad de las instalaciones de energía solar térmica podría mejorar los indicadores, aunque no de una forma considerable.

La eficiencia energética es un reto que se puede cumplir con ideas innovadoras y asequibles. La Universitat Politècnica de València tiene como obligación alcanzar las mejores calificaciones en sus instalaciones y seguir mejorando en la medida de lo posible. No solo por su necesidad de reducir sus consumos externos y gestionar mejor sus recursos, sino también por convertirse en referencia en sostenibilidad y liderazgo en la innovación en contra del impacto medioambiental del hombre.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Cambia radicalmente la contribución renovable para ACS con el nuevo DB HE.* Certificadosenergeticos.com. (2021). Retrieved 13 July 2021, from <https://www.certificadosenergeticos.com/contribucion-renovable-ac-s-nuevo-db-he#:~:text=La%20contribuci%C3%B3n%20m%C3%ADnima%20de%20energ%C3%ADa,en%20las%20proximidades%20del%20edificio.>
- Certicalia. (2021). *¿Qué datos necesito de las instalaciones térmicas en CE3X? - Certicalia Certificado Energético – Certificación Energética.* Certicalia Certificado Energetico – Certificacion Energetica. Retrieved 13 July 2021, from <https://www.certicalia.com/blog/que-datos-necesito-de-las-instalaciones-termicas-en-ce3x>.
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (2006). Madrid.
- Duque, L. (2021). *¿Cómo está afectado el COVID-19 a la eficiencia energética de edificios?* Facility Management and Services. Retrieved 13 July 2021, from https://www.facilitymanagementservices.es/servicios-de-fm-y-fs/energia-y-sostenibilidad/como-esta-afectado-el-COVID-19-a-la-eficiencia-energetica-de-los-edificios_20210528.html.
- El Gobierno publica recomendaciones sobre el uso de sistemas de climatización y ventilación para prevenir la expansión del COVID-19.* Miteco.gob.es. (2021). Retrieved 13 July 2021, from <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/medidas-COVID19/sistemas-climatizacion-ventilacion/default.aspx>.
- El Mar. (2018). *¿Cuál es el mejor sistema de ventilación para un edificio eficiente? | S&P.* S&P Sistemas de Ventilación. Retrieved 13 July 2021, from <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventilacion-edificio-eficiente/>.
- energética, B., F., A., Fernando controlarroba('itce', '.', Arquitecto tecnico controlarroba('Info', '.', Carlos controlarroba('HarbuckBrouwer79', '.', cert-ener.es controlarroba('jgs5614', '.', & Sara controlarroba('certificador', '. (2013). *Ahorro - Breve historia del certificado de eficiencia energética - Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias.* Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. Retrieved 13 July 2021, from <https://www.energias-renovables.com/ahorro/breve-historia-del-certificado-de-eficiencia-energetica-20130604>.
- IVACE. (2021). *Herramientas de calificación.* Gcee.aven.es. Retrieved 13 July 2021, from <https://gcee.aven.es/es/herramientas-de-calificacion>.
- OVACEN. (2021). *Eficiencia Energética - España comparada con otros países.* OVACEN. Retrieved 13 July 2021, from <https://ovacen.com/eficiencia-energetica-espana/>.
- Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. (2021). Madrid.

Producción eléctrica en España por tecnologías en 2020 | Statista. Statista. (2021). Retrieved 13 July 2021, from <https://es.statista.com/estadisticas/993747/porcentaje-de-la-produccion-de-energia-electrica-por-fuentes-energeticas-en-espana/>.

Producción sostenible de agua caliente en edificios aprovechando la energía solar. Certificadosenergeticos.com. (2021). Retrieved 13 July 2021, from <https://www.certificadosenergeticos.com/produccion-sostenible-agua-caliente-edificios-aprovechando-energia-solar#:~:text=Las%20instalaciones%20solares%20t%C3%A9rmicas%20permiten,y%20convertida%20en%20energ%C3%ADa%20t%C3%A9rmica.>

Puche, A., Bonmati, J., & Paredes, A. (2017). *Impacto de la Energía Solar Térmica en la Calificación Energética de Edificios*. IDAE.

Ramos, L. (2021). *Coches eléctricos 2021 | Opiniones | Guía de compra | Comparativa | Precios.* Todas las noticias de coches en un solo portal: Pruebas, fotos, vídeos, informes... Retrieved 13 July 2021, from <https://noticias.coches.com/informes/guia-de-compra-coches-electricos/171969>.

Tiempo promedio en diciembre en Alcoy, España - Weather Spark. Es.weatherspark.com. (2021). Retrieved 13 July 2021, from <https://es.weatherspark.com/m/42592/12/Tiempo-promedio-en-diciembre-en-Alcoy-Espa%C3%B1a#Sections-Temperature>.