



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la
demanda energética de un bloque de viviendas de los años
70 en la ciudad de València

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de la Energía

AUTOR/A: Castelló Beltrán, Lucía

Tutor/a: Cazorla Marín, Antonio

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUOLA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi tutor, Antonio Cazorla, por el acompañamiento que ha realizado durante todo el proceso del presente TFG, ha sido un gran tutor que siempre que ha podido me ha ayudado. Agradecer también el apoyo de Carlos Prades, por ayudarme a definir y contextualizar el presente estudio. Unido a estas, agradezco a Tomás Gómez, responsable de la cátedra de Transición Urbana en el comienzo del presente estudio, por haberme puesto en contacto con las dos personas anteriores teniendo en cuenta mis ganas de indagar en la mejora de la calidad de los ciudadanos en los entornos urbanos.

Agradecer a AVAEMET por haber facilitado los datos climatológicos de una de sus estaciones de manera desinteresada y a David Alonso por facilitarme información de obtención de datos meteorológicos, así como haber dedicado un tiempo a mostrarme las bases del proyecto GrowGreen en Benicalap.

También quisiera mostrar mi agradecimiento general a todos aquellos profesores, desde aquellos primeros maestros en la escuela infantil hasta los de estudios superiores, que creen firmemente que en la educación se encuentra el futuro del planeta. Sin su dedicación muchos no habríamos descubierto la gran repercusión que tiene el conocimiento.

Por último, agradecer a mi familia por haber hecho posible que hoy esté aquí, y a mis amigos y Guillem por el apoyo y la confianza ofrecidos en este tiempo.

RESUMEN

El objetivo del presente TFG es analizar el impacto del aumento en la temperatura media de las zonas urbanizadas provocado por el llamado Efecto Isla de Calor Urbana (EICU) en la demanda energética de un edificio en la ciudad de Valencia. Para ello se procederá a parametrizar y cuantificar el EICU realizando un trabajo de investigación y un análisis de datos meteorológicos, obteniendo de dicha fase los ficheros meteorológicos que representan la zona urbana (con EICU) por una parte y la rural (sin EICU) por la otra. Tras esta primera fase se procederá al diseño de un edificio representativo del parque de edificios de la ciudad de València. Acabadas las dos fases anteriores se procederá a la simulación de dicho edificio con los ficheros meteorológicos seleccionados. Una vez realizada la simulación, se analizará y cuantificará la demanda energética del edificio en cada una de las zonas (con EICU y sin EICU) a partir de los resultados obtenidos. Por último, se estudiarán posibles soluciones que permitan paliar la repercusión de dicho fenómeno.

Palabras clave: Efecto Isla de Calor Urbana, demanda térmica, simulación energética en edificios, confort térmico, zona urbana, zona rural, renaturalización

RESUM

L'objectiu del present TFG és analitzar l'impacte de l'augment en la temperatura mitjana de les zones urbanitzades provocat per l'anomenat Efecte Illa de Calor Urbana (EICU) a la demanda energètica d'un edifici a la ciutat de València. Per això es procedirà a parametritzar i quantificar l'EICU realitzant un treball de recerca i una anàlisi de dades meteorològiques, obtenint d'aquesta fase els fitxers meteorològics que representen la zona urbana (amb EICU) per una banda i la rural (sense EICU) per la una altra. Després d'aquesta primera fase es dissenyarà un edifici representatiu del parc d'edificis de la ciutat de València. Acabades les dues fases anteriors es procedirà a la simulació de l'edifici amb els fitxers climàtics seleccionats. Un cop realitzada la simulació, s'analitzarà i quantificarà la demanda energètica de l'edifici a cadascuna de les zones (amb EICU i sense EICU) a partir dels resultats obtinguts. Finalment, s'estudiaran possibles solucions que permetin pal·liar la repercussió del fenomen esmentat.

Paraules clau: Efecte Illa de Calor Urbana, demanda tèrmica, simulació energètica en edificis, confort tèrmic, zona urbana, zona rural, renaturalització

ABSTRACT

The objective of this thesis is to analyse the impact of the increase in the average temperature of urbanized areas caused by the so-called Urban Heat Island Effect (UHIE) on the energy demand of a building in the city of Valencia. For this, the UHIE will be parameterized and quantified, carrying out research work and an analysis of meteorological data, obtaining from this phase the climatic files that represent the urban area (with UHIE) on the one hand and the rural area (without UHIE) on the other hand. After this first phase, the design of a representative building of the Valencia city building park will be carried out. Once the two previous phases have been completed, the simulation of said building will proceed with the selected climatic files. Once the simulation has been carried out, the energy demand of the building in each of the zones (with UHIE and without UHIE) will be analysed and quantified based on the results obtained. Finally, possible solutions will be studied to mitigate the impact of this phenomenon.

Key words: Urban Heat Island Effect, thermal demand, energy simulation in buildings, thermal comfort, urban area, rural area, renaturation

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	11
1.1	OBJETIVOS	13
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	13
	• Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía (PACE)	13
	• Agenda 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible	14
2	EFFECTO ISLA DE CALOR URBANA	16
2.1	ESTUDIOS EXISTENTES.....	16
3	METODOLOGÍA	17
3.1	ÁREA DE ESTUDIO Y DATOS METEOROLÓGICOS.....	17
	• Estación València Aeroport	18
	• Estación Viveros	18
	• Estación Penya-Roja	19
3.2	ANÁLISIS DEL EFFECTO ISLA DE CALOR CON LOS FICHEROS METEOROLÓGICOS	20
	• Frecuencia absoluta diferencia temperaturas	20
	• Grados Día	23
	• Conclusiones del análisis de los datos climatológicos.....	24
3.3	DISEÑO EDIFICIO	26
	• Características del edificio.....	26
	• Geometría del edificio	28
3.4	MODELADO EDIFICIO	29
4	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA	32
4.1	EFFECTO EN LA DEMANDA TÉRMICA	32
	• Intercambio de calor a través de la envolvente e infiltraciones	32
	• Calentamiento y enfriamiento total.....	33
4.2	EFFECTO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO	36
5	SOLUCIONES PARA PALIAR EL EFFECTO ISLA DE CALOR URBANA	39
	• Renaturalización e implementación de fachadas y cubiertas verdes.....	39
	• Materiales constructivos exteriores con menor inercia térmica.....	40
	• Reducción del tráfico dentro de la ciudad.....	40

6	CONCLUSIONES.....	41
7	RIESGOS Y LIMITACIONES	43
	PRESUPUESTO	44
	CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS	44
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS	44
	DETALLE MEDIOS AUXILIARES Y COSTES INDIRECTOS.....	45
	PRESUPUESTO FINAL	45
	BIBLIOGRAFÍA	46
	ANEXOS.....	48
	ANEXO I.....	48
	ANEXO II.....	52
	ANEXO III.....	54

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Datos sobre el Cambio Climático y Consecuencias, SOED 2020, Plan Blau (UNEP y MAP, 2020)	11
Ilustración 2: Mapa municipios rurales y urbanos, España. Ministerio de Agricultura	12
Ilustración 3: Evolución histórica del PACES (UN, 2015).....	14
Ilustración 4: Listado de líneas de trabajo ODS (UN, 2015)	14
Ilustración 5: Mapa de estaciones València. AEMET	17
Ilustración 6: Mapa estaciones València. AVAMET	18
Ilustración 7: Situación geográfica estación València Aeropuerto. Imagen de Google Earth.....	18
Ilustración 8: Situación geográfica estación València Viveros. Imagen de Google Earth	19
Ilustración 9: Situación geográfica estación Penya-Roja. Imagen de Google Earth.....	20
Ilustración 10: Distribución Territorial de las Zonas Climáticas en España. TABULA	27
Ilustración 11: Catálogo Edificios Residenciales Zona climática Mediterránea	27
Ilustración 12: Diseño Edificio AutoCAD	29
Ilustración 13: Planta baja con particiones DB	29
Ilustración 14: Ejemplo de muro con hueco tipo ventana y puerta en muro del edificio DB.....	30
Ilustración 15: Función Dibujar Bloque DB	30
Ilustración 16: Función Dibujar Particiones DB.....	30
Ilustración 17: Función Dibujar Ventana DB.....	30
Ilustración 18: Función Dibujar Puerta DB.....	30
Ilustración 19: Piso de vivienda DB.....	30
Ilustración 20: Función Mover Objeto(s) DB	31
Ilustración 21: Función Dibujar Patios DB.....	31
Ilustración 22: Bloque de viviendas tipo de los años 70. Elaboración propia.....	31
Ilustración 23: Transformaciones energéticas desde la energía primaria a energía útil. Documento HE0 CTE.....	36
Ilustración 24: Sistemas de climatización de referencia en uso residencial privado. CTE HE0 (Ministerio de Transportes M. y., 2022)	37
Ilustración 25: Proyecto GrowGreen Benicalap.....	39
Ilustración 26: Ejemplo de fachada exterior construida con piedra natural	40
Ilustración 27: Ejemplo de fachada interior construida con hormigón	40
Ilustración 28: Resultados en tabla simulación energética Viveros. DB	54
Ilustración 29: Resultados en gráfica simulación energética Viveros. DB	54

Ilustración 30: Resultados en tabla simulación energética Penya-Roja. DB	54
Ilustración 31: Resultados en gráfica simulación energética Penya-Roja. DB	55
Ilustración 32: Resultados en tabla simulación energética Aeroport. DB	55
Ilustración 33: Resultados en gráfica simulación energética Aeroport. DB.....	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolución demográfica València capital. Elaboración propia con datos procedentes del INE	12
Gráfico 2: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas mínimas Viveros y Aeroport. Elaboración propia.....	21
Gráfico 3: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas horarias Viveros y Aeroport. Elaboración propia.....	21
Gráfico 4: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas mínimas Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia.....	22
Gráfico 5: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas horarias Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia.....	22
Gráfico 6: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas mínimas Peña-Roja y Viveros. Elaboración propia.....	23
Gráfico 7: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas horarias Peña-Roja y Viveros. Elaboración propia.....	23
Gráfico 8: Grados Día Refrigeración de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia.....	24
Gráfico 9: Grados Día Calefacción de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia.....	24
Gráfico 10: Viviendas construidas por año en València. Datos INE, elaboración propia.....	26
Gráfico 11: Pérdidas/ganancias por los Cerramientos con el Exterior de las estaciones Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia	32
Gráfico 12: Pérdidas/ganancias por los Cerramientos debidas a la infiltración de aire exterior Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia.....	33
Gráfico 13: Evolución mensual del Calentamiento Total de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia	34
Gráfico 14: Evolución mensual del Enfriamiento Total de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia	34
Gráfico 15: Demanda Energética en Refrigeración anual de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia	35
Gráfico 16: Demanda Energética en Calefacción anual de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia	35
Gráfico 17: Emisiones asociadas consumo climatización anual en el edificio. Elaboración propia	38
Gráfico 18: Precio estimado consumo climatización anual en el edificio. Elaboración propia...	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Condiciones interiores de diseño establecidas en el RITE. BOE 107/2007	24
Tabla 2: Características Cerramientos del Proyecto en DB.....	28
Tabla 3: Demanda Calentamiento y Enfriamiento Total de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport DB y diferencia entre estaciones	35
Tabla 4: Demanda, Consumo, Energía Final y Emisiones en Refrigeración	37
Tabla 5: Demanda, Consumo, Energía Final y Emisiones en Calefacción	38
Tabla 6: Precios de la unidad de consumo electricidad y gas. EUROSTAT.....	38
Tabla 7: Diferencia en demanda de refrigeración, climatización y total entre las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport.....	41
Tabla 8: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas horarias Viveros y Aeroport. Elaboración propia.....	48
Tabla 9: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas horarias Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia.....	49
Tabla 10: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas horarias Peña-Roja y Viveros. Elaboración propia.....	49
Tabla 11: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas mínimas Viveros y Aeroport. Elaboración propia.....	50
Tabla 12: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas mínimas Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia.....	50
Tabla 13: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas mínimas Peña-Roja y Viveros. Elaboración propia.....	51

LISTADO DE ABREVIACIONES

TFG: Trabajo Final de Grado	PNUC: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
EICU: Efecto Isla de Calor Urbana	ODM: Objetivos de Desarrollo del Milenio
UNEP: United Nations Environment Programme	ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible
MAP: Mediterranean Action Plan	UWG: Urban Weather Generator
UN: United Nations	AEMET: Agencia Estatal de Meteorología
INE: Instituto Nacional de la Estadística	AVAMET: Asociación Valenciana de Meteorología
UE: Unión Europea	CTE: Código Técnico de la Edificación
PACE: Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía	

1 INTRODUCCIÓN

El Cambio Climático que la Tierra está experimentando de una manera precipitada desde finales del siglo XIX, ha generado que el planeta se encuentre a una temperatura media de 1,1°C más elevada respecto a la media del periodo entre 1890 y 1900, tal y como se evidencia en el informe “Estado del clima en 2021: los fenómenos extremos y sus principales repercusiones” (Organización de Meteorología Mundial, 2021).

En el contexto del Mediterráneo el aumento de temperatura respecto a la última década del siglo XIX es de aproximadamente 1,6°C (UNEP y MAP, 2020), siendo las consecuencias a este aumento las plasmadas en la siguiente figura:

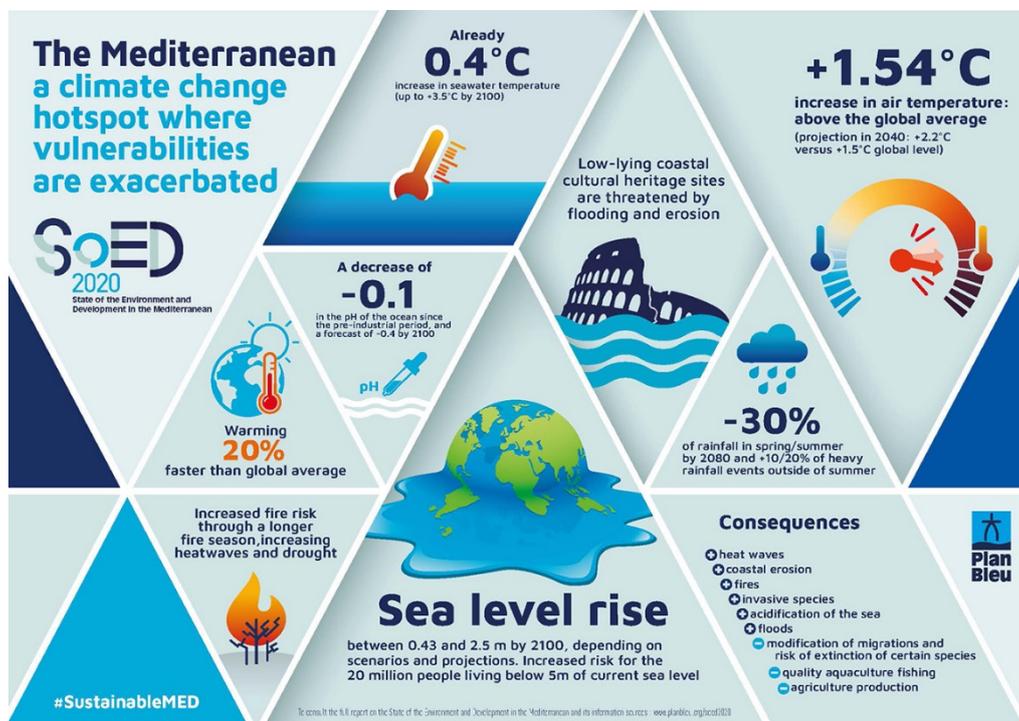


Ilustración 1: Datos sobre el Cambio Climático y Consecuencias, SOED 2020, Plan Blau (UNEP y MAP, 2020)

Por otra parte, desde el siglo XX se está dando el llamado “fenómeno urbano”, que da nombre al gran incremento poblacional experimentado en los entornos urbanos. Esto se demuestra en el estudio “Perspectivas de urbanización mundial: La revisión de 2018” (UN E., 2018), en el que determina que el 55% de la población mundial vive en lo que se denomina “aglomeraciones urbanas”, valor que, en España, alcanza el 69% de la población nacional, según el informe “Demografía de la población rural 2020” (Ministero de Agricultura, 2021). En este mismo estudio se indica que la superficie urbana en la que se concentra el 69% de la población es tan solo el 26% de toda la superficie del país.

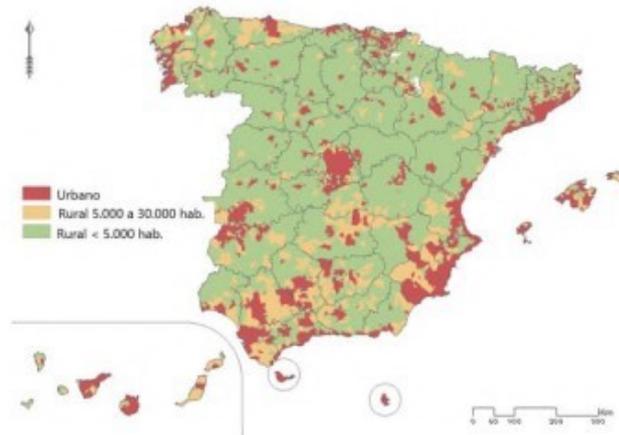


Ilustración 2: Mapa municipios rurales y urbanos, España. Ministerio de Agricultura

La suma de las consecuencias del inminente Cambio Climático al aumento en las modificaciones de los entornos naturales en las zonas urbanizadas a causa del citado “fenómeno urbano”, genera que en los entornos urbanos una de las repercusiones directas sea un aumento en la frecuencia de disconfort térmico experimentado por las personas, llegando a ser un perjuicio para la salud. Uno de los fenómenos que demuestran este aumento de temperatura en los entornos urbanos es el Efecto Isla de Calor Urbana, el cual provoca, entre otros, temperaturas mínimas mayores en las zonas urbana respecto a las rurales.

En el estudio “City Size and the Urban Heat Island” (Oke, 1967), uno de los primeros estudios donde aparecía el concepto de Efecto Isla de Calor Urbana (en adelante EICU), se demuestra que el tamaño de la zona urbana está relacionado con la magnitud del EICU existente, teniendo en cuenta que Oke mide el tamaño de la zona urbana a partir de las personas que la habitan.

En las capitales de provincia de España se ha experimentado un aumento del 10% respecto a 1900 (INE, 2021). Centrados en el caso de València, este aumento de población ha sido mucho mayor, pasando de 200.000 habitantes en 1900 a 800.000 en 2020 (Gráfico 1), siendo actualmente el tercer núcleo de población más grande del estado, según las estadísticas del INE.

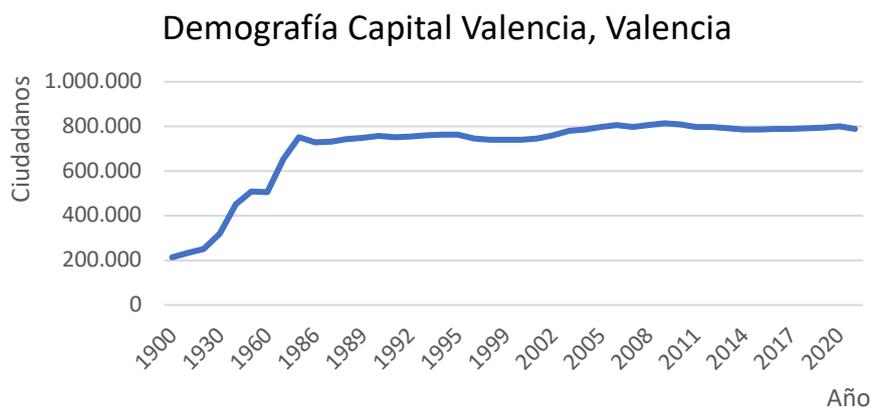


Gráfico 1: Evolución demográfica València capital. Elaboración propia con datos procedentes del INE

Por lo tanto, cabe esperar que en la ciudad de València exista una repercusión directa a raíz de este crecimiento demográfico, siendo el confort térmico que se experimenta en el centro urbano uno de los factores alterados.

1.1 OBJETIVOS

Como se ha mencionado anteriormente, cabe esperar que, en el contexto de la ciudad de València, el EICU afecte a la sensación térmica experimentada en el entorno urbano.

Por esto, el objetivo del presente TFG es analizar la repercusión de este fenómeno en los edificios residenciales, calculando la diferencia de demanda energética destinada a climatización que sufre un edificio estándar en la ciudad de València para mantener un estado de confort térmico en el interior de cada una de las viviendas.

Para el desarrollo de este TFG se cubrirán los siguientes aspectos:

- Estudio geográfico de la ciudad de València y búsqueda de estaciones meteorológicas representativas.
- Análisis de los datos meteorológicos disponibles y cuantificación del Efecto Isla de Calor Urbana con la herramienta Excel de Microsoft
- Diseño y caracterización de un edificio estándar de la ciudad de València en función de datos estadísticos del catastro con las herramientas de AutoCAD y DesignBuilder
- Simulación del edificio con los ficheros meteorológicos de cada una de las zonas a analizar con la característica de simulación de DesignBuilder
- Análisis de los resultados y propuestas de mitigación del EICU
- Conclusiones de la investigación

1.2 JUSTIFICACIÓN

- Pacto de Alcaldes por el Clima y la Energía (PACE)

En el año 2008 la Comisión Europea lanzó el Pacto de las Alcaldías con el objetivo de conseguir la participación y dar apoyo a los alcaldes comprometidos a alcanzar los objetivos en materia de clima y energía de la UE. En 2015 este proyecto incrementó su ambición uniéndose a la iniciativa Alcaldes por la Adaptación, unión en la cual las ciudades firmantes se comprometieron a respaldar activamente la implantación del objetivo de reducción de los GEI en un 40 % para 2030 de la UE y acordaron adoptar un enfoque integrado a la mitigación del cambio climático y la adaptación a este, además de garantizar el acceso a una energía segura, sostenible y asequible para todos.

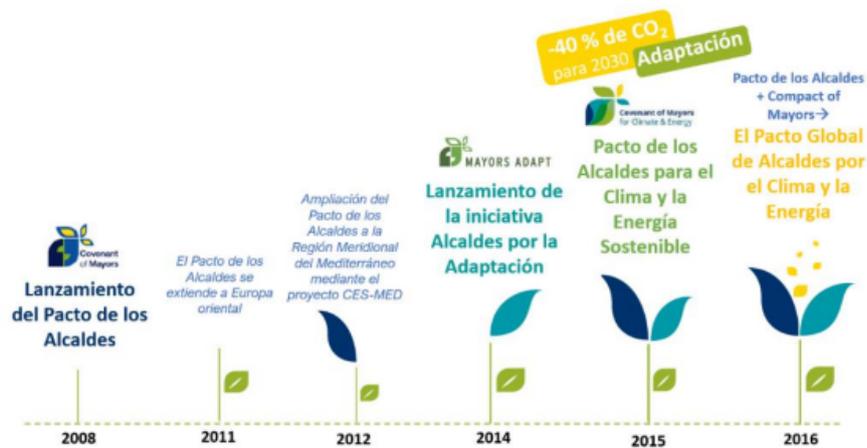


Ilustración 3: Evolución histórica del PACES (UN, 2015)

El municipio que se adhiere a dicho Pacto debe realizar un estudio preliminar de la situación de sus infraestructuras y energética entre otras, en base al cual se proponen una serie de acciones de mitigación y adaptación. El presente TFG sería un posible estudio que añadir en el general del municipio, siendo muy interesante conocer el grado de EICU del que parte una zona urbana y estudiar soluciones de mitigación tales como la renaturalización del entorno o mejora de materiales en las construcciones futuras.

- Agenda 2030: Objetivos de Desarrollo Sostenible

Enmarcado en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUC) se aprobaron, en 2000, ocho objetivos principales llamados Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en los cuales ya era notable la preocupación por la sostenibilidad y el medio ambiente entre otros. En la misma línea de pensamiento, en la cumbre del clima de 2015, se plantearon los Objetivos de Desarrollo Sostenible, una agenda con objetivos más exigentes y específicos.



Ilustración 4: Listado de líneas de trabajo ODS (UN, 2015)

Las Naciones Unidas, y los países que forman parte de esta, son conscientes de la necesidad de una transición energética sostenible con el foco puesto en la mitigación y adaptación al Cambio Climático. De entre los objetivos de los ODS que tratan de mejorar la situación global

de las personas, se encuentra el objetivo número 11 que se centran directamente en la transición energética hacia ciudades y comunidades sostenibles cuyas metas son las aquí citadas:

11.1 De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales

11.2 De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad

11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países

11.4 Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo

11.5 De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad

11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per capita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo

11.7 De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad

11.a Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional

11.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles

11.c Proporcionar apoyo a los países menos adelantados, incluso mediante asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales

2 EFECTO ISLA DE CALOR URBANA

Se le llama Efecto Isla de Calor Urbana (EICU) al fenómeno que provoca, generalmente, que las temperaturas de los centros urbanos sean en promedio mayores con respecto a las temperaturas experimentadas en la periferia de las ciudades y entornos rurales. Esta diferencia de temperatura viene originada por diversos factores; la presencia de materiales que atrapan la radiación solar durante el día y emiten el calor absorbido durante la noche, la presencia de edificios de diferentes alturas y otros objetos que provocan sombras y el calor antropogénico generado por la actividad del ser humano (tráfico de vehículos, iluminación de calles, etc.).

2.1 ESTUDIOS EXISTENTES

El estudio del EICU se ha visto aumentado en la última década. En el presente apartado se van a exponer los estudios que han sido referentes para el actual TFG.

El estudio realizado en la Universidad de Florida titulado “Quantifying the dualistic nature of urban heat Island effect on building energy consumption” (Singh & Sharston, 2021), dirige su investigación hacia los efectos relativos del EICU basados en el contexto climático y en la repercusión del fenómeno en el consumo de la energía en edificios de Estados Unidos. En el estudio se detectó una correlación directa entre el impacto energético del EICU y las variables de los Grados Día, la humedad absoluta y la radiación solar, mientras que la velocidad del viento y la precipitación de la zona no afectaban. En los resultados se observó que el EICU resultaba en un aumento de la demanda energética en las zonas cálidas y una disminución en las frías, concluyendo que los impactos del fenómeno no son generalizables a las zonas climáticas templadas, dependiendo estas de las variables climáticas de cada localización.

En el estudio “Probability values for the intensity of Barcelona's urban heat island” realizado en la Universidad de Barcelona (Martin-Vide & Moreno-Garcia, 2020), toman como base de estudio las temperaturas mínimas diarias de tres estaciones climáticas oficiales para un periodo de 10 años (2004-2013). La metodología de parametrización seguida es mediante la evaluación de la frecuencia absoluta en los valores de la diferencia de temperatura mínima diaria de las distintas estaciones. Los resultados corroboraron que en la zona climática perteneciente a lo urbano se daban temperaturas mínimas superiores a las de la zona rural en mayor frecuencia.

Por último, el estudio “Urban Heat Island Effect on the Energy Consumption of Institutional Buildings in Rome” (Claudia Calice, 2017) escrito por 5 investigadores de 4 universidades distintas, estudia la repercusión del EICU en los edificios institucionales de Roma cogiendo dos tipos de edificio de distintos años. En ambos edificios la demanda en calefacción en la zona urbana era un 5% menor que en la zona rural y la demanda en refrigeración un 10% mayor en la urbana. La metodología seguida en el dicho estudio fue modificar un archivo climático con el programa Urban Weather Generator (UWG) con tal de generar el fichero representante a la zona urbana y simular los edificios diseñados con el programa de simulación de TRNSYS.

3 METODOLOGÍA

3.1 ÁREA DE ESTUDIO Y DATOS METEOROLÓGICOS

El estudio se sitúa en la ciudad de València, la cual presenta un clima templado de tipo mediterráneo, con veranos cálidos e inviernos suaves. Los datos meteorológicos utilizados en este estudio son del año 2020, año completo más reciente al inicio del actual estudio, provenientes de estaciones situadas tanto dentro como fuera de la ciudad de València.

Las estaciones se seleccionaron teniendo en cuenta su situación geográfica y la posibilidad de obtener datos horarios de un año completo. Las dos plataformas que se consultaron para comprobar las instalaciones meteorológicas existentes fueron la perteneciente a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y a la de la Asociación Valenciana de Meteorología (AVAMET). Las estaciones de la Comunitat Valenciana pertenecientes a AEMET se pueden comprobar en la Ilustración 5 y las correspondientes a AVAMET en la Ilustración 6, estando destacadas las del actual estudio.



Ilustración 5: Mapa de estaciones València. AEMET

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

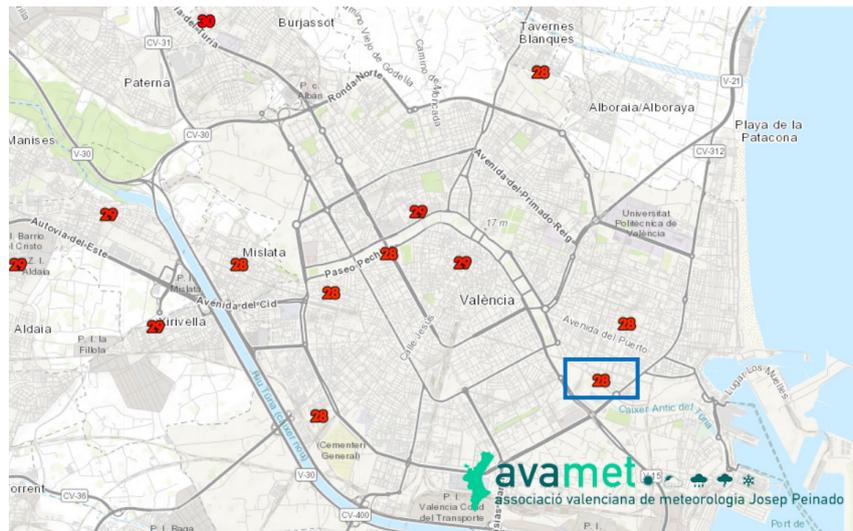


Ilustración 6: Mapa estaciones València. AVAMET

- Estación València Aeroport

La estación de Aeroport es una de las estaciones pertenecientes a la AEMET.

La estación se encuentra situada en el interior del recinto del aeropuerto de València, en una explanada de tierra entre la línea de despegue de aviones y una desviación de tránsito asfaltada. Los alrededores de la estación se encuentran despejados sin objetos que generen sombras. La altura del aparato medidor es de 55,9m respecto al nivel del mar.

El recinto del aeropuerto se ubica fuera de la ciudad, entre los pueblos de Manises, Quart de Poblet y Collado, el polígono industrial La cova de Manises, el recinto comercial Bonaire y una zona de campo.



Ilustración 7: Situación geográfica estación València Aeroport. Imagen de Google Earth

Los datos meteorológicos horarios se obtuvieron a través de una plataforma de pago llamada Datos Clima, debido a que el acceso Open Data de AEMET no proporciona la información horaria necesaria para la simulación.

- Estación Viveros

La estación de Viveros es, también, una de las estaciones pertenecientes a la AEMET.

La estación se encuentra ubicada en la zona ajardinada del Centro Meteorológico de València, teniendo alrededor por un lado un edificio de dos plantas y por otros árboles que generan sombra. La altura del aparato medidor es de 11m respecto al nivel del mar.

El recinto se encuentra situado en la parte este del parque de Viveros, en el cual hay más de 180.000 m² de superficie de tierra con árboles, arbustos y plantas. A escasos metros, en uno de los lados, se encuentra la avenida del Botánico Cavanilles asfaltada y con árboles de tipo palmeras situados en paralelo a la carretera.

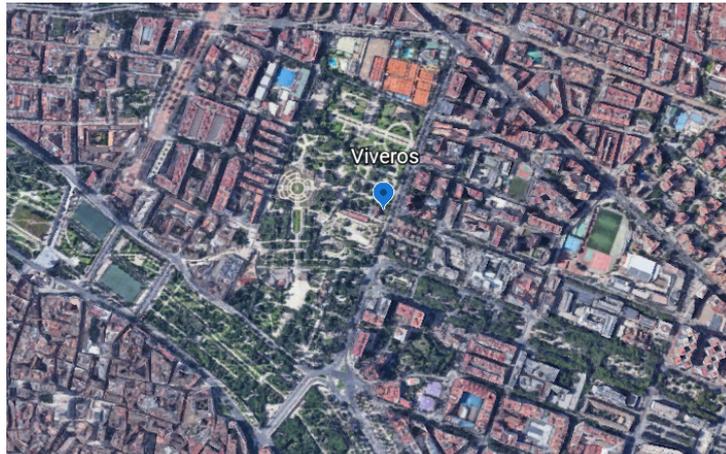


Ilustración 8: Situación geográfica estación València Viveros. Imagen de Google Earth

Al igual que los de la estación de aeroport, los datos meteorológicos horarios se obtuvieron a través de una plataforma de pago llamada Datos Clima.

- Estación Peña-Roja

La estación de Peña-Roja pertenece a las estaciones colaboradoras de la AVAMET. Las instalaciones que se adhieren a dicha asociación deben cumplir unos requisitos de fiabilidad y precisión que aseguran que los datos resulten lo más ajustados a la realidad posible.

La estación se encuentra en un edificio situada en el Paseo de la Alameda, en frente de la Ciudad de las Artes y las Ciencias. A su alrededor se encuentran calles asfaltadas con árboles distribuidos en paralelo a la carretera y edificios altos. La altura del aparato medidor es de 7m respecto al nivel del mar.



Ilustración 9: Situación geográfica estación Peña-Roja. Imagen de Google Earth

Los datos meteorológicos horarios fueron cedidos de manera desinteresada por parte del propietario de la estación, con la condición de no ser utilizados con fines comerciales.

3.2 ANÁLISIS DEL EFECTO ISLA DE CALOR CON LOS FICHEROS METEOROLÓGICOS

Previamente a la simulación energética, se realiza un análisis de los datos meteorológicos obtenidos con la intención de determinar el tipo zona que representa cada estación.

Este análisis se realiza mediante un estudio de frecuencia absoluta de la diferencia de temperatura existente hora a hora entre las estaciones, así como un cálculo de Grados Día para cada una de las estaciones.

- Frecuencia absoluta diferencia temperaturas

Según el estudio de la Universidad de Barcelona mencionado en el apartado 2.1, el EICU se define como la diferencia de temperatura entre la zona más calurosa de la ciudad y la zona no urbanizada o rural en un momento dado. Definición que se parametrizaría en la fórmula siguiente:

$$\Delta T_{U-R} = T_U - T_R$$

En la cual ΔT_{U-R} representa la intensidad de la isla de calor, T_U la temperatura de la zona urbana y T_R la temperatura de la zona rural.

Por lo tanto, en el presente apartado se va a evaluar la frecuencia absoluta de la diferencia de temperaturas mínimas diarias y horarias por estaciones del año, cuyos cálculos se reflejan en el ANEXO I.

Viveros y Aeroport

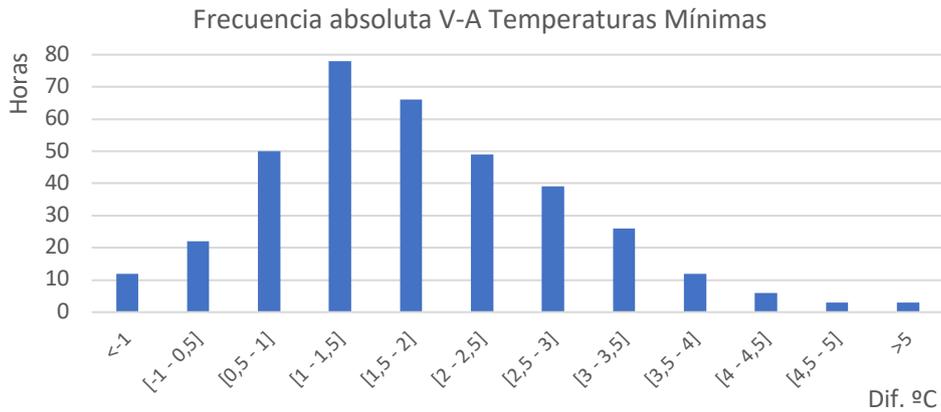


Gráfico 2: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas mínimas Viveros y Aeroport. Elaboración propia

El análisis resulta en que más del 90% de los valores de temperatura mínima diaria son superiores en Viveros respecto a Aeroport, siendo el rango de diferencias de temperatura más frecuente de 1 a 1,5°C.

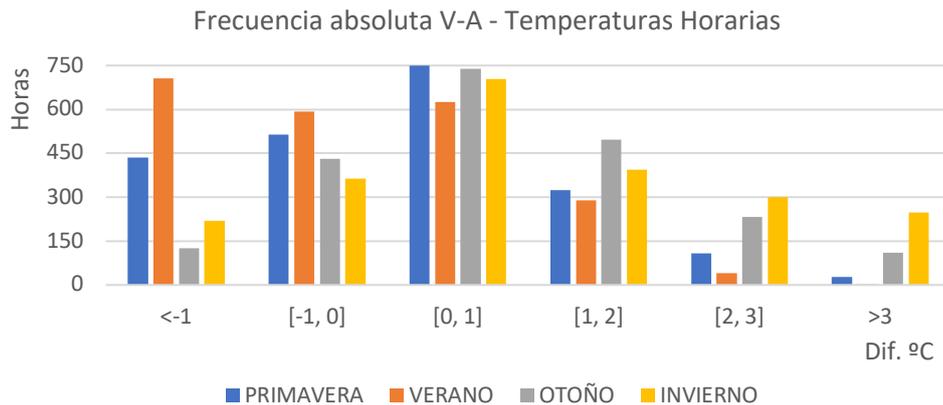


Gráfico 3: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas horarias Viveros y Aeroport. Elaboración propia

En cuanto a la diferencia de temperaturas horarias, en las estaciones de primavera, otoño e invierno lo más frecuente es que Viveros tenga una temperatura superior que Aeroport. Sin embargo, en verano la temperatura de Aeroport es mayor que la de Viveros en más de 55% de las horas.

Penya-Roja y Aeropuerto

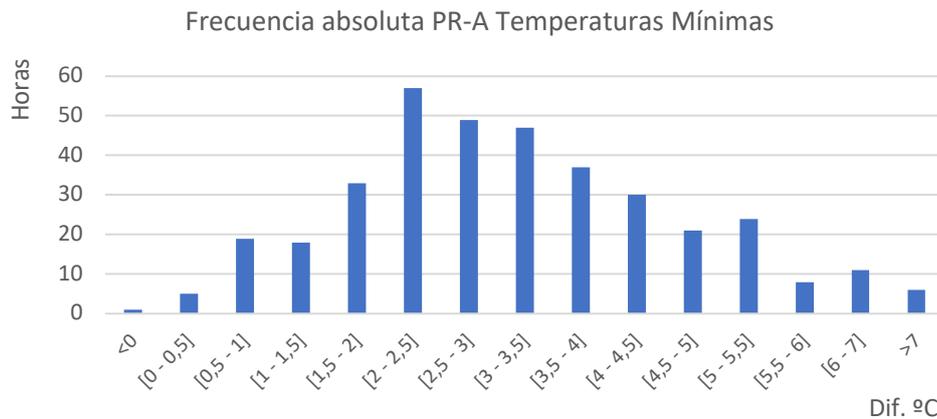


Gráfico 4: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas mínimas Penya-Roja y Aeropuerto. Elaboración propia

En el caso de Penya-Roja y Aeropuerto, el 99% de los datos de diferencia de temperatura mínima diaria entre ambas estaciones tiene un valor positivo, lo que quiere decir que la temperatura mínima diaria de Penya-Roja es superior a la de Aeropuerto. El valor de la diferencia que prevalece es de 2 a 2,5°C en más de un 15% de las veces.

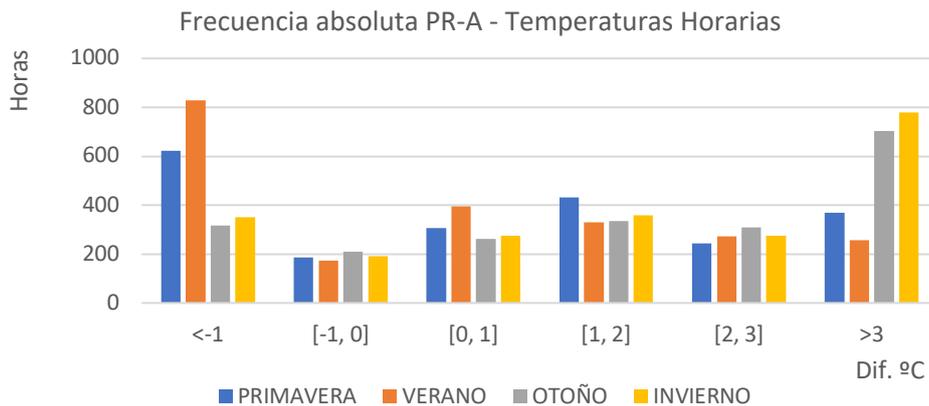


Gráfico 5: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas horarias Penya-Roja y Aeropuerto. Elaboración propia

Respecto a la diferencia de temperaturas horarias, en el mes de verano la temperatura de Aeropuerto es mayor a la de Penya-Roja en el 45% de las horas, en las estaciones de primavera, otoño e invierno este valor se reduce al 30% de media entre los tres.

Penya-Roja y Viveros

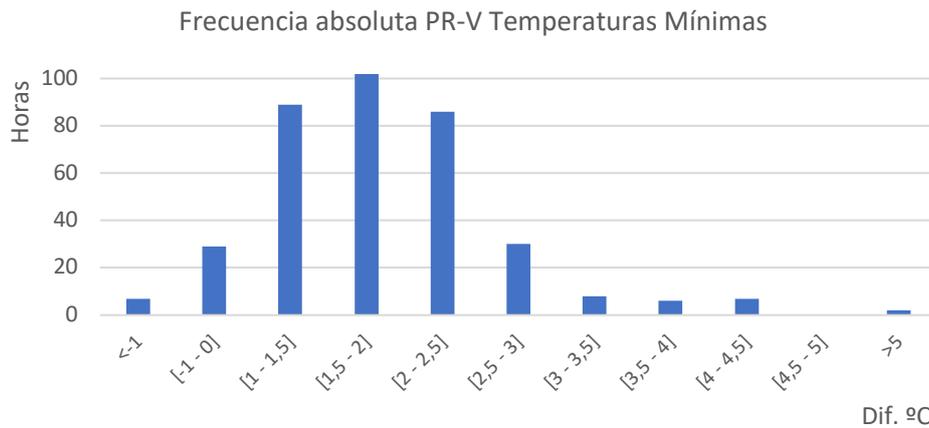


Gráfico 6: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas mínimas Penya-Roja y Viveros. Elaboración propia

Respecto a la frecuencia absoluta de la diferencia de temperaturas mínimas indica que en la estación de Penya-Roja las temperaturas mínimas son en un 98% de los días mayores que en la de Viveros, siendo en un 90% de las ocasiones una diferencia menor a 2,5°C.

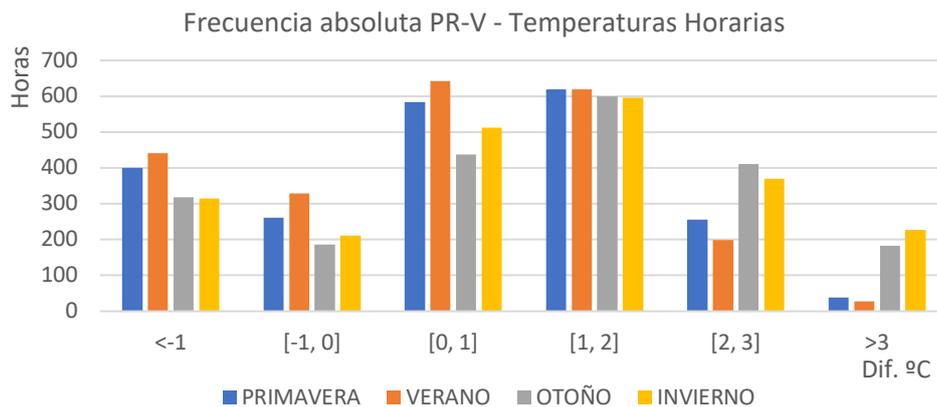


Gráfico 7: Frecuencia absoluta diferencia de temperaturas horarias Penya-Roja y Viveros. Elaboración propia

En el caso de la diferencia de temperaturas horarias, en todas las estaciones del año se da con mayor frecuencia que Penya-Roja tenga una temperatura superior a Viveros, dándose en verano la menor frecuencia de valores positivos (T^a PR mayor a T^a V) en un 65%.

- Grados Día

Los grados día de un período determinado de tiempo son la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija y la temperatura real. Cuando la temperatura sea inferior a la temperatura de referencia en calefacción, obtendremos los Grados día de calentamiento; si, por el contrario, esa temperatura es superior a la referencia en refrigeración, obtendremos los Grados día de enfriamiento. Por lo tanto, los Grados Días se pueden definir como el requerimiento de calefacción o refrigeración necesarios para alcanzar el rango de temperatura de confort.

La temperatura de confort fijada en el proyecto es la indicada en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) aprobado en 2007 a través del BOE 107/2007.

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

Tabla 1: Condiciones interiores de diseño establecidas en el RITE. BOE 107/2007

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Se debe tener en cuenta que en el cálculo de Grados Día no se establece la activación de la climatización en las temperaturas de confort sino unos grados por debajo en el caso de climatización y unos por encima en el caso de la refrigeración. Por lo tanto, se establece la temperatura de calefacción a 17°C y la de refrigeración a 28°C.

Al realizar el cálculo con las tres estaciones climática del actual estudio se obtiene que la zona con mayor requerimiento climático es Aeroport tanto para calefacción como refrigeración. Por otro lado, en la estación de Viveros se requiere mayor calentamiento que en la de Peña-Roja mientras que menor enfriamiento.

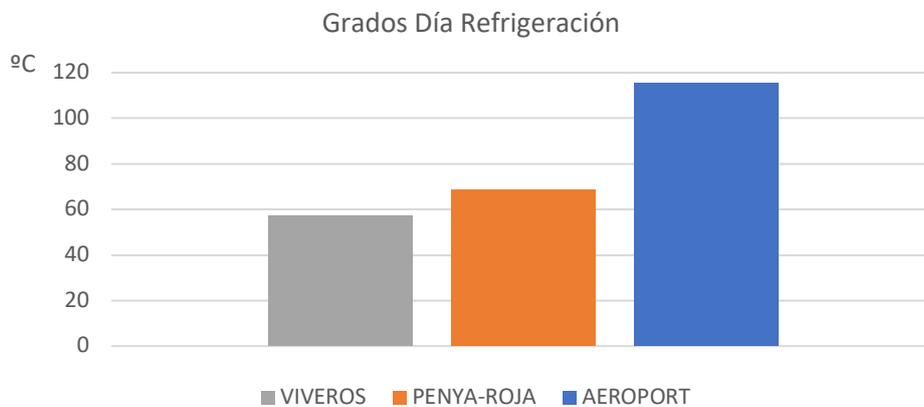


Gráfico 8: Grados Día Refrigeración de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia

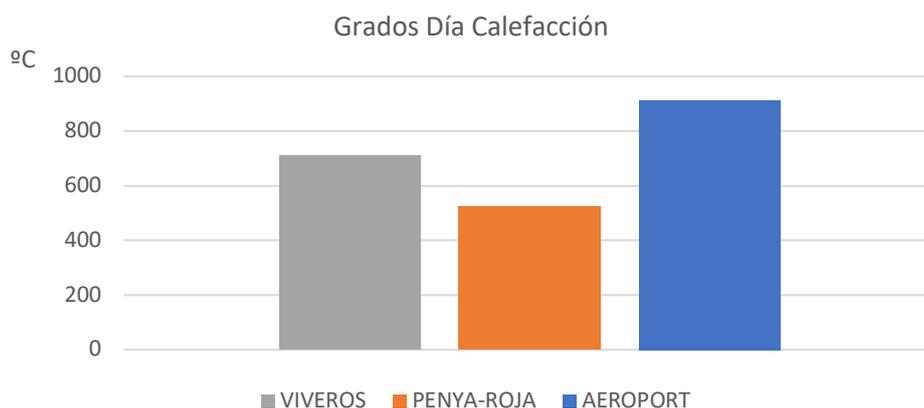


Gráfico 9: Grados Día Calefacción de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia

- Conclusiones del análisis de los datos climatológicos

Viveros y Aeroport

Tras realizar el análisis comparativo de ambas estaciones se puede comprobar que el requerimiento de enfriamiento en Aeroport es mayor. Esto se explica con el estudio de la

frecuencia absoluta de las diferencias de temperatura horaria estacional, en el cual resulta que en más de un 55% de las horas pertenecientes a la estación de verano, Viveros tiene una temperatura inferior, y sabiendo que las temperaturas mínimas nocturnas de Viveros son en más de un 90% de las ocasiones superiores a las de Aeroport, se puede deducir que Aeroport tendrá temperaturas superiores a Viveros en los momentos del día más calurosos.

En cuanto al requerimiento de calentamiento, el de Aeroport es superior al de Viveros, hecho que tiene coherencia con los resultados del estudio de las diferencias de temperaturas horarias, ya que en las estaciones de primavera, otoño e invierno Viveros experimenta con mayor frecuencia una temperatura superior a la de Aeroport.

Por lo tanto, según los estudios que explican el EICU, la estación de Aeroport no obedece al comportamiento de una zona rural frente a la estación de Viveros. Cabe esperar que esto se deba a que Aeroport se encuentra en una zona con una explanada extensa de asfalto, con poca vegetación y sin ningún tipo de sombra, por lo que tampoco obedecería al comportamiento de una zona urbana, pudiéndose definir como zona rural modificada.

Penya-Roja y Aeroport

Se obtiene un resultado de Grados Día de enfriamiento superior en Aeroport que en Penya-Roja, siendo similar al de la comparativa de Viveros y Aeroport.

De igual manera ocurre con el requerimiento de calentamiento anual, el hecho de que el resultado sea mayor en Aeroport se explica por la mayor frecuencia en temperaturas superiores en Penya-Roja.

Por lo tanto, Aeroport no obedece al comportamiento de una zona rural frente a la estación de Penya-Roja en el análisis de EICU.

Penya-Roja y Viveros

En el caso de la comparativa entre las estaciones de Penya-Roja y Viveros los resultados son diferentes a los anteriores.

Si se pone el foco en el requerimiento anual en refrigeración, se observa que en Penya-Roja existe mayor demanda térmica. Lo cual se explica por existir un 65% de ocasiones en la estación de verano en la que la temperatura de Penya-Roja es mayor que la de Viveros, a pesar de que ambas se encuentran dentro de la ciudad de València.

Por el contrario, los Grados Día de calentamiento de Viveros son mayores, lo cual se explica con el 98% de las horas del año en las que la temperatura mínima diaria alcanzada en Penya-Roja es superior a la de Viveros.

Concluyendo, al realizar dicha comparativa se observa que la estación de Viveros tiene un comportamiento de zona rural (sin representarlo al 100%) frente a Penya-Roja, la cual obedece a las variaciones que se experimentan en una zona urbana según se explica en los estudios sobre el EICU. Por lo tanto, se puede definir el entorno de la estación de Viveros como un entorno urbano renaturalizado, mientras que la estación de Penya-Roja se encuentra en una zona totalmente urbana.

3.3 DISEÑO EDIFICIO

El edificio que se ha diseñado para la simulación es un bloque de viviendas de los años 70, debido que según las estadísticas son el tipo de edificios residenciales que más se encuentran en la ciudad de València.

Por un lado, en los datos del INE se observa que la década de construcción del 22% de las viviendas de València fue la de los 70.

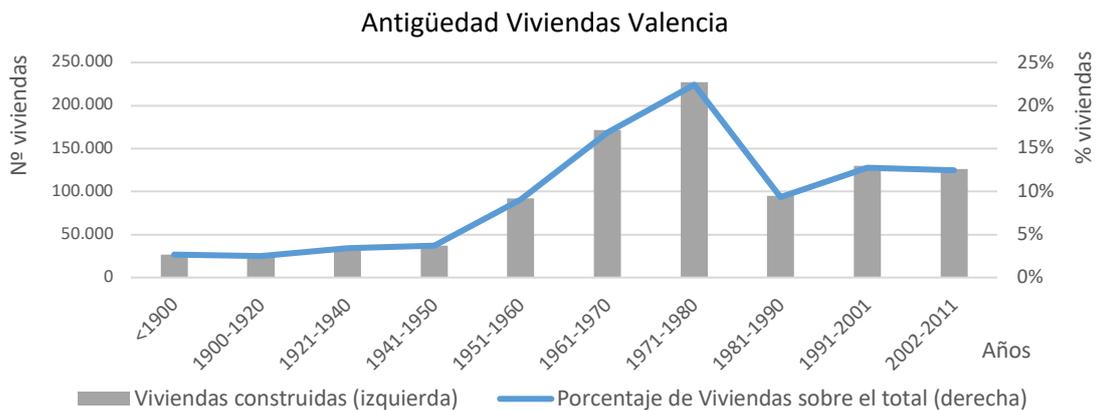


Gráfico 10: Viviendas construidas por año en València. Datos INE, elaboración propia

Por otro lado, tal y como aparece en el Catálogo de tipología edificatoria residencias: Ámbito España, la tipología de edificio residencial más frecuente en España es la de parque de edificios, siendo la tipología mayoritaria en la ciudad de València debido a ser un núcleo urbano que abarca mucha población.

Por tanto, se ha elegido como edificio representativo de la ciudad de València, un bloque de viviendas con 7 pisos y 70 viviendas en su totalidad, construido en la década de los 70.

- Características del edificio

Cerramientos

El Catálogo mencionado en la introducción del apartado actual, es un estudio de la tipología de los edificios residenciales existentes en los distintos países europeos que se contextualiza en el proyecto llamado TABULA.

En el catálogo referente a España se dividen las tipologías de edificios por 3 zonas climáticas diferentes; Atlántico Norte, Continental y Mediterráneo.

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València



Ilustración 10: Distribución Territorial de las Zonas Climáticas en España. TABULA

Para cada una de las zonas climáticas, los edificios existentes se catalogan en 4 tipologías y 6 periodos de tiempo.

La ciudad de València se encuentra en la zona climática del mediterráneo, siendo el catálogo de esta el siguiente:

ZONA CLIMÁTICA MEDITERRÁNEA						
Region	Construction Year Class	Additional Classification	SFH Single-Family House	TH Terraced House	MFH Multi-Family House	AB Apartment Block
Mediterranean climate (Clima Mediterráneo)	... 1900	generic	 ES.ME.SFH.01.Gen	 ES.ME.TH.01.Gen	 ES.ME.MFH.01.Gen	 ES.ME.AB.01.Gen
Mediterranean climate (Clima Mediterráneo)	1901 ... 1936	generic	 ES.ME.SFH.02.Gen	 ES.ME.TH.02.Gen	 ES.ME.MFH.02.Gen	 ES.ME.AB.02.Gen
Mediterranean climate (Clima Mediterráneo)	1937 ... 1959	generic	 ES.ME.SFH.03.Gen	 ES.ME.TH.03.Gen	 ES.ME.MFH.03.Gen	 ES.ME.AB.03.Gen
Mediterranean climate (Clima Mediterráneo)	1960 ... 1979	generic	 ES.ME.SFH.04.Gen	 ES.ME.TH.04.Gen	 ES.ME.MFH.04.Gen	 ES.ME.AB.04.Gen
Mediterranean climate (Clima Mediterráneo)	1980 ... 2006	generic	 ES.ME.SFH.05.Gen	 ES.ME.TH.05.Gen	 ES.ME.MFH.05.Gen	 ES.ME.AB.05.Gen
Mediterranean climate (Clima Mediterráneo)	2007 ...	generic	 ES.ME.SFH.06.Gen	 ES.ME.TH.06.Gen	 ES.ME.MFH.06.Gen	 ES.ME.AB.06.Gen

Ilustración 11: Catálogo Edificios Residenciales Zona climática Mediterránea

Por lo tanto, tal y como se ha comentado anteriormente, el edificio a estudiar será uno de tipo bloque de viviendas construido entre los años 60 y 70, cuyas características técnicas se encuentran en el ANEXO II.

Por lo tanto, basándose en la información del catálogo, los cerramientos de la vivienda tienen las siguientes características:

Tabla 2: Características Cerramientos del Proyecto en DB

Elemento TABULA	Elemento DB	Capas		U (W/m ² -K)
Fachada Principal	Muro del Proyecto	+ externa	Enfoscado de cemento	1,391
			Ladrillo Hueco 115mm	
			Cámara de aire 2cm	
			Ladrillo Hueco 40mm	
		+ interna	Enlucido de yeso	
Fachada Patios	Muro Semi-expuesto del Proyecto	+ externa	Mortero de cemento o cal para albañilería	1,978
			Ladrillo Hueco 100mm	
		+ interna	Enlucido de yeso	
Cubierta	Cubierta del Proyecto	+ externa	Azulejo cerámico	1,590
			Capa de cemento 150mm	
			Impermeabilización con PVC	
			Hormigón 1,3cm	
		+ interna	Enlucido de yeso	
Huecos	Acristalamiento		Carpintería metálica	5,894
			Cristal 3mm	

Actividad

La actividad general del edificio será la de un edificio residencial típico. Las características de ocupación de dicho edificio se extraen del Código Técnico de la Edificación a través de la Herramienta Unificada LÍDER/CALENER (Ministerio de Transportes, 2019).

Las características establecidas son las siguientes:

- 0,03 personas/m²
- Cada persona emite 117,2W:
 - . 71,79 W de calor sensible (61,25%)
 - . 45,42 W de calor latente (38,75%)
- Horario de ocupación:
 - . Laborable: de 23 a 7: 100%, de 7 a 15: 25% y de 15 a 23: 50%
 - . Festivos: de 0 a 24: 100%

Por otra parte, en la planta baja se ha asignado la actividad establecida por el programa para un local comercial y en los patios y zonas comunes la de zonas comunes.

- Geometría del edificio

Con tal de facilitar la construcción del edificio en el programa Design Builder (DB), se diseña una plantilla en 2D de las diferentes plantas que constituirán el edificio en AutoCAD.

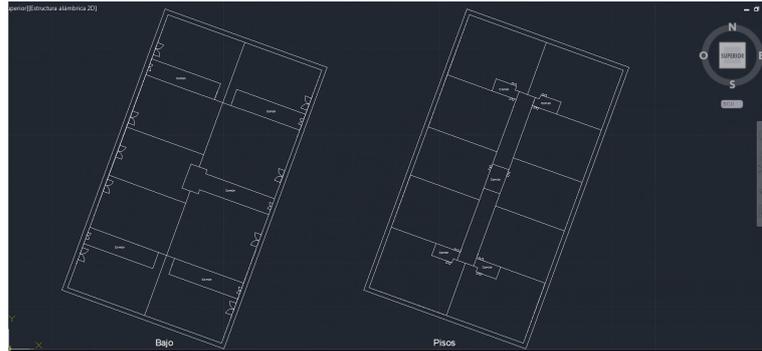


Ilustración 12: Diseño Edificio AutoCAD

Por un lado, la plantilla de la izquierda representa a la planta baja del edificio que se constituye por 9 bajos y 5 patios. Por otro lado, la de la derecha representa la distribución de las plantas residenciales, las cuales son simétricas y contienen 10 viviendas.

3.4 MODELADO EDIFICIO

En este apartado se va a explicar el proceso de modelado del edificio en el programa DB, detallando el proceso de construcción del parque de viviendas para su preparación a la simulación.

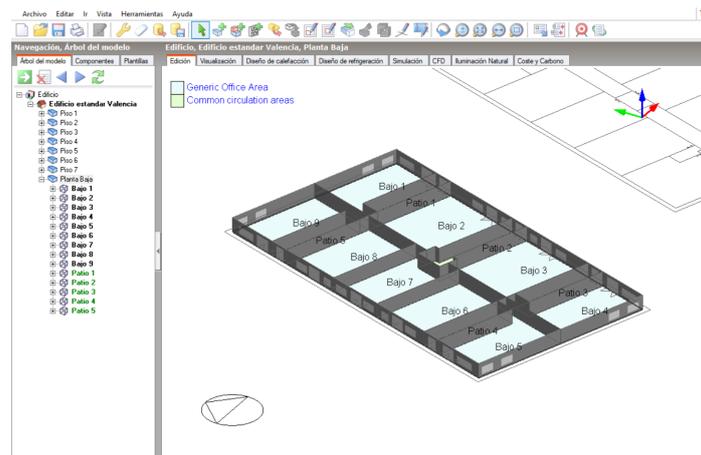


Ilustración 13: Planta baja con particiones DB

Una vez realizadas las particiones, se diseñan los huecos de las puertas y ventanas situandonos primero a nivel de partición y luego a nivel de cerramiento tipo Muro. Una vez en el muro donde se quiere introducir un hueco, se selecciona la función Dibujar Ventana o Dibujar Puerta según el tipo de hueco a generar.

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

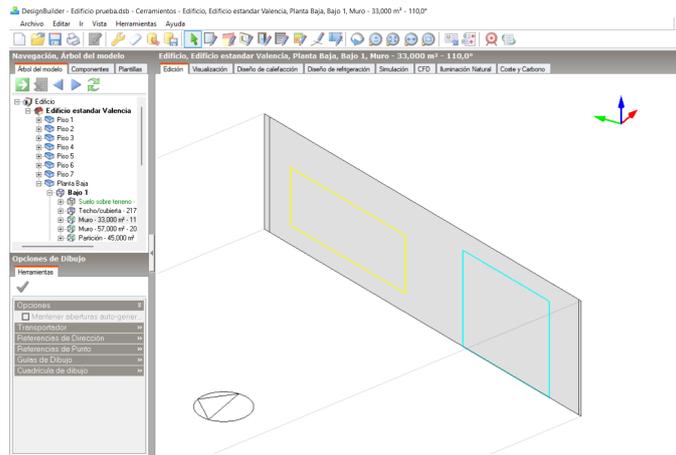


Ilustración 14: Ejemplo de muro con hueco tipo ventana y puerta en muro del edificio DB

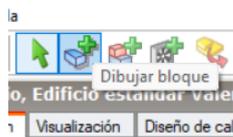


Ilustración 15: Función Dibujar Bloque DB

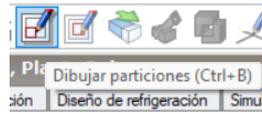


Ilustración 16: Función Dibujar Particiones DB

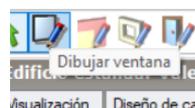


Ilustración 17: Función Dibujar Ventana DB

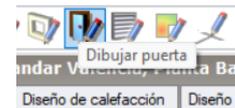


Ilustración 18: Función Dibujar Puerta DB

Una vez introducidas todas las particiones, situándonos a nivel de edificio, se mueve la plantilla uniéndolo un vértice de esta con el vértice correspondiente a la cubierta de la planta baja con el comando Mover Objeto(s) y se repite el proceso de generar bloque de edificio iniciándolo en el plano superior de la planta baja.

En las plantas correspondientes a las viviendas se encuentran dos patios, de manera que una vez generado el edificio se selecciona la función Dibujar Patios en los huecos correspondientes a la plantilla. Se generan las particiones del mismo modo que en la planta baja y, en vez de dibujar en cada partición las ventanas correspondientes, al no existir puertas en dicho bloque, se generan las aberturas a través de la ventana "aberturas" seleccionando un 30% de porcentaje de acristalamiento.

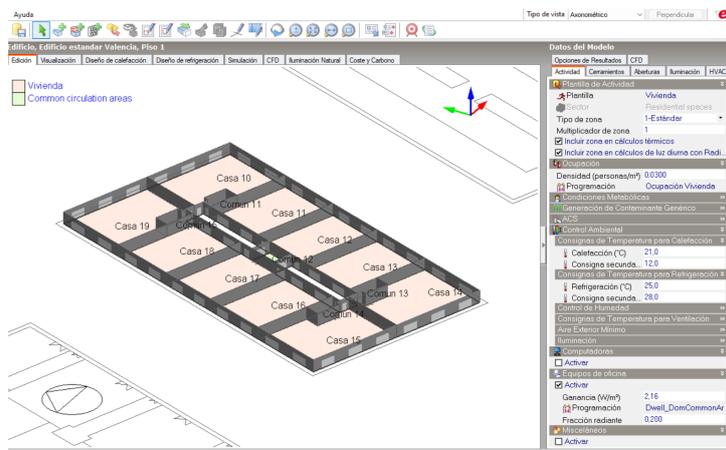


Ilustración 19: Piso de vivienda DB

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

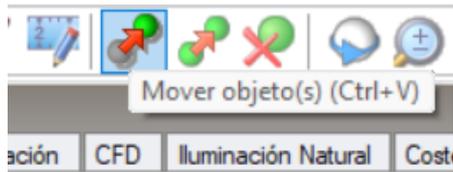


Ilustración 20: Función Mover Objeto(s) DB

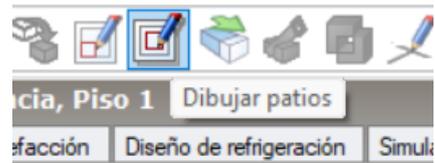


Ilustración 21: Función Dibujar Patios DB

Una vez tenemos ambas plantas diseñadas, se deben modelar introduciendo la actividad de cada una de las zonas diferentes a tipo vivienda, ya explicado en el anterior apartado. Tras este paso, procederemos a copiar la planta de tipo vivienda para las 6 plantas superiores, de modo que todas las plantas de viviendas tendrán el mismo diseño.

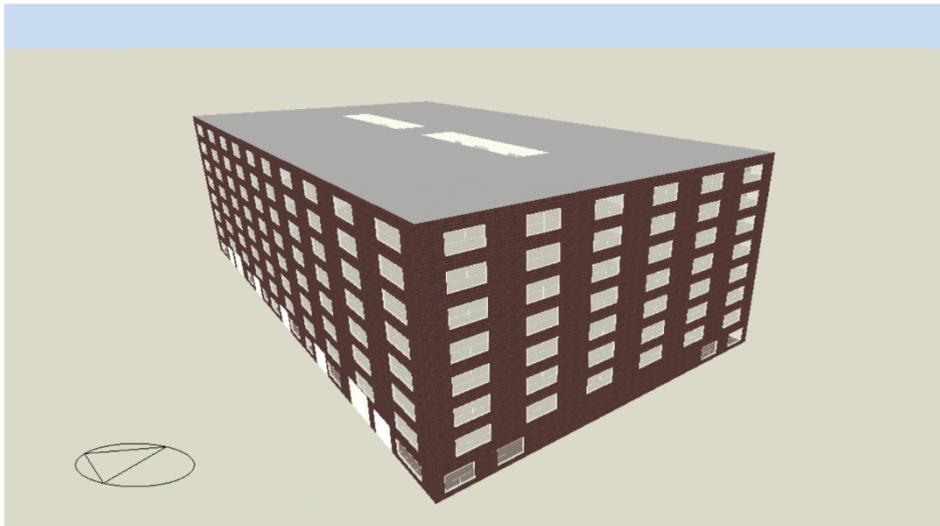


Ilustración 22: Bloque de viviendas tipo de los años 70. Elaboración propia

4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA

Las simulaciones se han realizado de un año natural (de 01 de enero a 31 de diciembre) con resultados mensuales y un tipo de control de climatización basado en la temperatura operativa (el promedio entre la temperatura del aire del recinto y la temperatura radiante de las paredes del recinto).

Una vez seleccionadas estas dos opciones que caracterizan los resultados de la simulación, se inicia el proceso que dura 5 minutos aproximadamente. Una vez terminado el proceso, el programa devuelve los resultados en gráfica y en tabla, los cuales se puede exportar en formato texto para trabajarlos con una interfaz como puede ser Excel. En el ANEXO II se encuentran los resultados de la simulación para cada una de las estaciones.

De los resultados obtenidos se van a analizar los datos de Calentamiento y Enfriamiento total, los de pérdidas con el exterior y las infiltraciones existentes.

4.1 EFECTO EN LA DEMANDA TÉRMICA

- Intercambio de calor a través de la envolvente e infiltraciones

A continuación, se analizan las pérdidas o ganancias de calor a través de la envolvente del edificio (ventanas, muros y cubiertas), y las debidas a infiltraciones. Se estudian esto ya que se tratan de intercambios de calor producidos por una diferencia de temperatura entre el interior del edificio y el aire ambiente, siendo este dato, entre otros, el que cambia de una localización a otra.

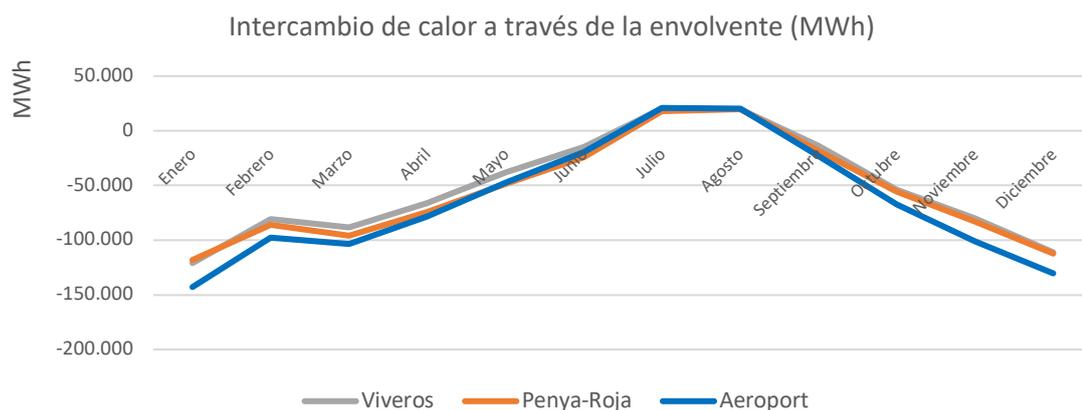


Gráfico 11: Pérdidas/ganancias por los Cerramientos con el Exterior de las estaciones Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia

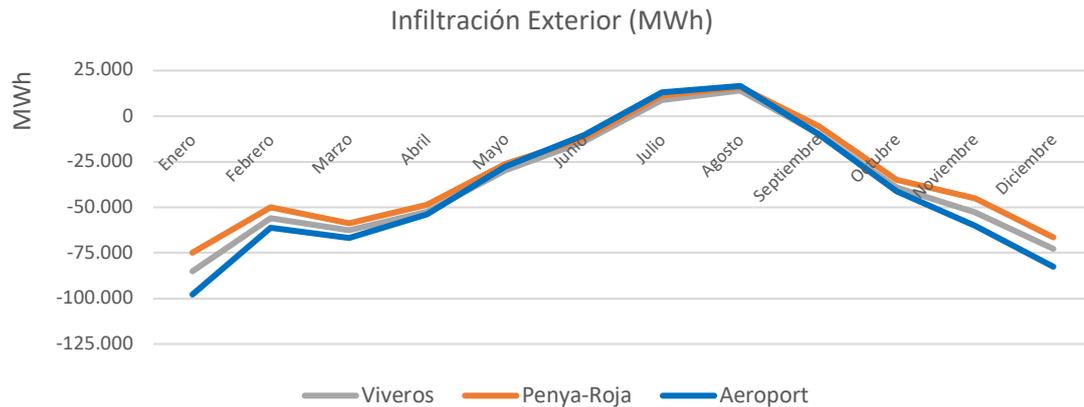


Gráfico 12: Pérdidas/ganancias por los Cerramientos debidas a la infiltración de aire exterior Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia

En ambas gráficas se observa que las pérdidas de calor son mayores que las ganancias.

Los meses de junio, julio y agosto, meses en los que el aire exterior es mayor que el interior, son en los que existen ganancias a través de los cerramientos y por las infiltraciones. Estas ganancias son ligeramente mayores en Peña-Roja y Aeroport que en Viveros.

En los demás meses del año prevalecen las pérdidas caloríficas del edificio debido al intercambio de calor entre el interior del edificio, que se encuentra a mayor temperatura que el aire exterior, y el ambiente externo y por la entrada de aire frío por infiltraciones. La estación de Aeroport es la que tiene mayores pérdidas, a la que le sigue Viveros y finalmente Peña-Roja.

- **Calentamiento y enfriamiento total**

La demanda térmica se calcula con el resultado de calentamiento y enfriamiento total, el cual se refiere a la extracción o aporte de energía necesaria para alcanzar la temperatura operativa indicada, la cual, tal y como se ha comentado en el apartado anterior referido a los Grados Días, se establece en 21°C para el calentamiento y 25°C para el enfriamiento.

Con tal de entender los resultados de una manera más clara y específica, se presentan las definiciones de los resultados de enfriamiento y calentamiento total que aparecen en el manual de DB español:

Enfriamiento Total: Extracción de energía sensible y latente de la mezcla de aire exterior y de recirculación, con el objeto de lograr la temperatura y humedad especificadas para el aire de impulsión.

Calentamiento Total: Aporte de energía sensible y latente a la mezcla de aire exterior y de recirculación, con el objetivo de lograr la temperatura y humedad especificadas para el aire de impulsión.

Los resultados mensuales de los parámetros comentados son los siguientes:

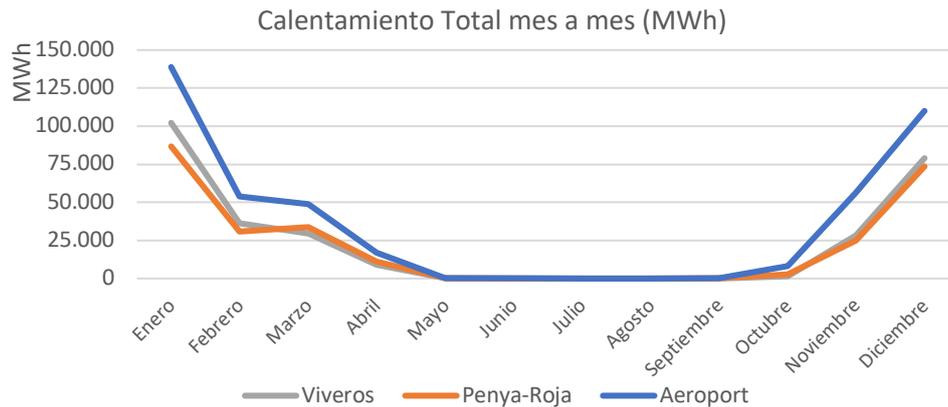


Gráfico 13: Evolución mensual del Calentamiento Total de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia

En cuanto al calentamiento total requerido en cada estación, se puede observar que, como es de esperar, en los meses de mayo a septiembre no hay prácticamente demanda energética, lo que seguramente se deba a que la temperatura de consigna se alcanza en las horas nocturnas, en las cuales el equipo de climatización no se activará.

Por otra parte, en los meses que sí que existe demanda, se observa que el requerimiento de Aeroport es significativamente mayor que los de Viveros y Peña-Roja, resultado que concuerda con el previo estudio con los Grados Día. La segunda estación con mayor demanda es Viveros a la cual le sigue Peña-Roja con unos muy similares.

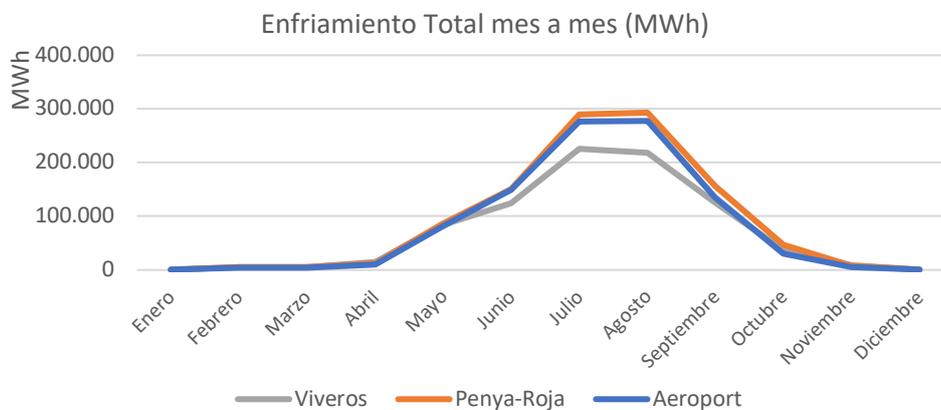


Gráfico 14: Evolución mensual del Enfriamiento Total de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia

Al contrario que en el caso del requerimiento de calentamiento, en los meses de noviembre a marzo no existe prácticamente demanda de enfriamiento en ninguna de las estaciones.

En los meses donde las estaciones sí que demandan energía para la refrigeración, Peña-Roja y Aeroport son las dos estaciones que más demandan, siendo algo superior la de Peña-Roja. En Viveros el requerimiento dista significativamente de las dos anteriores estaciones, tal y como era de esperar según los resultados del análisis de los ficheros meteorológicos.

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

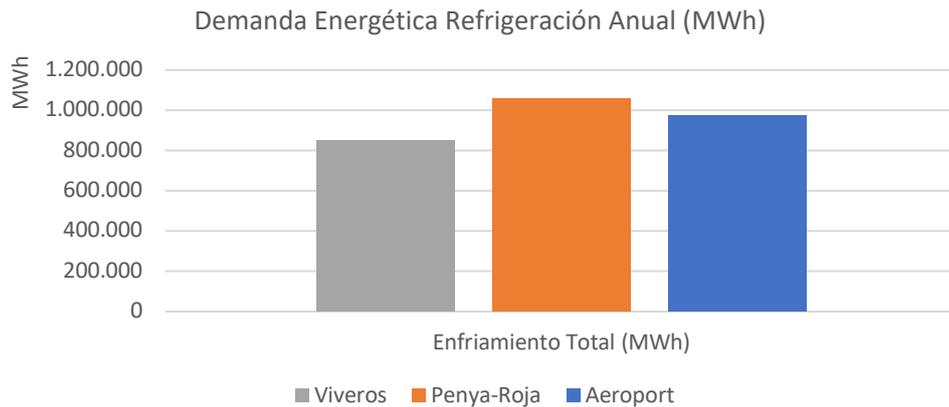


Gráfico 15: Demanda Energética en Refrigeración anual de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia

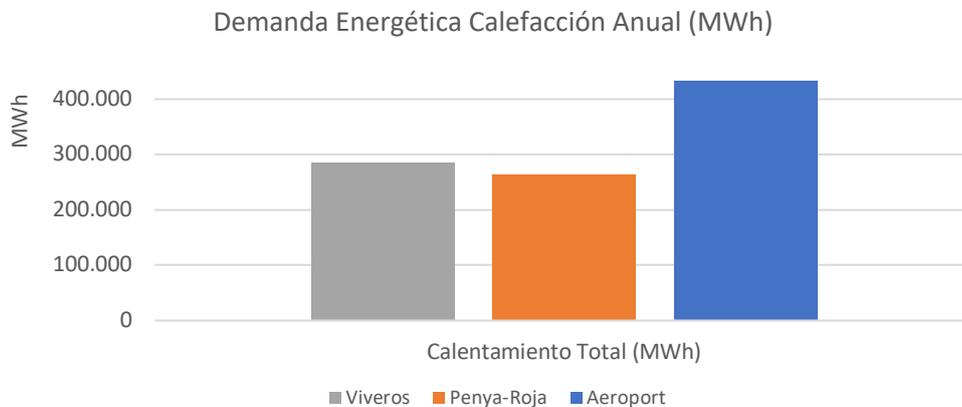


Gráfico 16: Demanda Energética en Calefacción anual de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia

Tabla 3: Demanda Calefacción y Enfriamiento Total de las estaciones de Viveros, Peña-Roja y Aeroport DB y diferencia entre estaciones

DEMANDA ANUAL (MWh)	Viveros (V)	Peña-Roja (PR)	Aeroport (A)	Dif. V-A	Dif. PR-A	Dif. PR-V
Enfriamiento	851.036	1.056.199	974.151	-12,64%	8,42%	24,11%
Calentamiento	286.007	264.169	433.907	-34,09%	-39,12%	-7,64%
TOTAL	1.137.043	1.320.369	1.408.057	-19,25%	-6,23%	16,12%

La demanda total experimentada se analiza comparando entre si las tres estaciones, tal y como se ha realizado con el análisis del EICU en el apartado 3.2.

Viveros y Aeroport

Como era de esperar, en la estación de Aeroport existe mayor demanda térmica tanto de refrigeración como de calefacción, por lo tanto, se evidencia que Viveros tiene mejores condiciones en cuanto a confort térmico que Aeroport.

Como ya se ha dicho en las conclusiones del análisis del EICU, Aeroport tiene unas condiciones exteriores muy desfavorables. Por una parte, está rodeado de asfalto y tierra compacta sin vegetación y no tiene objetos que le hagan sombra, lo cual explica la mayor demanda en refrigeración frente a Viveros, el cual se encuentra en un parque con

vegetación y árboles. Por otra parte, en cuanto a la demanda en calefacción, Aeroport sí que obedece a una zona tipo rural ya que la demanda es muy superior a la de Viveros.

En conclusión, siendo Aeroport una zona rural por su situación geográfica no sólo tiene mayor demanda de calefacción como es de esperar en zonas de este tipo, sino que tiene también mayor demanda de refrigeración debido a la modificación del entorno en el que se sitúa.

Penya-Roja y Aeroport

A pesar de las condiciones desfavorables de Aeroport, Penya-Roja tiene una demanda de refrigeración ligeramente mayor, como es de esperar en los entornos urbanos debido a las retenciones de calor existentes. En el caso que Aeroport representase un entorno totalmente rural cabría esperar que dicha diferencia en la demanda fuera significativamente mayor.

En cuanto a la demanda en calefacción, de igual manera que con la comparativa de Viveros, en Aeroport resulta mayor debido a su situación geográfica de entorno Rural.

En la comparativa entre ambas estaciones sí que se puede comprobar la repercusión del EICU en Penya-Roja en la demanda de refrigeración por una parte y la característica de zona rural en Aeroport en la demanda de calefacción.

Penya-Roja y Viveros

Tratándose Viveros de una zona urbana renaturalizada, tal y como se ha definido en anteriores apartados, se puede observar que esto conlleva una demanda de refrigeración significativamente menor que en el entorno totalmente urbano, y una demanda de calefacción ligeramente mayor, hecho que cuadra con el análisis realizado con los datos meteorológicos.

4.2 EFECTO EN EL CONSUMO ENERGÉTICO

La demanda térmica nos muestra la cantidad de energía térmica que es necesario aportar (calefacción) o extraer (refrigeración) para que el edificio se encuentre en una temperatura de confort. Sin embargo, esta demanda térmica no representa el consumo de energía final, ya que este consumo depende del sistema de climatización utilizado.



Ilustración 23: Transformaciones energéticas desde la energía primaria a energía útil. Documento HE0 CTE

Por lo tanto, con tal de mostrar cuánto sería el consumo energético para alcanzar dicho estado, se suponen unos aparatos climáticos según el documento HE0 del Código Técnico de la Edificación (CTE) (Ministerio de Transportes M. y., 2022).

Tabla 4.5-HE0 Sistemas de referencia

Tecnología	Vector energético	Rendimiento nominal
Producción de calor y ACS	Gas natural	0,92 (PCS)
Producción de frío	Electricidad	2,60

Ilustración 24: Sistemas de climatización de referencia en uso residencial privado. CTE HE0 (Ministerio de Transportes M. y., 2022)

La demanda de refrigeración se cubrirá con un equipo de aire acondicionado que consume energía eléctrica, sistema de referencia para uso residencial del documento HE0 del CTE. Dicho sistema, en el documento establece un valor de Energy Efficiency Ratio (EER) de 2,6, parámetro que se define con la siguiente fórmula:

$$EER = \frac{\text{Energía Térmica Extraída}}{\text{Consumo Eléctrico}} = 2,60$$

Por otra parte, el factor de Energía Final asociado a la generación de la electricidad es de 2,368 kWh de energía primaria por cada kWh de energía final (dato extraído de la base de datos de la Agencia Europea de Medio Ambiente), mientras que el factor de conversión asociado a la energía eléctrica es de 0,156 kgCO₂/kWh (EUROSTAT).

Por lo tanto, la conversión de demanda a consumo, energía final y emisiones, con el equipo seleccionado, para cada una de las estaciones es la presentada en la Tabla 4.

Tabla 4: Demanda, Consumo, Energía Final y Emisiones en Refrigeración

	Viveros	Penya-Roja	Aeroport
Demanda Refrigeración (MWh)	851.035,81	1.056.199,44	974.150,53
Consumo Eléctrico (MWh_e)	327.321,47	406.230,55	374.673,28
Energía Primaria (kWh)	775.097,23	961.953,95	887.226,33
Emisiones equivalentes (tCO ₂ eq)	120.915,17	150.064,82	138.407,31

La demanda de calefacción se cubrirá con una caldera de gas cuyo combustible será el Gas Natural, de nuevo extraído del documento de Ahorro Energético del CTE. En este equipo se establece un rendimiento energético del 92%.

$$\eta = \frac{\text{Energía Térmica Entregada}}{\text{Consumo Térmico}} = 0,92$$

Por otra parte, el factor de Energía Final asociado al consumo térmico de Gas natural es de 1,195 kWh de energía primaria por cada kWh de energía final, mientras que el factor de conversión asociado a la energía eléctrica es de 0,252 kgCO₂/kWh, datos extraídos de la base de datos de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

Por lo tanto, la conversión de demanda a consumo, energía final y emisiones, con el equipo seleccionado, para cada una de las estaciones es la presentada en la Tabla 5.

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

Tabla 5: Demanda, Consumo, Energía Final y Emisiones en Calefacción

	Viveros	Penya-Roja	Aeroport
Demanda Calefacción (MWh)	286.006,90	264.169,31	433.906,57
Consumo Térmico (MWh_t)	310.877,07	287.140,55	471.637,58
Energía Primaria (kWh)	371.498,09	343.132,96	563.606,90
Emisiones equivalentes (tCO ₂ eq)	93.617,52	86.469,51	142.028,94

La comparativa de las emisiones totales asociadas al consumo en climatización en cada una de las estaciones resulta ser la siguiente:

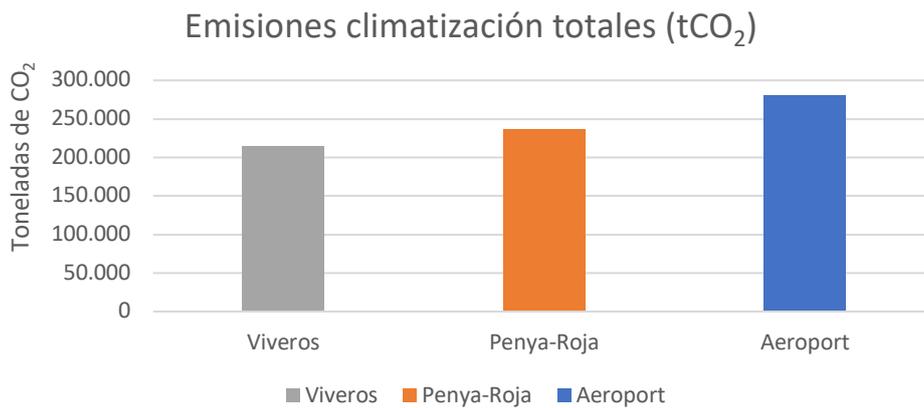


Gráfico 17: Emisiones asociadas consumo climatización anual en el edificio. Elaboración propia

Finalmente, se hace un estudio económico aproximado del coste de climatización anual en el edificio aplicando los precios proporcionados por la base de datos EUROSTAT.

Tabla 6: Precios de la unidad de consumo electricidad y gas. EUROSTAT

Coste Electricidad	3,16 c€/kWh
Coste Gas	10,17 c€/kWh

Quedando unos costes asociados a cada estación climática siguientes:

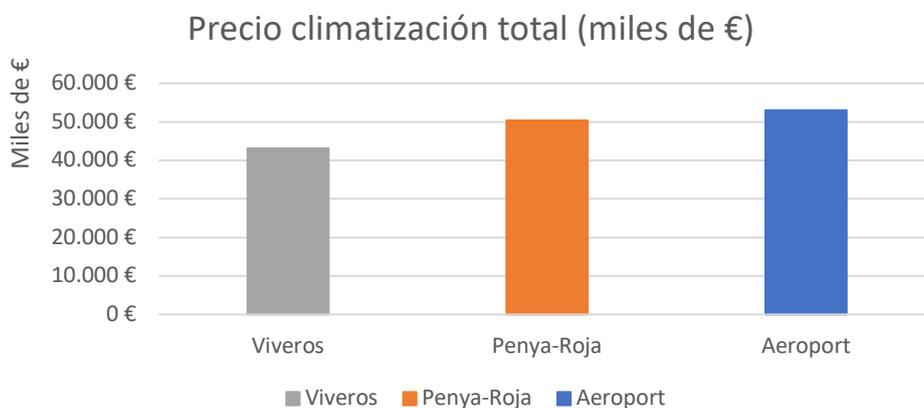


Gráfico 18: Precio estimado consumo climatización anual en el edificio. Elaboración propia

5 SOLUCIONES PARA PALIAR EL EFECTO ISLA DE CALOR URBANA

Tras comprobar las repercusiones negativas que tiene la modificación del entorno natural, se proponen una serie de acciones de mitigación del EICU que pueden resultar en una disminución en la demanda térmica de los entornos urbanos.

- Renaturalización e implementación de fachadas y cubiertas verdes

En el actual estudio se ha podido observar la diferencia entre *Penya-Roja*, representante de una zona urbana, y *Viveros*, representante de una zona urbana renaturalizada. A pesar de que la demanda térmica en calefacción en *Viveros* es mayor que en *Penya-Roja*, la demanda total es significativamente menor.

Por lo tanto, una de las acciones que disminuirán el EICU de una zona urbana sería el aumento de zonas verdes con suelos de tierra, árboles que hagan sombra y arbustos y plantas que mantengan el suelo a una temperatura estable. Esta acción no solo disminuiría el fenómeno estudiado en este trabajo, sino que generaría un aumento en la calidad de vida de los ciudadanos del centro urbano con la mejora del aire y la disponibilidad de espacios en los que se pueda estar al aire libre.

Al igual que el aumento de zonas verdes, las fachadas y cubiertas vegetales también suponen una disminución del EICU, comportándose como sumideros térmicos y frenando la absorción de calor de los edificios construidos con materiales convencionales, y generando calidad en el aire del entorno por la absorción de CO₂.

Cabe decir que en la ciudad de València ya se está optando por la renaturalización e implementación de fachadas y cubiertas verdes, como es el ejemplo del proyecto *GrowGreen* en el barrio de *Benicalap* (UE, y otros, 2020), en el cual se ha incluido la participación ciudadana para pensar en un barrio con mayor calidad de vida. A pesar de esto, hay que recalcar que esta renaturalización de los entornos se debería dar en toda la ciudad.



Ilustración 25: Proyecto GrowGreen Benicalap

- **Materiales constructivos exteriores con menor inercia térmica**

Se le llama a inercia térmica a la capacidad de un material de absorber energía calorífica. Se dice que un material tiene mucha inercia térmica en el caso que dicho material absorba con facilidad el calor y, en el momento que la temperatura exterior sea menor, lo ceda al ambiente poco a poco.

Tener en cuenta la inercia térmica en la elección de los materiales constructivos de un edificio es clave para la eficiencia energética. Se pueden utilizar materiales como, por ejemplo, la piedra natural para fachadas exteriores o el acabado de hormigón para fachadas interiores, siendo dos materiales con buena inercia térmica.



Ilustración 26: Ejemplo de fachada exterior construida con piedra natural

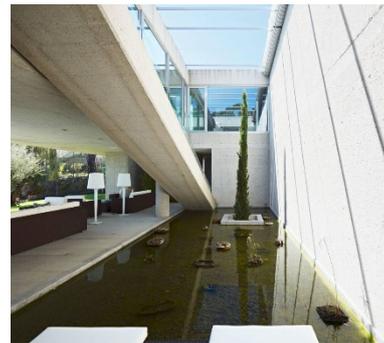


Ilustración 27: Ejemplo de fachada interior construida con hormigón

- **Reducción del tráfico dentro de la ciudad**

El paso de los automóviles también genera un aumento en la temperatura ambiente con la liberación de calor que suponen los gases de combustión. Derivar el tráfico al extrarradio favorecería a la reducción en el aumento de temperatura dentro de la zona urbana. Esta acción también supondría una mejor dispersión de los gases contaminantes evitando grandes concentraciones en el aire, ya que, al existir menos obstáculos en las zonas externas a las ciudades los gases tienen mayor facilidad de dispersión.

6 CONCLUSIONES

Tras el análisis de todos los aspectos, se corrobora que el entorno urbano de cada una de las zonas afecta al grado de EICU, y este al consumo energético de los edificios de la urbe.

Tras observar el entorno de las tres estaciones y analizar los datos climatológicos se puede concluir que cada una de las estaciones representa una zona diferente; por una parte, la estación de **Viveros** representa a una **zona urbana renaturalizada** ya que se encuentra en un parque ajardinado de grandes dimensiones en medio de la ciudad, por otra parte, la estación de **Penya-Roja** a una **zona urbana** debido a que se encuentra en un edificio rodeado de calles y carreteras y, por último, **Aeroport** a una **zona rural modificada** por encontrarse fuera de la ciudad pero tener un ambiente rodeado de asfalto y sin la vegetación propia de la zona.

La diferencia de demanda que se da entre las distintas estaciones es la reflejada en la Tabla 7.

Tabla 7: Diferencia en demanda de refrigeración, climatización y total entre las estaciones de Viveros, Penya-Roja y Aeroport

ZONAS COMPARADAS	Urbana -Rural modificada	Urbana renaturalizada – Rural modificada	Urbana – Urbana renaturalizada
Demanda Refrigeración	8,42%	-12,64%	24,11%
Demanda Calefacción	-39,12%	-34,09%	-7,64%
Demanda Total	-6,23%	-19,25%	16,12%

En los resultados se observa que la mayor demanda total se da en Aeroport, siendo mayor en un 6,23% respecto a Penya-Roja y un en más de un 19% respecto a Viveros, lo cual se debe a que la zona de Aeroport tiene una demanda en climatización propio a una zona rural por las bajas temperaturas en invierno y una demanda en refrigeración elevada debido al calentamiento de los cerramientos que le rodean. A esta estación le sigue Penya-Roja, la segunda con mayor demanda térmica la cual tiene, por una parte, un 24% de más demanda en refrigeración que Viveros y alrededor de un 8% menos de demanda de climatización, suponiendo en total un 16% de más demanda térmica en Penya-Roja que en Viveros.

El aumento en la demanda térmica de las zonas urbanas supone un aumento proporcional en las emisiones de gases de efecto invernadero, que a su vez generan un aumento en la temperatura promedio, generando una retroalimentación que lleva a un aumento en el consumo cada vez mayor.

Por último, al provocar un aumento en el consumo energético se encarece la posibilidad de encontrarse en un estado de confort en las viviendas, lo cual disminuye la calidad de vida a todos aquellos ciudadanos que no se encuentren con los medios económicos para afrontar dicho gasto.

Concluyendo, las condiciones del entorno tienen gran repercusión hacia la demanda térmica, demostrando la influencia positiva que tienen las zonas verdes en las ciudades, las cuales actúan de sumidero térmico generando una disminución en el aumento de la temperatura promedio de los centros urbanos.

7 RIESGOS Y LIMITACIONES

El presente trabajo tiene una serie de riesgos y limitaciones que se deben tener en cuenta para futuros estudios.

Por una parte, el estudio del EICU se ha realizado en base a un año concreto, lo cual compromete al estudio a los sucesos puntuales que se hayan podido experimentar en dicho periodo de tiempo. En el caso del actual estudio, en marzo del 2020 se dio la pandemia provocada por el SARS-Covid que obligó a toda la población a confinarse en sus hogares eliminando la mayor parte del tráfico, hecho que puede afectar en pequeña medida a los resultados. Por lo tanto, se propone para futuros estudios realizar el estudio con unos datos promedio de un periodo de tiempo mayor a un año.

Por otra parte, los aparatos de medida climatológicos tienen por defecto una incertidumbre. Sería conveniente obtener las características de las estaciones de medida con tal de validarlas, dato que no ha sido posible obtener en el presente TFG para la estación de Penya-Roja.

Por último, en el presente estudio no se ha tenido en cuenta la sombra que pueden generar los edificios colindantes. Esto no es determinante al estudio, pero sería conveniente para futuros análisis ya que puede afectar a las ganancias por radiación.

PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

UNIDAD DE TRABAJO	IMPORTE
1. Recopilación de la información necesaria	1.210,13 €
Reuniones con el tutor del TFG, investigación académica sobre EICU, búsqueda de información por Internet y búsqueda y recopilación datos climatológicos	
2. Realización de diseño y cálculos necesarios	4.904,29 €
Análisis datos meteorológicos, diseño del edificio y simulación	
3. Redacción del trabajo escrito	3.216,15 €
Redacción completa del TFG	

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

Código	Unidad	Denominación	Cantidad	Precio	Importe
1. Recopilación de la información necesaria					
1.1.	h	Graduado en Ingeniería de la Energía	50	16,00 €	800,00 €
1.2.	h	Ingeniero Industrial Especialista	5	30,00 €	150,00 €
1.3.	ud	Datos climatológicos	1	2,50 €	2,50 €
1.4.	%	Costes indirectos	5	1.152,50 €	47,63 €
TOTAL					1.000,13 €
2. Realización del diseño y cálculos					
2.1.	h	Graduado en Ingeniería de la Energía	130	16,00 €	2.080,00 €
2.2.	h	Ingeniero Industrial Especialista	20	30,00 €	600,00 €
2.3.	%	Medios auxiliares	50	2.941,50 €	1.470,75 €
2.4.	%	Costes indirectos	5	4.670,75 €	207,54 €
TOTAL					4.358,29 €
3. Redacción del TFG					
3.1.	h	Graduado en Ingeniería de la Energía	120	16,00 €	1.920,00 €
3.2.	h	Ingeniero Industrial Especialista	20	30,00 €	600,00 €
3.3.	%	Medios auxiliares	50	126,00 €	63,00 €
3.4.	%	Costes indirectos	5	3.363,00 €	129,15 €
TOTAL					2.712,15 €

DETALLE MEDIOS AUXILIARES Y COSTES INDIRECTOS

Medios auxiliares				
Licencia AutoCAD ^(*)	1.741,50 €	1	año	50%
Licencia DesignBuilder ^(*)	1.200,00 €	1	año	50%
Licencia Microsoft ^(*)	126,00 €	1	año	50%
Datos climatológicos	2,50 €	1	Ud.	
Costes indirectos				
5 % de los costes anteriores				

(*) Los precios de las licencias se han sacado de los sitios oficiales y se ha considerado medio año de uso de cada uno de los programas.

PRESUPUESTO FINAL

UNIDAD DE TRABAJO	IMPORTE
1. Recopilación de la información necesaria	1.000,13 €
2. Realización de diseño y cálculos necesarios	4.358,29 €
3. Redacción del trabajo escrito	2.712,15 €
TOTAL EJECUCIÓN DEL TRABAJO	8.070,56 €
21% IVA	1.694,82 €
PRESUPUESTO TOTAL	9.765,38 €

El presupuesto total de este TFG asciende a la cantidad de:

Nueve mil setecientos sesenta y cinco euros y treinta y ocho céntimos

BIBLIOGRAFÍA

- AEMET. (s.f.). *Agencia Estatal de Meteorología*. Obtenido de <https://www.aemet.es/es/portada>
- Ambiente, A. E. (s.f.). *Base de Datos*. Obtenido de <https://www.eea.europa.eu/>
- Autodesk. (s.f.). *Licencia AutoCAD*. Obtenido de <https://www.autodesk.es/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- AVAEMET. (s.f.). *Asociación Valenciana de Meteorología*. Obtenido de <https://www.avamet.org/>
- Claudia Calice, C. C. (2017). Urban Heat Island Effect on the Energy Consumption of Institutional Buildings in Rome.
- Datos Clima - Base de Datos Meteorológica*. (s.f.). Obtenido de <https://datosclima.es/DatosHorarios/SolicitudDatosHorarios.html>
- DesignBuilder. (s.f.). *Licencias DesignBuilder*. Obtenido de <https://www.designbuilder-lat.com/adquirir/comprar-licencias>
- Edificación, I. V. (2016). *Catálogo de tipología edificatoria residencial*.
- Fomento, M. d. (2019). *Documento Básico HE. Ahorro de Energía*.
- INE. (2021). *Población por capitales de provincia y sexo*. Obtenido de <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2911&L=0>
- Martin-Vide, J., & Moreno-Garcia, M. C. (2020). Probability values for the intensity of Barcelona's urban heat island (Spain). En *Atmospheric Research*.
- Microsoft. (s.f.). *Licencias Office 365*. Obtenido de https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/business/compare-all-microsoft-365-business-products-b?&ef_id=CjwKCAjww-WBhAMEiwAV4dybf6J3BAhiswoCuVKU-R8vh_yXBLgwd-YI3q-k2gQ1YYQH558znIpbRoCfqcQAvD_BwE:G:s&OCID=AIDcmm409Ij8ne_SEM_CjwKCAjww-WBhAMEiwAV4dybf6
- Ministerio de Transportes, M. y. (2019). *Código Técnico de la Edificación, Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC)*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/Programas/HerramientaUnificadaLIDERCALENER.html>
- Ministerio de Transportes, M. y. (Junio de 2022). *Documento Básico HE: Ahorro de Energía*. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DcmHE.pdf>
- Ministero de Agricultura, P. y. (2021). *Demografía de la Población Rural en 2020*.
- Oke, T. (1967). City size and the urban heat island.
- Singh, M., & Sharston, R. (2021). Quantifying the dualistic nature of urban heat Island effect (UHI) on. En *Energy and Buildings*.
- UE. (s.f.). *EUROSTAT DATA BASE*. Obtenido de <https://ec.europa.eu/eurostat>

- UE, València, A. d., Naves, L., UPV, Transversal, P., Leitat, . . . Tecnalia. (2020). *GrowGreen Benicalap*. Obtenido de <https://www.lasnaves.com/proyectos/grow-green/?lang=es>
- UN. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- UN. (2015). *Pacto de los Alcaldes el Clima y la Energía*. Obtenido de <https://www.pactodelosalcaldes.eu/sobre-nosotros/el-pacto/objetivos-y-alcance.html>
- UN, E. (2018). *World Urbanization Prospects The 2018 Revision*.
- UNEP y MAP, c. p. (2020). *SoED 2020 : State of Environment and Development in Mediterranean*. Obtenido de <https://planbleu.org/en/soed-2020-state-of-environment-and-development-in-mediterranean/>

ANEXOS

ANEXO I

CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS CLIMATOLÓGICOS

Fórmula Valor Mínimo: MIN (Datos dif. Tª)

Fórmula Valor Máximo: MAX (Datos dif. Tª)

Fórmula Mediana Excel: MEDIANA (Datos dif. Tª)

Fórmula Frecuencia Absoluta Excel: PROMEDIO (Datos dif. Tª; límite superior)

TABLAS

Tabla 8: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas horarias Viveros y Aeroport. Elaboración propia

COMPARATIVA Tª HORARIA Viveros - Aeroport						
INVIERNO						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	219	219	9,81%	9,81%	
-1	0	364	583	16,31%	26,12%	
0	1	705	1288	31,59%	57,71%	
1	2	395	1683	17,70%	75,40%	
2	3	301	1984	13,49%	88,89%	
3	>3	248	2232	11,11%	100,00%	
PRIMAVERA						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	436	436	20,19%	20,19%	
-1	0	513	949	23,75%	43,94%	
0	1	749	1698	34,68%	78,61%	
1	2	325	2023	15,05%	93,66%	
2	3	109	2132	5,05%	98,70%	
3	>3	28	2160	1,30%	100,00%	
VERANO						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	707	707	31,34%	31,34%	
-1	0	592	1299	26,24%	57,58%	
0	1	625	1924	27,70%	85,28%	
1	2	289	2213	12,81%	98,09%	
2	3	41	2254	1,82%	99,91%	
3	>3	2	2256	0,09%	100,00%	
OTOÑO						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	125	125	5,85%	5,85%	
-1	0	432	557	20,22%	26,08%	
0	1	739	1296	34,60%	60,67%	
1	2	496	1792	23,22%	83,90%	
2	3	233	2025	10,91%	94,80%	
3	>3	111	2136	5,20%	100,00%	

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

Tabla 9: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas horarias Penya-Roja y Aeroport. Elaboración propia

COMPARATIVA T³ HORARIA PenyaRoja - Aeroport						
INVIERNO						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	352	352	16,30%	16,30%	
-1	0	191	543	8,84%	25,14%	
0	1	274	817	12,69%	37,82%	
1	2	359	1176	16,62%	54,44%	
2	3	276	1452	12,78%	67,22%	
3	>3	780	2232	36,11%	103,33%	
PRIMAVERA						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	622	622	28,80%	28,80%	
-1	0	186	808	8,61%	37,41%	
0	1	307	1115	14,21%	51,62%	
1	2	432	1547	20,00%	71,62%	
2	3	243	1790	11,25%	82,87%	
3	>3	370	2160	17,13%	100,00%	
VERANO						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	829	829	36,75%	36,75%	
-1	0	172	1001	7,62%	44,37%	
0	1	396	1397	17,55%	61,92%	
1	2	331	1728	14,67%	76,60%	
2	3	272	2000	12,06%	88,65%	
3	>3	256	2256	11,35%	100,00%	
OTOÑO						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	318	318	14,72%	14,72%	
-1	0	209	527	9,68%	24,40%	
0	1	261	788	12,08%	36,48%	
1	2	334	1122	15,46%	51,94%	
2	3	310	1432	14,35%	66,30%	
3	>3	704	2136	32,59%	98,89%	

Tabla 10: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas horarias Penya-Roja y Viveros. Elaboración propia

COMPARATIVA T³ HORARIA Penya-Roja - Viveros						
INVIERNO						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	315	315	14,11%	14,11%	
-1	0	212	527	9,50%	23,61%	
0	1	512	1039	22,94%	46,55%	
1	2	597	1636	26,75%	73,30%	
2	3	369	2005	16,53%	89,83%	
3	>3	227	2232	10,17%	100,00%	
PRIMAVERA						
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-2	-1	400	400	18,52%	18,52%	
-1	0	261	661	12,08%	30,60%	
0	1	584	1245	27,04%	57,64%	
1	2	620	1865	28,70%	86,34%	
2	3	256	2121	11,85%	98,19%	
3	>3	39	2160	1,81%	100,00%	

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

VERANO					
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada
-2	-1	441	441	19,55%	19,55%
-1	0	328	769	14,54%	34,09%
0	1	642	1411	28,46%	62,54%
1	2	620	2031	27,48%	90,03%
2	3	198	2229	8,78%	98,80%
3	>3	27	2256	1,20%	100,00%
OTOÑO					
Límite inferior	Límite superior	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada
-2	-1	319	319	14,93%	14,93%
-1	0	187	506	8,75%	23,69%
0	1	437	943	20,46%	44,15%
1	2	600	1543	28,09%	72,24%
2	3	410	1953	19,19%	91,43%
3	>3	183	2136	8,57%	100,00%

Tabla 11: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas mínimas Viveros y Aeroport. Elaboración propia

COMPARATIVA DIFERENCIA Tª MÍNIMA Viveros - Aeroport								
Valor mínimo	Valor máximo	Límite inferior	Límite superior	Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada
-0,6	6,8	-1	0	-0,5	12	12	3,28%	3,28%
Mediana		0	0,5	0,25	22	34	6,01%	9,29%
1,7		0,5	1	0,75	50	84	13,66%	22,95%
		1	1,5	1,25	78	162	21,31%	44,26%
		1,5	2	1,75	66	228	18,03%	62,30%
		2	2,5	2,25	49	277	13,39%	75,68%
		2,5	3	2,75	39	316	10,66%	86,34%
		3	3,5	3,25	26	342	7,10%	93,44%
		3,5	4	3,75	12	354	3,28%	96,72%
		4	4,5	4,25	6	360	1,64%	98,36%
		4,5	5	4,75	3	363	0,82%	99,18%
		5	>5		3	366	0,82%	100,00%

3,28%
<0
96,72%
>0

Tabla 12: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas mínimas Peña-Roja y Aeroport. Elaboración propia

COMPARATIVA DIFERENCIA Tª MÍNIMA PeñaRoja - Aeroport								
Valor mínimo	Valor máximo	Límite inferior	Límite superior	Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada
-0,3	10,2	-0,5	0	-0,25	1	1	0,27%	0,27%
Mediana		0	0,5	0,25	5	6	1,37%	1,64%
3,1		3,1	1	0,75	19	25	5,19%	6,83%
		1	1,5	1,25	18	43	4,92%	11,75%
		1,5	2	1,75	33	76	9,02%	20,77%
		2	2,5	2,25	57	133	15,57%	36,34%
		2,5	3	2,75	49	182	13,39%	49,73%
		3	3,5	3,25	47	229	12,84%	62,57%
		3,5	4	3,75	37	266	10,11%	72,68%
		4	4,5	4,25	30	296	8,20%	80,87%
		4,5	5	4,75	21	317	5,74%	86,61%
		5	5,5	5,25	24	341	6,56%	93,17%
		5,5	6	5,75	8	349	2,19%	95,36%
		6	7	6,5	11	360	3,01%	98,36%
		7	>7		6	366	1,64%	100,00%

0,27%
<0
99,73%
>0

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

Tabla 13: Cálculos estadísticos diferencia de temperaturas mínimas Penya-Roja y Viveros. Elaboración propia

COMPARATIVA DIFERENCIA T ^º MÍNIMA PenyaRoja - Viveros									
Valor mínimo	Valor máximo	Límite inferior	Límite superior	Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada	
-0,4	7,8	-1	0	-0,5	7	7	1,91%	1,91%	1,91%
Mediana		0	0,5	0,25	29	36	7,92%	9,84%	<0
1,7		0,5	1	0,75	89	125	24,32%	34,15%	
		1	1,5	1,25	102	227	27,87%	62,02%	
		1,5	2	1,75	86	313	23,50%	85,52%	
		2	2,5	2,25	30	343	8,20%	93,72%	
		2,5	3	2,75	8	351	2,19%	95,90%	
		3	3,5	3,25	6	357	1,64%	97,54%	
		3,5	4	3,75	7	364	1,91%	99,45%	
		4	5	4,5	0	364	0,00%	99,45%	>0
		5	>5		2	366	0,55%	100,00%	98,09%

ANEXO II

FICHA TÉCNICA DEL EDIFICIO TIPO BLOQUE DE VIVIENDAS DE LA ZONA CLIMÁTICA DEL MEDITERRÁNEO CONSTRUIDO ENTRE LOS AÑOS 60 Y 70

Caracterización energética del tipo:
| Bloque en altura | Período 1960-79 | Clima mediterráneo |

ES.ME.AB.04.Gen

Zona climática	Clima mediterráneo			
Periodo de construcción	1960-1979			
Tipo de construcción	Bloque en altura			

S.Habitable (m ²)	Volumen (m ³)	Compacidad V/S (m)	Nº de plantas	Nº de viviendas
1945,60	5836,80	4,87	10	18

ESTADO ORIGINAL

Elemento	Descripción	U(W/m ² K)
Cubierta	Baldosa cerámica Mortero de agarre Impermeabilización Hormigón de pendientes Forjado unidireccional de HA Enlucido de yeso	1,92
Fachada principal	Enlucido de cemento Ladrillo hueco de 115mm Cámara 30 mm Ladrillo hueco de 40mm Enlucido de yeso	1,33
Fachada patios	Enlucido de cemento Ladrillo hueco de 115mm Enlucido de yeso	2,08
Suelo	Baldosa de terrazo Mortero de agarre Forjado unidireccional de HA Enlucido de yeso	1,72
Huecos	Carpintería metálica Corredera Ajuste malo Cajas de persiana sin aislamiento	5,70
Sistema	Descripción	η
Calefacción y refrigeración	Sistema eléctrico	COP 2,67 EER 2,20
ACS	Calentador de gas Sin acumulador	0,8

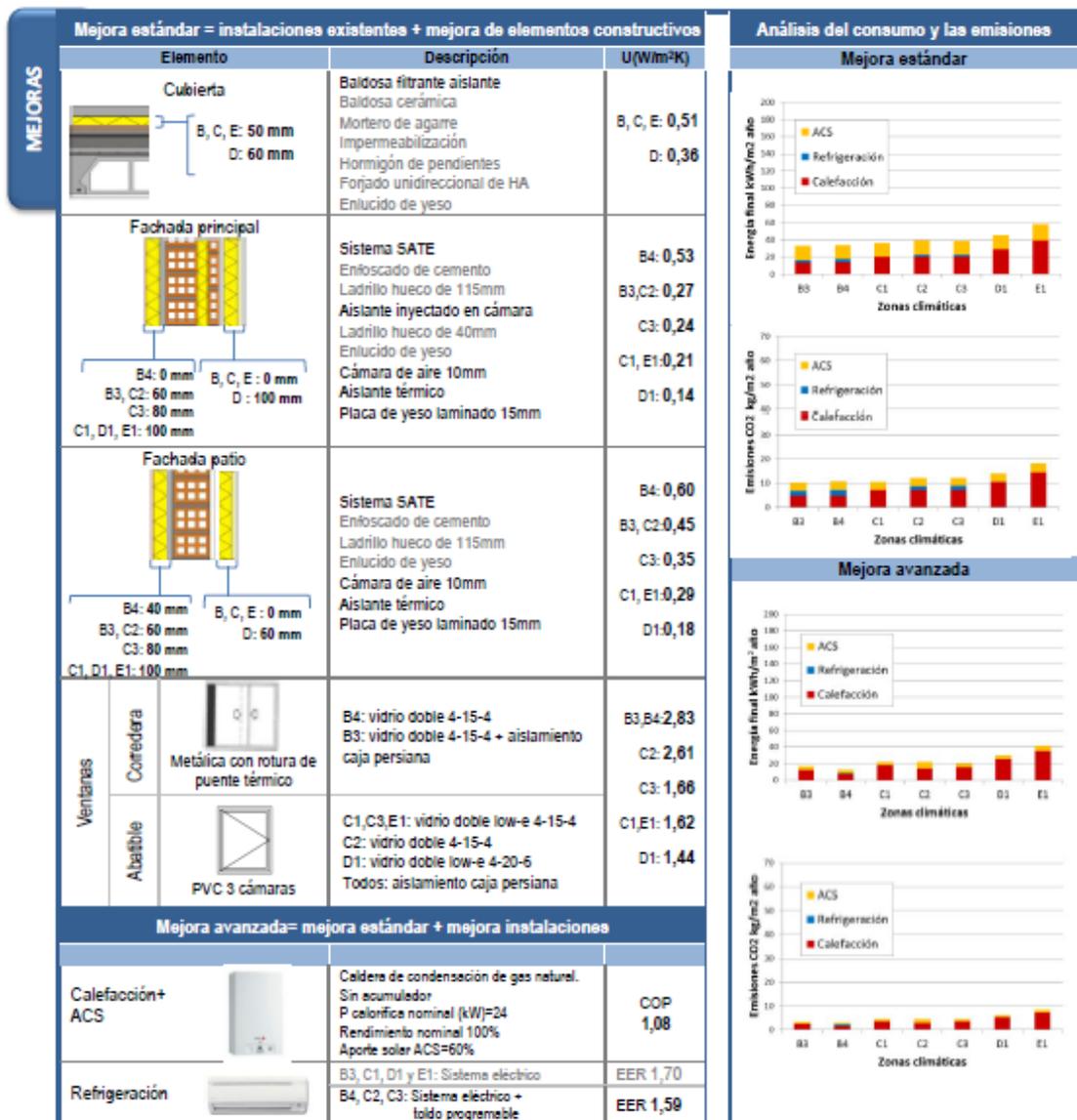
Análisis del consumo y las emisiones

Zona climática	Energía final (KWh/m ² año)
B3	27,4
B4	23,5
C1	36,7
C2	32,5
C3	39,7
D1	54,10
E1	62,4

Zona climática	Emisiones CO ₂ (Kg/m ² año)
B3	84,10
B4	71,40
C1	114,70
C2	102,50
C3	120,50
D1	164,80
E1	188,30

Detalle de emisiones de CO₂

- Fachadas y cubiertas
- Ventanas
- Ventilación
- Puentes térmicos
- Carga Interna
- Agua caliente sanitaria



Nota: Conductividades de los aislantes empleados: en cubierta, con espesor 50mm 0,035 W/Km y con espesor 60mm 0,027 W/Km; en fachada, en sistema SATE 0,034 W/Km, en inyección en cámara 0,038 W/Km y en aislamiento por el interior 0,032 W/Km.



Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

ANEXO III

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DESIGNBUILDER

VIVEROS

Temperaturas, Ganancias de Calor y Consumo Energético - Edificio, Edificio estandar Valencia												
1 Ene - 31 Dic, Mensual												
EnergyPlus	Mes	Jan	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Dic
Aparatos (Electricidad) (MWh)	27.46	24.80	27.46	26.57	27.46	26.57	27.46	27.46	26.57	27.46	26.57	27.46
Iluminación (MWh)	40.90	36.92	40.73	39.80	40.73	39.46	41.07	40.73	39.63	40.90	38.46	41.07
Calefacción (Gas) (MWh)	120.23	42.65	34.86	10.54	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86	33.35	92.99
Refrigeración (Electricidad) (MWh)	0.32	2.82	3.26	8.01	46.61	69.37	126.40	121.23	69.66	20.78	4.73	0.63
ACS (Electricidad) (MWh)	66.49	61.67	67.02	66.19	67.02	65.23	69.97	67.02	66.71	66.49	65.23	69.97
Temperatura del Aire (°C)	20.66	21.43	21.50	22.50	24.35	24.60	24.83	24.83	24.66	23.54	21.82	20.85
Temperatura Radiante (°C)	20.08	21.38	21.66	22.95	25.38	25.90	26.50	26.46	26.76	24.08	21.84	20.37
Temperatura Operativa (°C)	20.37	21.41	21.58	22.73	24.96	25.25	25.66	25.69	25.21	23.81	21.83	20.61
Temperatura Ext. BS (°C)	10.81	14.15	14.05	16.05	20.79	22.88	26.01	26.74	23.46	18.63	15.36	12.32
Aislamiento (MWh)	-44.25	-29.72	-34.46	-26.43	-15.82	-6.76	6.85	7.00	-8.1	-21.59	-29.64	-41.40
Muros (MWh)	-37.77	-23.91	-27.20	-19.82	-8.83	-1.17	11.90	11.67	-1.31	-16.59	-23.49	-34.78
Techos (MWh)	-13.43	-12.47	-10.83	-10.52	-5.52	1.89	2.72	1.96	0.71	-6.36	-12.68	-13.18
Suelos Int. (MWh)	12.21	11.35	12.38	6.69	0.11	-2.42	-2.95	-1.30	-0.31	8.12	16.25	13.65
Suelos S.T. (MWh)	-1.71	-2.17	-2.19	-3.18	-3.66	-3.74	-4.04	-3.87	-3.50	-3.04	-2.03	-1.55
Particiones (MWh)	-0.24	-0.14	0.23	-0.58	-0.07	-0.13	-0.07	0.16	0.10	0.25	0.37	0.12
Cubiertas (MWh)	-38.56	-27.19	-26.69	-19.80	-13.40	-6.1	1.54	1.01	-5.54	-16.34	-26.93	-34.80
Infiltración Ext. (MWh)	-85.10	-55.93	-62.75	-62.29	-29.60	-13.99	8.97	14.07	-9.75	-39.27	-62.75	-72.62
Iluminación General (MWh)	40.90	36.92	40.73	39.80	40.73	39.46	41.07	40.73	39.63	40.90	38.46	41.07
Computadoras y Equipos (MWh)	27.46	24.80	27.46	26.57	27.46	26.57	27.46	27.46	26.57	27.46	26.57	27.46
Ocupación (MWh)	26.63	22.37	24.35	23.37	21.38	20.63	21.67	20.78	20.76	22.48	23.37	26.63
Gan. Solares Ventanas Ext. (MWh)	37.99	40.35	53.09	66.57	64.74	62.37	64.47	66.99	46.75	46.14	37.27	33.25
Calef. Sens. de Zona (MWh)	87.73	30.97	24.81	7.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95	24.14	67.31
Refr. Sens. de Zona (MWh)	-9.25	-14.21	-17.48	-26.06	-79.33	-112.60	-176.09	-173.23	-105.04	-42.83	-17.84	-10.01
Enfriamiento Sensible (MWh)	-0.54	-4.61	-5.67	-14.03	-76.28	-113.79	-185.91	-184.11	-107.50	-35.07	-7.61	-1.03
Enfriamiento Total (MWh)	-0.57	-5.08	-5.86	-14.41	-83.90	-124.87	-225.71	-218.21	-125.37	-37.41	-8.51	-1.13
Calentamiento Total (MWh)	102.20	36.25	29.63	8.96	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86	28.36	79.04	
Vent. Mec. + Vent. Nat. + Infil. (renovici)	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90	0.89	0.89	0.90	0.90	0.91	0.92

Ilustración 28: Resultados en tabla simulación energética Viveros. DB

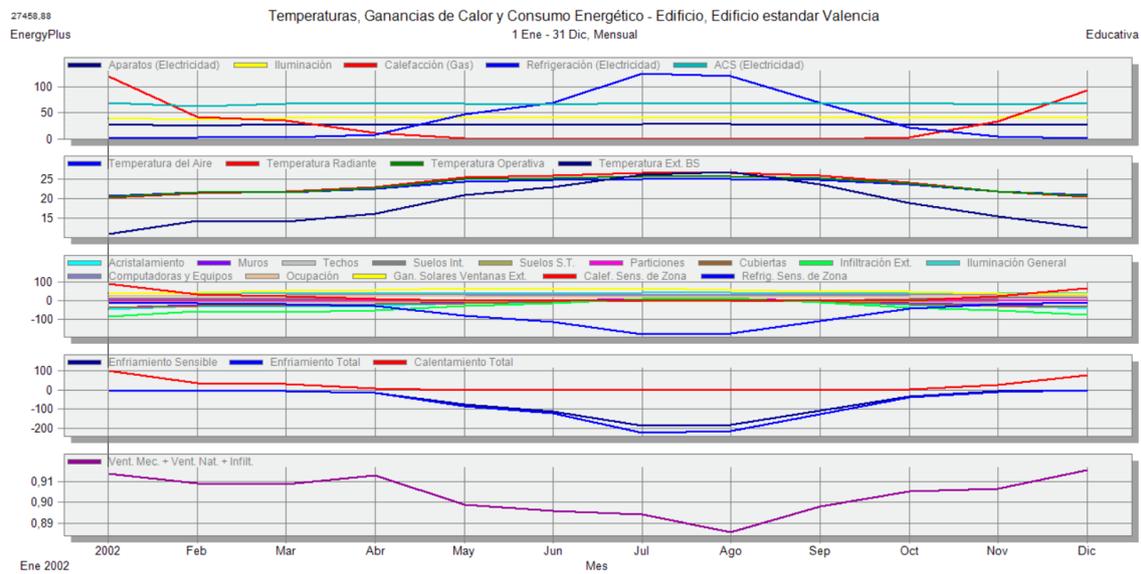


Ilustración 29: Resultados en gráfica simulación energética Viveros. DB

PENYA-ROJA

Temperaturas, Ganancias de Calor y Consumo Energético - Edificio, Edificio estandar Valencia												
1 Ene - 31 Dic, Mensual												
EnergyPlus	Mes	Jan	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Dic
Aparatos (Electricidad) (MWh)	27.46	24.80	27.46	26.57	27.46	26.57	27.46	27.46	26.57	27.46	26.57	27.46
Iluminación (MWh)	40.90	36.92	40.73	39.80	40.73	39.46	41.07	40.73	39.63	40.90	38.46	41.07
Calefacción (Gas) (MWh)	102.07	36.25	39.92	12.92	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	3.42	29.42	86.59
Refrigeración (Electricidad) (MWh)	0.61	2.74	2.88	6.82	48.09	83.83	161.10	162.84	87.04	25.85	4.62	0.35
ACS (Electricidad) (MWh)	66.49	61.67	67.02	66.19	67.02	65.23	69.97	67.02	66.71	66.49	65.23	69.97
Temperatura del Aire (°C)	20.82	21.69	21.55	22.40	24.31	24.62	24.81	24.89	24.60	23.60	21.86	20.86
Temperatura Radiante (°C)	20.30	21.63	21.67	22.71	25.18	25.76	26.49	26.51	26.68	24.10	21.78	20.49
Temperatura Operativa (°C)	20.66	21.66	21.66	22.66	24.75	25.19	25.70	25.75	25.14	23.85	21.82	20.73
Temperatura Ext. BS (°C)	12.16	15.19	14.72	16.54	21.21	23.17	26.34	26.99	23.99	19.50	16.44	13.26
Aislamiento (MWh)	-46.22	-34.35	-38.83	-30.63	-20.14	-10.51	6.83	7.67	-7.74	-22.57	-34.54	-45.07
Muros (MWh)	-36.98	-25.96	-29.81	-22.87	-13.04	-6.11	10.67	12.36	-1.99	-14.34	-25.84	-35.08
Techos (MWh)	-12.40	-10.54	-11.25	-10.87	-5.93	1.11	2.43	1.67	-0.14	-6.85	-11.51	-11.54
Suelos Int. (MWh)	10.09	12.66	11.17	7.06	1.28	-1.69	-2.73	-1.01	0.97	6.64	13.41	12.39
Suelos S.T. (MWh)	-1.96	-2.01	-2.16	-3.19	-3.65	-3.73	-4.07	-3.91	-3.43	-2.09	-1.48	-1.48
Particiones (MWh)	-0.37	0.22	0.08	-0.58	-0.11	-0.14	-0.08	0.15	0.18	0.23	0.29	0.18
Cubiertas (MWh)	-34.92	-25.71	-27.26	-20.77	-15.23	-6.65	0.35	-0.30	-6.67	-18.80	-23.29	-32.38
Infiltración Ext. (MWh)	-74.89	-49.92	-58.93	-48.65	-26.35	-12.02	11.35	16.95	-6.38	-34.95	-46.18	-66.53
Iluminación General (MWh)	40.90	36.92	40.73	39.80	40.73	39.46	41.07	40.73	39.63	40.90	38.46	41.07
Computadoras y Equipos (MWh)	27.46	24.80	27.46	26.57	27.46	26.57	27.46	27.46	26.57	27.46	26.57	27.46
Ocupación (MWh)	26.65	22.19	24.29	23.48	21.39	20.46	21.46	20.71	20.82	22.41	23.33	26.94
Gan. Solares Ventanas Ext. (MWh)	40.33	40.74	53.31	66.13	64.79	62.42	64.57	66.88	51.54	45.64	38.73	33.35
Calef. Sens. de Zona (MWh)	74.73	26.48	29.12	9.96	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	2.69	20.92	63.24
Refr. Sens. de Zona (MWh)	-10.36	-14.22	-16.40	-22.74	-72.56	-104.91	-175.15	-177.13	-109.92	-45.80	-16.28	-10.93
Enfriamiento Sensible (MWh)	-1.10	-4.66	-6.04	-11.16	-68.80	-105.87	-185.25	-188.43	-113.65	-39.48	-6.01	-0.61
Enfriamiento Total (MWh)	-1.10	-4.93	-5.18	-12.28	-86.56	-150.90	-289.99	-293.11	-156.68	-46.52	-8.32	-0.63
Calentamiento Total (MWh)	86.76	30.81	33.93	10.98	0.08	0.00	0.00	0.00	0.08	2.91	26.01	73.60
Vent. Mec. + Vent. Nat. + Infil. (renovici)	0.91	0.90	0.90	0.91	0.89	0.89	0.89	0.88	0.89	0.90	0.90	0.91

Ilustración 30: Resultados en tabla simulación energética Peña-Roja. DB

Análisis del impacto del efecto Isla de Calor Urbana en la demanda energética de un bloque de viviendas de los años 70 en la ciudad de València

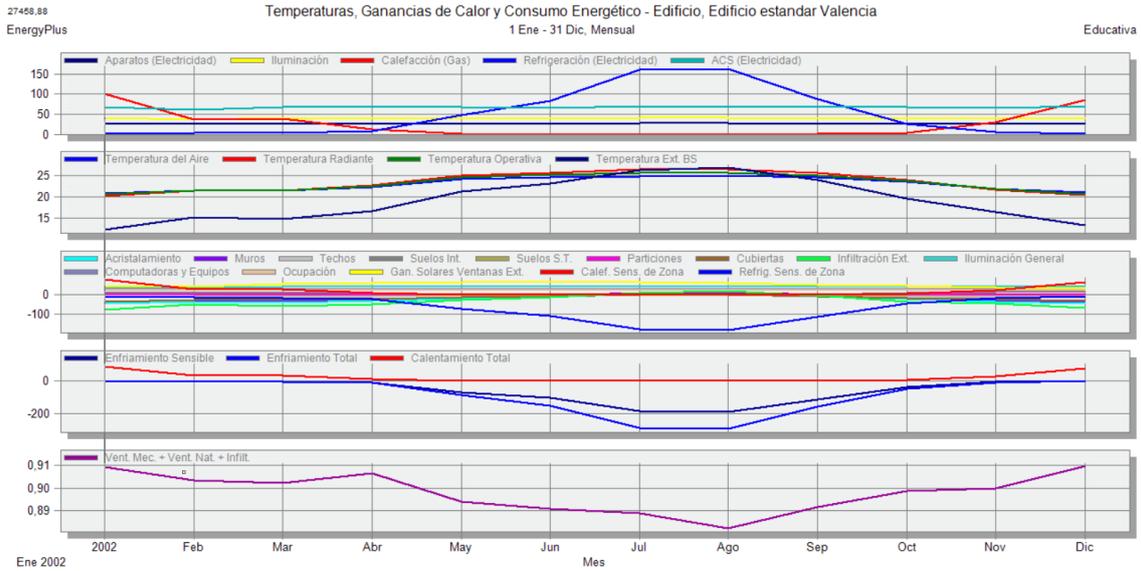


Ilustración 31: Resultados en gráfica simulación energética Peña-Roja. DB

AEROPORT

Temperaturas, Ganancias de Calor y Consumo Energético - Edificio, Edificio estandar Valencia

1 Jan - 31 Dic, Mensual

Mes	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Aparatos (Electricidad) (MWh)	27,46	24,80	27,46	26,57	27,46	26,57	27,46	27,46	26,57	27,46	26,57	27,46
Iluminación (MWh)	40,90	36,92	40,73	39,80	40,73	39,46	41,07	40,73	39,63	40,90	39,46	41,07
Calefacción (Gas) (MWh)	78,95	16,72	13,81	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Refrigeración (Electricidad) (MWh)	0,26	2,20	2,03	4,56	36,97	69,65	132,44	133,92	64,05	14,23	2,74	0,38
ACS (Electricidad) (MWh)	68,49	61,67	67,02	68,19	67,02	65,23	69,97	67,02	66,71	68,49	65,23	69,97
Temperatura del Aire (°C)	17,51	19,57	19,58	21,46	24,56	26,59	26,13	26,19	25,22	22,93	19,83	18,11
Temperatura Radiante (°C)	17,25	19,67	20,69	21,81	25,46	26,49	27,54	27,54	26,19	23,31	19,84	17,85
Temperatura Operativa (°C)	17,43	19,62	19,98	21,84	25,06	26,89	26,89	26,92	25,71	23,12	19,84	17,98
Temperatura Ext. BS (°C)	9,32	13,45	13,66	15,60	20,92	23,32	26,49	27,02	23,29	18,20	14,15	11,17
Acristalamiento (MWh)	-39,83	-20,99	-34,06	-29,08	-22,54	-12,86	1,52	1,35	-13,46	-27,48	-33,29	-37,33
Muros (MWh)	-33,15	-23,65	-26,45	-21,82	-14,96	-9,95	5,64	5,48	-7,70	-20,27	-25,66	-30,32
Techos (MWh)	-22,46	-18,67	-19,10	-16,68	-5,33	-1,31	1,78	1,43	-2,06	-11,56	-18,72	-21,24
Suelos Int. (MWh)	18,68	20,79	18,96	11,27	3,74	-0,03	-2,39	-0,04	4,14	14,13	22,39	22,02
Suelos S.T. (MWh)	-1,09	-1,63	-1,79	-3,16	-4,96	-4,28	-4,74	-4,49	-3,64	-2,89	-1,23	-0,51
Particiones (MWh)	-0,66	0,23	0,06	-0,77	-0,24	-0,24	-0,11	0,25	0,35	0,32	0,54	0,12
Cubiertas (MWh)	-29,57	-21,44	-21,79	-17,85	-15,29	-9,29	-2,20	-2,69	-10,10	-17,11	-20,90	-25,90
Infiltración Ext. (MWh)	-73,30	-49,70	-55,18	-49,12	-31,99	-17,32	2,36	5,10	-16,17	-40,77	-46,15	-50,91
Iluminación General (MWh)	40,90	36,92	40,73	39,80	40,73	39,46	41,07	40,73	39,63	40,90	39,46	41,07
Computadoras y Equipos (MWh)	27,46	24,80	27,46	26,57	27,46	26,57	27,46	27,46	26,57	27,46	26,57	27,46
Ocupación (MWh)	29,04	24,13	26,00	24,46	20,74	19,28	19,48	18,78	19,71	22,89	25,43	28,96
Gan. Solares Ventanas Ext. (MWh)	40,34	40,74	53,25	56,15	64,81	62,42	64,87	59,59	51,55	45,84	35,94	33,38
Calef. Sens. de Zona (MWh)	54,29	11,96	9,66	1,79	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,70	13,37	35,00
Refrig. Sens. de Zona (MWh)	-7,95	-13,23	-15,77	-19,45	-30,99	-33,05	-151,27	-150,95	-86,99	-30,44	-13,80	-9,49
Enfriamiento Sensible (MWh)	-0,47	-3,94	-3,63	-7,58	-17,14	-33,85	-169,70	-160,28	-87,60	-22,46	-3,96	-0,67
Enfriamiento Total (MWh)	-0,47	-3,96	-3,66	-8,20	-16,64	-32,37	-238,39	-241,06	-115,30	-26,61	-4,94	-0,69
Calentamiento Total (MWh)	66,34	14,21	11,49	2,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	16,22	42,77
Vent. Mec. + Vent. Nat. + Infil. (renovh)	0,91	0,90	0,90	0,91	0,90	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,91

Ilustración 32: Resultados en tabla simulación energética Aeroport. DB

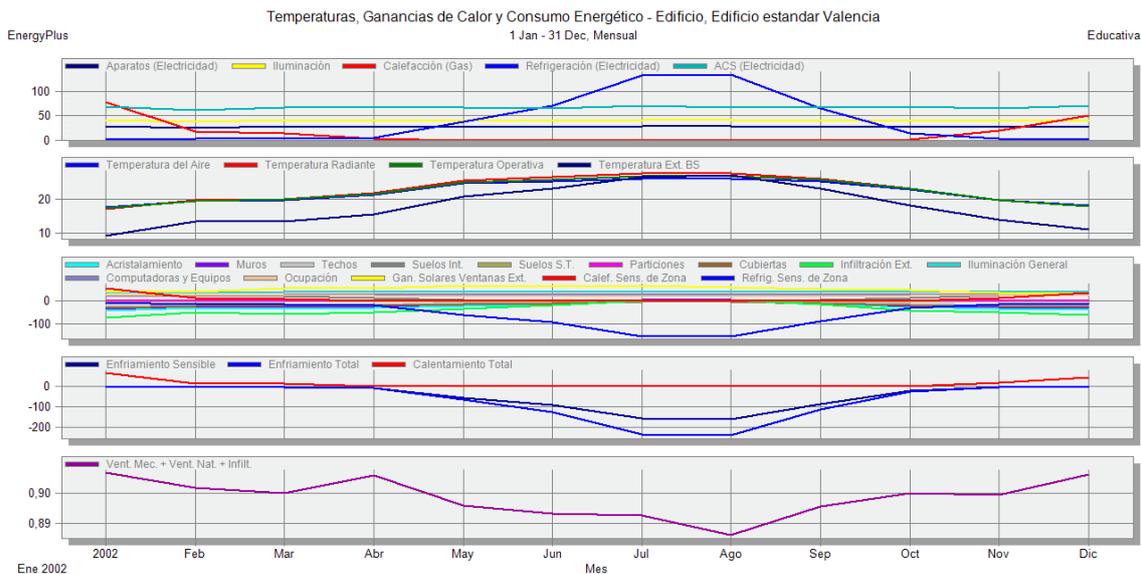


Ilustración 33: Resultados en gráfica simulación energética Aeroport. DB