



Universidad
Zaragoza



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

APLICACIÓN DE CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE AL DISEÑO DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL

Proyecto Final de Carrera
Ingeniería Industrial
Dpto. Ingeniería Mecánica
Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad de Zaragoza
Curso académico 2012-2013

Autor: Rubén García Sanz
Director: Francisco Javier Martínez Gómez
Codirector: Luis C. Tomás Buisán

APLICACIÓN DE CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE AL DISEÑO DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL

RESUMEN

El presente proyecto estudia la búsqueda de la solución óptima para el diseño de un edificio sostenible de uso logístico - industrial, mediante la selección y aplicación sistemática de criterios relevantes.

Para la selección de tales criterios, se utiliza como herramienta la aplicación informática HADES (Herramienta de Ayuda al Diseño de Edificios Sostenibles) obtenida de la plataforma GBCe (Green Building Council España) adecuándola previamente al uso específico del edificio, de manera que se adapta esta herramienta –orientada al uso residencial- a las condiciones de uso, situación y entorno social y cultural en que se encuentra el edificio objeto, de uso logístico - industrial.

Se procederá a la valoración cuantitativa de los diversos criterios, mediante una puntuación de aplicabilidad de cada uno de ellos, para conseguir finalmente una calificación global de cada una de las soluciones tecnológicas aplicadas al edificio; esto permite seleccionar aquél que obtenga la calificación óptima, y por tanto más sostenible.

Después de una descripción de la utilización prevista del edificio industrial, su ubicación, características físicas, etc. se analizan los criterios de sostenibilidad que se aplican a este modelo concreto, una vez adaptado, y que pueden dividirse en cinco grupos:

En primer lugar, se analizan el uso y plantación de plantas autóctonas considerando los distintos tipos de vegetación adecuados, así como la posibilidad de recuperación de agua para suministro a zonas ajardinadas. Se analizan sistemas de riego eficientes para mejorar el aprovechamiento del agua.

El segundo criterio es el energético y atmosférico, cuyo objetivo es seleccionar el sistema más eficiente para reducir el consumo energético y la contaminación del medio ambiente. Para ello, se lleva a cabo un análisis de la demanda energética para atender las necesidades térmicas, de agua caliente sanitaria y de alumbrado. Esto permitirá, posteriormente, diseñar el sistema de climatización más adecuado para el edificio, tomando en consideración también el uso de energías renovables.

Para este análisis, se aplica como norma de referencia el Código Técnico de la Edificación, con ayuda de programas informáticos reconocidos por el Ministerio de Industria y Turismo para su cálculo.

El tercer criterio estudia los distintos materiales de construcción, favoreciendo siempre la incorporación de elementos o materiales reciclables, para reducir las emisiones en la fase de fabricación de los materiales.

El cuarto criterio analiza las condiciones de confort en el edificio, para las distintas zonas y usos que se asignan. Se analizan las condiciones acústicas, considerando que será un factor especialmente importante, dado al continuo tráfico aéreo en este emplazamiento, además del ruido y vibraciones generados por las instalaciones propias del edificio. También se incluye en este apartado el confort térmico y lumínico.

Como quinto y último criterio para la edificación sostenible se consideran conjuntamente los aspectos económicos y sociales del emplazamiento, determinando un coste total de la construcción sostenible y asignándole una puntuación HADES que influirá también de forma muy importante en la sostenibilidad del edificio. Para ello, se preparará un presupuesto de todos los elementos necesarios para la construcción del edificio. Finalmente se realiza un estudio eficiencia - coste del establecimiento, que permite interpretar el resultado óptimo obtenido mediante la aplicación HADES.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. SOSTENIBILIDAD	7
2.1 DEFINICIÓN DE SOSTENIBILIDAD Y DESARROLLO SOSTENIBLE	7
2.2 OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE.....	8
2.3 DIFERENCIA ENTRE DESARROLLO SOSTENIBLE Y DESARROLLO VERDE.....	8
2.4 APLICACIÓN SOSTENIBLE AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	9
2.5 HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PUNTUACIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS.....	9
2.6 HERRAMIENTA AYUDA AL DISEÑO DE EDIFICIOS DE SECTOR TERCIARIO	11
2.6.1 APLICACIÓN DE CRITERIOS	11
6.2 CALIFICACIÓN FINAL	12
3. PARCELA Y EMPLAZAMIENTO	13
4. APLICACIÓN DE CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD	14
4.1 USO DE PLANTAS AUTÓCTONAS.....	14
4.1.1 SUMINISTRO A ZONA AJARDINADA.....	14
4.1.2 SISTEMAS DE RIEGO.....	15
4.2 ENERGIA Y ATMOSFERA.....	16
4.2.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA (C.T.E. H.E.1) Y LIDER	16
4.2.2 NECESIDADES TÉRMICAS (R.I.T.E) Y AGUA CALIENTE SANITARIA (C.T.E. H.E.4)	18
4.2.3 NECESIDADES DE ALUMBRADO (CTE HE 3)	20
4.2.4. DISEÑO DE SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACION (CALENER G.T.) RITE...	21
4.2.5 OFERTA RENOVABLE.....	23
4.2.6 ELECCION DE SISTEMAS DE CONTROL	24
4.2.7 OBTENCION DE EMISIONES DE ENERGÍA PRIMARIA, FINAL Y CO ₂	25
4.3 RECURSOS NATURALES.....	27
4.3.1 ESTUDIO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y LA POSIBILIDAD DE SU POSTERIOR RECICLAJE	28
4.4. CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR.....	31
4.4.1 CALIDAD ACÚSTICA.....	31
4.4.2 CALIDAD TÉRMICA E HIGROSCÓPICA	32
4.4.3 CALIDAD LUMÍNICA.....	33
4.5 ASPECTOS SOCIALES Y ECONOMICOS	33
4.6 RESULTADOS MEDIANTE LA HERRAMIENTA HADES	33
5. ANÁLISIS ECONÓMICO	37
5.1 COSTE DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	37
5.2 COSTE DE LAS INSTALACIONES.....	37
5.3 COSTE DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS	38
5.4 ANÁLISIS EFICIENCIA COSTE	42
6. CONCLUSIONES	50
6.1 CONCLUSIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	50
6.2 CONCLUSIONES COSTE.....	50
6.3 CONCLUSIÓN FINAL.....	51
.....	55

ANEXOS

ANEXO 1: DISEÑO DE ELABORACION DE UNA HERRAMIENTA DE AYUDA AL DISEÑO DE EDIFICIOS TERCIARIOS SOSTENIBLES	52
ANEXO 2: DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES	56
ANEXO 3: MAPA RUIDO AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA	58
ANEXO 4: CALCULO DE DEPÓSITO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES	62
ANEXO 5: CÁLCULO DE CERRAMIENTOS Y VIDRIOS DEL EDIFICIO	66
ANEXO 6: CÁLCULOS LIDER	112
ANEXO 7: CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TÉRMICAS	282
ANEXO 8: ACS- CLIMATIZACIÓN	307
ANEXO 9: NECESIDADES DE AGUA CALIENTE SANITARIA	309
ANEXO 10: CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE ALUMBRADO	355
ANEXO 11: CARACTERÍSTICAS PROGRAMA INFORMÁTICO CALENER GRAN TERCIARIO	377
ANEXO 12: CÁLCULO DE PLACAS SOLARES SOBRE LA CUBIERTA DEL EDIFICIO	375
ANEXO 13: CALCULOS NUMÉRICOS DE POSIBILIDADES CALENER GRAN TERCIARIO	377
ANEXO 14: CÁLCULO DE CUMPLIMIENTO DEL H.R.	668
ANEXO 15: RESULTADOS HADES	680
ANEXO 16: COSTE DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	745
ANEXO 17: COSTE INICIAL DE LAS INSTALACIONES	770
ANEXO 18: COSTE ENERGÉTICO ANUAL DE LAS INSTALACIONES	779
ANEXO 19: PLANOS	780
PLANO 1: EMPLAZAMIENTO DE LA NAVE INDUSTRIAL	
PLANO 2: PLANTA DE PARCELA DE LA NAVE INDUSTRIAL	
PLANO 3: ALZADO VISTA 1	
PLANO 4: ALZADO VISTA 2	
PLANO 5: ALZADO VISTA 3	
PLANO 6: ALZADO VISTA 4	
PLANO 7: ALZADO DISTRIBUCIÓN CAPAS CERRAMIENTOS	
PLANO 8: DISTRIBUCIÓN PLACAS SOLARES	

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Desarrollo proyecto: Elaboración propia	7
Ilustración 2: Criterios de sostenibilidad. http://www.unipiloto.edu.co/?scc=1938&cn=23990	8
Ilustración 3: Criterios LEED. Manual HADES	9
Ilustración 4: Criterios Bream. Manual HADES	10
Ilustración 5: Criterios verde. Manual HADES	10
Ilustración 6: Impactos. Manual HADES	12
Ilustración 7: Ejemplo de Resultado de Diseño de un Edificio Industrial	13
Ilustración 8: Situación del edificio Industrial. Google Maps	13
Ilustración 9: Datos climatológicos Aeropuerto Zaragoza 2012	14
Ilustración 10: Foto del polígono PLAZA delimitado por zona verde. Google	15
Ilustración 11: http://tiendaocanis.com/blog/2011/10/depositos-de-agua-de-lluvia-por-grupo-oceanis/	15
Ilustración 12: Ejemplo del formato obtenido con LIDER	16
Ilustración 13: Diseño gráfico 3D del edificio mediante LIDER	17
Ilustración 14 Resultados LIDER	18
Ilustración 15: % Cubierto cada mes A.C.S caldera 1	19
Ilustración 16: Cobertura mensual A.C.S. caldera 1	19
Ilustración 17: Cobertura mensual A.C.S caldera 2	19
Ilustración 18: Cobertura A.C.S. caldera 2	20
Ilustración 19: Diseño de cálculo lumínico del almacén mediante DIALUX	20
Ilustración 20 Valores Límite lumínicos establecidos en C.T.E H.E. 3	21
Ilustración 21: Formato final de la portada de Calener G,T,	22
Ilustración 22: Ejemplo de sistemas Calener G.T.	23
Ilustración 23: Elección de sistemas renovables en Calener G.T.	23
Ilustración 24: Elección de sistemas de control iluminación Calener G.T.	24
Ilustración 25: Elección sistemas de control climatización Calener G.T.	25
Ilustración 26: % para cada letra energética	25
Ilustración 27: Resultados Calener G.T. Emisiones de CO ₂	27
Ilustración 28: Solera de edificio industrial	28
Ilustración 29: Cubierta plana de edificio industrial	28
Ilustración 30: Forjado de placa alveolar	28
Ilustración 31: Muro de medianera	28
Ilustración 32: Aislante lana de roca	29
Ilustración 33: Aislante EPS	30
Ilustración 34: Cálculo de vidrios en edificio industrial	31
Ilustración 35: Mapa de ruido en Polígono Plaza. Aeropuerto de Zaragoza	32
Ilustración 36: Puntuación HADES: EXCEL	36
Ilustración 37: Coste Anual- Inversión con Almacén calefactado	43
Ilustración 38: Coste Anual- Inversión con Almacén sin Calefactar	43
Ilustración 39: Almacén Calefactado Inversión- Coste Anual 15 años	44
Ilustración 40: Almacén Calefactado Inversión- Coste Anual 20 años	44
Ilustración 41: Almacén Calefactado Inversión- Coste Anual 25 años	44
Ilustración 42: Almacén No Calefactado Inversión Coste Anual 15 años	45
Ilustración 43: Almacén No Calefactado Inversión Coste Anual 20 años	45
Ilustración 44: Almacén No Calefactado Inversión Coste Anual 25 años	46
Ilustración 45: Emisiones CO ₂ Almacén Calefactado	46
Ilustración 46: Emisiones CO ₂ : Almacén No Calefactado	47
Ilustración 47: Emisiones CO ₂ - Puntuación HADES	48
Ilustración 48: Costes Anuales Energéticos- Puntuación HADES	49

1. INTRODUCCIÓN

La realización del Proyecto Fin de Carrera para la Universidad de Zaragoza en la titulación de Ingeniería Industrial analiza la aplicación sistemática de criterios de construcción sostenible al diseño de un edificio de uso logístico - industrial.

Como herramienta de análisis se utiliza el modelo del programa informático HADES (Herramienta de Ayuda al Diseño de Edificios Sostenibles), diseñado para ayudar al proyectista en el proceso de diseño, ya que permite cuantificar las mejoras ambientales al aplicar criterios de sostenibilidad en el proyecto. Esta herramienta ha sido obtenida de la plataforma web <http://www.gbce.es/es/pagina/la-asociacion> y ha sido elaborada con la colaboración de la Secretaría de Estado de Vivienda y Actuaciones Urbanas. (1)

La Asociación GBCE es una organización autónoma afiliada a la Asociación Internacional sin ánimo de lucro, "World Green Building Council", WGBBC, El Ministerio de vivienda tiene un acuerdo de colaboración con esta organización. En la actualidad GBC España ha sido reconocida como Established Council (miembro de pleno derecho) de esta organización. El proceso ha sido guiado por United States Green Building Council, USGBC.

De igual forma, trabaja en el marco de la Asociación "International Initiative for a Sustainable Built Environment", iSBE, con sede en Ottawa (Canadá), de la que constituye el Capítulo Español.

La Asociación "GREEN BUILDING COUNCIL - ESPAÑA", ó "CONSEJO PARA LA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE - ESPAÑA", sin ánimo de lucro, es de ámbito estatal español, y aplica la totalidad de sus rentas e ingresos, cualquiera que sea su procedencia, al cumplimiento de sus fines.

HADES está basado en la metodología de evaluación y certificación ambiental de edificios "VERDE".

La Certificación GBCE- VERDE reconoce la reducción de impacto medioambiental del edificio que se evalúa comparado con un edificio de referencia. El edificio de referencia es siempre un edificio estándar realizado cumpliendo las exigencias mínimas fijadas por las normas y por la práctica común.

La Certificación GBCE – VERDE supone el reconocimiento por una organización independiente tanto del promotor como del proyectista de los valores medioambientales de un edificio a través de la aplicación de una metodología de evaluación internacionalmente reconocida.

Los objetivos que se persiguen son:

- a) Elaborar un catálogo de medidas de sostenibilidad a aplicar durante el proceso de diseño del edificio
- b) Describir la tecnología disponible y los costes asociados a las medidas propuestas.
- c) Valorar el diseño del edificio en relación al impacto que genera en el medioambiente de forma coherente con la herramienta VERDE, una vez incorporadas las distintas medidas que se plantean en la ejecución de este edificio sostenible.

Mediante esta aplicación se establece una relación conjunta entre tres aspectos fundamentales para el análisis de su eficiencia, análisis económico y social.

Para el desarrollo del proyecto se realiza en primer lugar una adecuación del software HADES, ya que éste no analiza los criterios específicos para el uso industrial que se proyecta. Por tanto, se estudiarán los distintos criterios relevantes en un edificio terciario y se evaluarán con la Herramienta de Ayuda para el Diseño de Edificios Terciarios Sostenibles HADES, adaptada.

Los criterios que se van a estudiar y analizar son los cinco siguientes, sobre la herramienta HADES:

1. Parcela y emplazamiento:

El edificio se ubica en una parcela del polígono P.L.A.Z.A., de Zaragoza, y se deberán analizar los datos que definen esta situación y sus características: Climatología, lugar concreto, aspectos relativos al entorno, zona de uso.

Se estudiará y seleccionarán las plantas más beneficiosas para su adaptación a este entorno: un polígono industrial de Zaragoza, de clima seco con temperatura media de clima continental y muy expuesto al viento procedente del noroeste. Se incluye también en este apartado el diseño de un sistema de riego eficiente con el fin de ahorrar la mayor cantidad posible de agua de riego de las zonas ajardinadas de la parcela, tanto en el suelo como en cubierta.

2. Energía y atmósfera:

Se realiza un estudio del consumo de energía, -renovable o no-, la demanda y eficiencia de los sistemas y la producción de energías renovables en el edificio, para finalmente determinar las emisiones foto-oxidantes por el proceso de combustión, siguiendo la normativa del Código Técnico de la Edificación, aplicable a edificios de uso terciario industrial en la zona climática que nos encontramos.

La metodología que se utiliza empieza por diseñar la envolvente del edificio con sus cerramientos y zonas acristaladas, teniendo en cuenta los límites del Código Técnico de la Edificación (HE 1) Demanda Energética. Se analizan tres casos de estudio:

- a) Edificio que cumple los valores límite del C.T.E. H.E. 1.
- b) Edificio mejorado, con cerramiento de asilamiento medio.
- c) Edificio muy mejorado, con cerramiento de espesor y aislamiento muy elevado.

Se comprobará el cumplimiento del C.T.E. mediante la opción general, con el programa informático que exige el Ministerio de Industria para nuevos Edificios (LIDER). Para el proceso de cálculo será necesario definir previamente los sistemas de iluminación y ventilación del edificio.

En cuanto al sistema de iluminación, se diseñarán dos conjuntos con eficiencias distintas; el primero, más eficiente, con sistema LED, con el que se obtendrá un índice de eficiencia mejor que el valor límite del CTE DB HE-3; el segundo, se define adoptando el valor límite VEEI establecido por dicho código.

Posteriormente se diseñarán los sistemas de climatización y uso de energías renovables, obteniendo las emisiones primarias y secundarias de CO₂, y la etiqueta energética asignada al edificio. Para ello, se utilizará el programa informático de uso industrial de nueva construcción CALENER GRAN TERCIARIO (GT), reconocido por el Ministerio de Industria.

El método de definición de instalaciones del programa CALENER GT se basa en la creación de sistemas y subsistemas. Con objeto de que los resultados sean comparables, se utilizará en todos los casos el mismo sistema principal, que será un circuito con agua como fluido caloportador, y se calcularán los indicadores de emisiones para cada subsistema propuesto.

3. Recursos naturales

Se realizará un estudio de la cantidad de aguas de lluvia, su almacenamiento y su posible reutilización para aprovechamiento en sistemas de riego u otros que permitan el uso de agua no potable, como podría ser el caso de inodoros.

Por otro lado, se analizarán los materiales utilizados para la construcción de este edificio estudiando su reutilización posterior, posibilidad de desmontaje y posibilidad de reciclaje.

4. Calidad del ambiente interior.

Se estudiará la calidad del ambiente interior separándolo en tres aspectos fundamentales para alcanzar la situación de confort necesario acorde a cada situación de trabajo:

- a) Requerimientos acústicos. Estudio de las condiciones acústicas para cada espacio. Dada la exposición al tráfico aéreo por la proximidad al aeropuerto de Zaragoza, se realiza un estudio del nivel de ruido con y sin paso de aviones y la influencia de tal perturbación. Se realiza también un estudio del ruido que generan y transmiten los sistemas de climatización, iluminación, etc. sobre las diversas zonas. Se seguirá la normativa vigente recogida en el C.T.E. D.B. H.R.
- b) Demanda térmica y humedad. Estudio de las condiciones térmicas e higrométricas para cada espacio. Los valores aplicados serán los correspondientes a las condiciones de confort exigidas a cada espacio, que se habrán aplicado previamente al diseño de los sistemas de climatización para obtener unas condiciones de confort aceptables y compatibles con el R.I.T.E.
- c) Demanda lumínica. Estudio y diseño de iluminación para cada espacio, con arreglo a los requisitos exigidos por el C.T.E. D.B. H.E. 3.

Se buscarán también y valorarán sistemas de control y gestión eficientes para evitar los consumos en momentos innecesarios.

5. Aspectos sociales y económicos.

Para cada elemento de construcción previsto, se evalúa en términos económicos la inversión correspondiente, otorgando también una puntuación para la edificación sostenible.

Los resultados obtenidos se mostrarán, además, en forma de gráfica eficiencia – coste, lo que facilitará la obtención de una solución acorde con los resultados de la puntuación HADES.

El proyecto fin de carrera APLICACIÓN DE CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE AL DISEÑO DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL estudia la solución más sostenible posible para el caso de un edificio de uso terciario, con una zona destinada a logística y almacenaje y otra a oficinas. Un esquema representativo se muestra en la Ilustración 1.



Ilustración 1: Desarrollo proyecto: Elaboración propia

2. SOSTENIBILIDAD

2.1 DEFINICIÓN DE SOSTENIBILIDAD Y DESARROLLO SOSTENIBLE

SOSTENIBILIDAD

Según el Informe Brundtland de 1987, (2) la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

DESARROLLO SOSTENIBLE

La definición de Desarrollo Sostenible queda reflejada en la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo (Comisión Brundtland) en 1987:

“Desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades”.

El ámbito del desarrollo sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: ecológico, económico y social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. El triple resultado es un conjunto de indicadores de desempeño de una organización en las tres áreas, como se puede comprobar en la Ilustración 2.

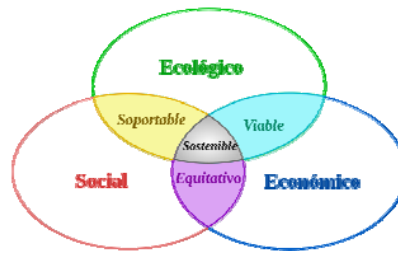


Ilustración 2: Criterios de sostenibilidad. <http://www.unipiloto.edu.co/?scc=1938&cn=23990>

Ante esta situación, se plantea la posibilidad de mejorar la tecnología y la organización social de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana.

2.2 OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

El objetivo del desarrollo sostenible es definir proyectos viables y reconciliar los aspectos económico, social, y ambiental de las actividades humanas.

- Sostenibilidad económica: se da cuando la actividad que se mueve hacia la sostenibilidad ambiental y social es financieramente posible y rentable.
- Sostenibilidad social: basada en el mantenimiento de la cohesión social y de su habilidad para trabajar en la persecución de objetivos comunes. Supondría, tomando el ejemplo de una empresa, tener en cuenta las consecuencias sociales de la actividad de la misma en todos los niveles: los trabajadores (condiciones de trabajo, nivel salarial, etc.), los proveedores, los clientes, las comunidades locales y la sociedad en general.
- Sostenibilidad ambiental: compatibilidad entre la actividad considerada y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, evitando la degradación de las funciones fuente y sumidero. Incluye un análisis de los impactos derivados de la actividad considerada en términos de flujos, consumo de recursos difícil o lentamente renovables, así como en términos de generación de residuos y emisiones. Este último pilar es necesario para que los otros dos sean estables.

Con estas consideraciones, se puede concretar que el ámbito de aplicación de este proyecto es el desarrollo sostenible de un edificio dedicado a la actividad logística en el entorno de una plataforma logística, (P.L.A.Z.A), situada en Zaragoza (España), en el año 2012-2013, considerando las condiciones sociales, económicas y ambientales de este emplazamiento y esa fecha.

Para ello, el proyecto contendrá varios estudios ambientales, cada uno con sus correspondientes costes, de manera que se realice la mejor interpretación posible en el ambiente sociocultural en que se sitúa la Plataforma Logística de Zaragoza, en el período comprendido entre los años 2012-2013.

2.3 DIFERENCIA ENTRE DESARROLLO SOSTENIBLE Y DESARROLLO VERDE

El "desarrollo verde" generalmente es diferenciado del desarrollo sostenible en que el primero puede ser visto en el sentido de dar prioridad a lo que algunos pueden considerar "sostenibilidad ambiental" sobre la "sostenibilidad económica y cultural" que caracteriza al segundo. Sin embargo, el enfoque del "desarrollo verde" puede pretender objetivos a largo plazo inalcanzables.

Por ello, en este proyecto se estudiará la sostenibilidad del edificio y no el desarrollo verde, ya que se analizarán conjuntamente los factores económicos, sociales y ambientales, y su relación entre ellos, planteando diferentes casos y tratando de obtener la solución más sostenible

2.4 APLICACIÓN SOSTENIBLE AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Un edificio sostenible es una estructura (de cualquier tipo) que es eficiente en los recursos que emplea; saludable y productiva para sus ocupantes, que maximiza el retorno sobre la inversión en su ciclo de vida y, a través de su eficiencia, produce una ligera huella en el planeta.

2.5 HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PUNTUACIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS

Existen una serie de sistemas internacionales de clasificación de edificios que establecen criterios específicos para los edificios sostenibles, destacando:

1. Leed

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED®) es un sistema de evaluación y estándar internacional desarrollado por el "U.S. Green Building Council" a finales de los 90 en EE.UU para fomentar el desarrollo de edificaciones basadas en criterios sostenibles y de alta eficiencia.

LEED® es un sistema lo suficientemente flexible como para poder aplicarse a cualquier tipo de edificación, tanto del sector terciario como residencial.

LEED® se caracteriza por proporcionar una evaluación de la sostenibilidad de la edificación valorando su impacto en 5 áreas principales: emplazamiento sostenible, protección y eficiencia del agua, eficiencia energética y energías renovables, conservación de materiales y recursos naturales y calidad del ambiente interior. Las 5 áreas se pueden comprobar en la ilustración 3.



Ilustración 3: Criterios LEED. Manual HADES

2. Breeam

Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM®) es un sistema de evaluación de la sostenibilidad en proyectos de construcción desarrollado por la BRE (Building Research Establishment) a principios de los 90 en el Reino Unido basado que se dosifican según 9 categorías como sigue: gestión, salud y bienestar, energía, transporte, materiales, residuos, agua, uso del suelo y ecología, y contaminación. Las 9 categorías se pueden ver en la imagen 4.

Los resultados se traducen en una puntuación global del siguiente modo: Aprobado, Bien, Muy Bien, Excelente y Destacado.

Una particularidad del método es que para llevar a cabo el proceso de certificación es requisito imprescindible el uso de asesores acreditados por BRE.



Ilustración 4: Criterios Bream. Manual HADES

3. Verde

VERDE® es una metodología para la evaluación y certificación ambiental de edificios desarrollada por la Asociación GBC España. Siendo conscientes de que no es suficiente introducir un solo elemento de mejora para poder afirmar que un edificio sea sostenible, el Comité Técnico de GBCEspaña ha formulado una serie de criterios y de reglas aceptadas para definir los límites y requisitos necesarios para que un edificio pueda obtener la Certificación GBCEspaña –VERDE®.

El sistema de evaluación se basa en un método prestacional de acuerdo con la filosofía del Código Técnico de la Edificación y las Directivas Europeas. En la base están los principios de la bio-arquitectura y la construcción del edificio respetando el medio ambiente, compatible con el entorno y con altos niveles de confort y de calidad de vida para los usuarios.

Los criterios de evaluación están agrupados en diferentes áreas temáticas: selección del sitio, proyecto de emplazamiento y planificación, calidad del espacio interior, energía y atmósfera, calidad del servicio, recursos naturales e impacto socio económico. Los criterios de la certificación verde se pueden comprobar en la ilustración 5.



Ilustración 5: Criterios verde. Manual HADES

Para garantizar y demostrar el cumplimiento de las políticas de sostenibilidad en la construcción existen diferentes certificaciones, de carácter voluntario, otorgadas por diferentes organismos. En general, todas ellas otorgan la calificación basándose en sistemas de puntos organizados en diferentes categorías, donde se enmarcan los distintos requisitos disponibles, que pueden ser cumplidos según la estrategia seguida en el edificio. El análisis de los edificios de cara a obtener la certificación se realiza desde el proyecto, de forma que el proceso de certificación comienza sobre papel, en la fase de diseño, y finaliza tras la comprobación del cumplimiento de las premisas una vez la obra ha finalizado totalmente.

A nivel internacional, los estándares más importantes y reconocidos son el LEED y el BREAM, aunque existen otros como el Passivhaus. Dentro del ámbito nacional se enmarca la certificación ambiental de edificios VERDE

Por ello, para la aplicación del proyecto se aplica la Herramienta HADES, pero acondicionada al uso de edificios terciarios, considerando los criterios más importantes que intervienen en su proceso de diseño.

Dado que el proyecto hace referencia a un almacén con oficinas para uso logístico, será necesario adecuar la instalación mediante la herramienta HADES a este entorno para obtener la calificación que resulte apropiada al sistema de estudio, debido a que el HADES (Herramienta de Ayuda al Diseño de Edificios Sostenibles) aplica estos criterios a edificios de uso residencial.

Se analizarán y valorarán cada uno de los criterios que se evalúan en la aplicación HADES y con la puntuación resultante se obtendrá el sistema más sostenible.

2.6 HERRAMIENTA AYUDA AL DISEÑO DE EDIFICIOS DE SECTOR TERCIARIO

El edificio que se está estudiando es un edificio para el uso de almacenaje logístico, y alberga una zona destinada para oficinas. Los criterios que intervienen en el proceso de diseño de un edificio industrial son muy distintos a los destinados a un edificio de uso residencial, y por tanto, no se puede aplicar la ayuda al diseño de Edificación Sostenible que fue creada para el análisis de edificios de sector residencial. Por ello, a partir de estos criterios que se formalizan en los documentos verdes, se trata de adecuar esta herramienta para la aplicación de factores de sostenibilidad a edificios industriales.

Herramienta de Ayuda al Diseño para una Edificación más Sostenible en el Sector Terciario	
Información	
Esta herramienta, basada en la metodología VERDE de evaluación ambiental de edificios, ha sido desarrollada como ayuda de las fases de realización de proyecto para poder utilizar estrategias que minimicen el impacto ambiental de los edificios. La herramienta tiene limitado su uso a edificios del sector terciario.	
HADES	Esta hoja de información
DATOS	Hoja de introducción de los parámetros de entrada y de los datos generales del Edificio objeto de evaluación
CRITERIOS	Listado de criterios de evaluación. Hoja de acceso a los criterios para la evaluación del edificio
PE1, EA1,...,EC1.	Hojas para la evaluación de los criterios
RESULTADOS	Hoja de Resultados de la evaluación

La herramienta de ayuda al diseño de edificios sostenibles tiene un ámbito de aplicación muy amplio, pero los edificios de sector industrial quedan excluidos. Por ello, se realiza una propuesta para la aplicación del modelo de sostenibilidad a este tipo de edificios.

2.6.1 APLICACIÓN DE CRITERIOS

Los criterios que se van a puntuar mediante esta herramienta y se consideran, por tanto, los principales elementos para el diseño de una correcta construcción sostenible, son:

- 1. Suministro a zonas ajardinadas
- 2. Energía y atmósfera
- 3. Recursos naturales
- 4. Calidad del ambiente interior
- 5. Aspectos económico- sociales

Los criterios e impactos evaluados en la herramienta VERDE y en HADES provienen de una selección de un listado amplio de impactos desarrollados por International Initiative for Sustainable Build Environment (iisBE) para el desarrollo de unos “core indicators”, razón de los saltos en la numeración. Este salto de numeración se produce por el seguimiento numérico de los impactos elaborado por esta asociación. La Asociación “GREEN BUILDING COUNCIL - ESPAÑA”, o “CONSEJO PARA LA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE - ESPAÑA”, sin ánimo de lucro, es de ámbito estatal español, y aplica la totalidad de sus rentas e ingresos, cualquiera que sea su procedencia, al cumplimiento de sus fines.

Con la selección de los impactos más influyentes establecidos por esta asociación y ponderándolos por su mayor o menor importancia, se estudia para cada criterio de estudio su valor óptimo de selección. La evaluación final se obtiene del valor de impacto reducido en relación a un edificio de referencia para cada impacto, ponderado por su peso. Es decir, se basa en la comparación con otro edificio que ha sido diseñado con estas características que se especifican y en base a esta comparación le otorgará un valor. Cuanto mejor sea la puntuación, más sostenible resultará el edificio. Por tanto se elegirá aquel diseño que obtenga una mayor calificación.

Estos impactos asociados y analizados con un porcentaje característico en HADES para el edificio de uso terciario, así como su respectivo peso asignado de estos impactos en la metodología VERDE son:

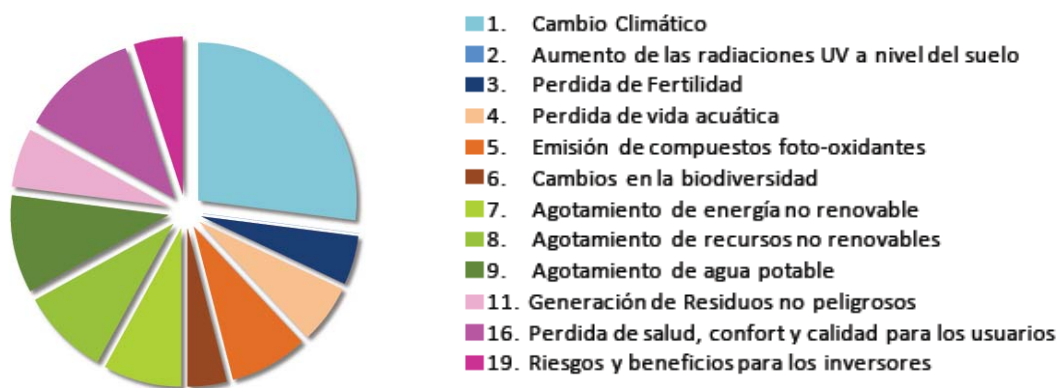


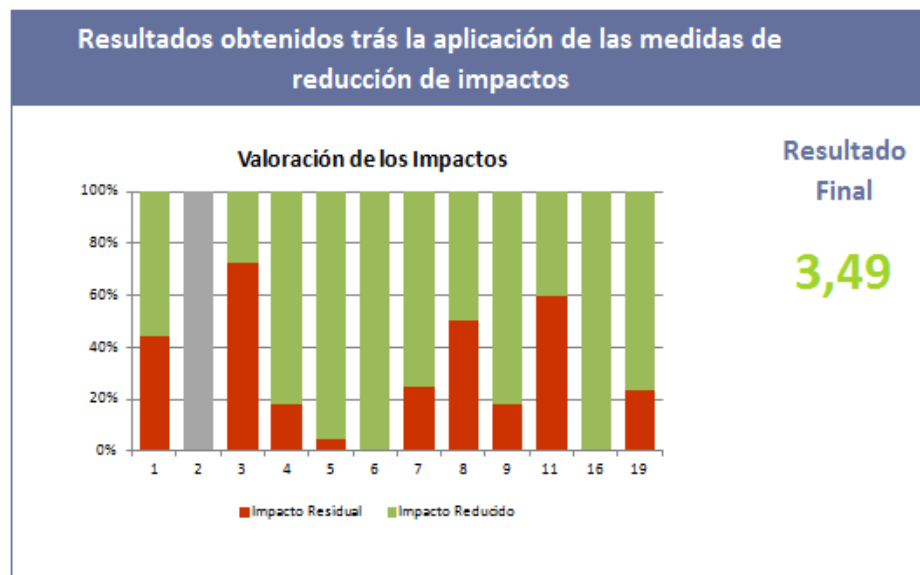
Ilustración 6: Impactos. Manual HADES

Para cada criterio, se estudiarán y puntuarán estos impactos seleccionados, para posteriormente realizar una puntuación global de todos los criterios de aplicación al diseño del edificio industrial sostenible, tal y como se puede observar en la tabla siguiente elaborada con el modelo HADES para uso terciario, así como en el ANEXO I: DISEÑO DE ELABORACION DE UNA HERRAMIENTA DE AYUDA AL DISEÑO DE EDIFICIOS TERCIARIOS SOSTENIBLES.

6.2 CALIFICACIÓN FINAL

La herramienta de Ayuda al Diseño de un Edificio Sostenible Industrial utiliza una página de un libro Excel para cada criterio de aplicación, para finalmente determinar el valor total de todos los criterios de aplicación al edificio estudiado.

Se realizarán distintas propuestas para cada criterio de aplicación y mediante su comparación encontraremos el edificio industrial sostenible óptimo.



	IMPACTOS	PESO	Impacto Reducido	Impacto Residual	Nota Relativa
1	Cambio Climático	27%	55,57%	44,43%	2,78
2	Aumento de las radiaciones UV a nivel del suelo	0%	0,00%	100,00%	0,00
3	Perdida de fertilidad	5%	27,24%	72,76%	1,36
4	Perdida de vida acuática	6%	81,96%	18,04%	4,10
5	Emisión de compuestos foto-oxidantes	8%	95,48%	4,52%	4,77
6	Cambios en la biodiversidad	4%	100,00%	0,00%	5,00
7	Agotamiento de energía no renovable, energía primaria	8%	74,97%	25,03%	3,75
8	Agotamiento de recursos no renovable diferente de la energía primaria	9%	50,00%	50,00%	2,50
9	Agotamiento de aguas potables	10%	81,97%	18,03%	4,10
11	Generación de residuos no peligrosos	6%	40,00%	60,00%	2,00
16	Salud, bienestar y productividad para los usuarios	12%	100,00%	0,00%	5,00
19	Riesgo financiero o beneficios por los inversores-Coste del Ciclo de Vida	5%	76,52%	23,48%	3,83
Total		100%	69,84%	30,16%	3,49

Ilustración 7: Ejemplo de Resultado de Diseño de un Edificio Industrial

3. PARCELA Y EMPLAZAMIENTO

La nave industrial se localizara en Zaragoza, en un entorno de almacenes y naves industriales (POLIGONO P.L.A.Z.A.).

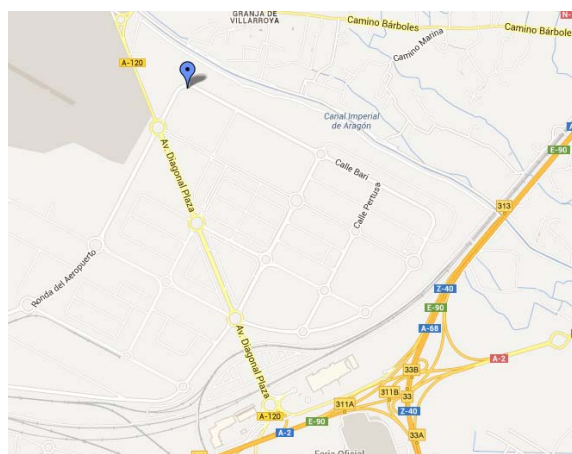


Ilustración 8: Situación del edificio Industrial. Google Maps

Como se puede comprobar en los planos del Proyecto, la parcela prevista para la edificación del edificio sostenible tiene una superficie de 5.100 m², con una superficie edificada en planta de 1820 m². Tendrá una zona exterior ajardinada dentro de la superficie útil de la parcela, de 220 m². Además, en la cubierta de la nave se colocará también una zona ajardinada. La altura de la nave será de nueve metros y estará dividida en zona de oficinas y zona de almacén. En los ANEXOS PLANOS y ANEXO 2: DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES se muestra la disposición.

La utilización de la nave será para el almacenaje de productos y su distribución. Además, poseerá una zona destinada a oficinas para tareas administrativas. Se considera un personal aproximado de 15 personas para la zona del almacén y de 100 personas para la zona de administración.

Los horarios de trabajo considerado son de día laborable con comienzo a las 8:00 y finalización a las 20:00.

Se dispondrá de una sala de máquinas en la última planta, encima de la zona de oficinas, en la que se situarán todos los equipos de climatización, agua caliente sanitaria, etc.

El entorno del edificio está caracterizado por el sector industrial, de igual forma que el propio edificio. Se trata de un entorno que comenzó a elaborarse y proyectarse hace aproximadamente 10 años, y por tanto es un entorno nuevo.

El edificio necesitará un estudio de selección de materiales con un aislamiento acústico adecuado, considerando las distintos tipos de usos que posee el edificio y considerando que el edificio está situado en un entorno expuesto al paso de aeronaves. (ANEXO 3: MAPA DE RUIDO AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA).

4. APLICACIÓN DE CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD

Se realiza un estudio de la aplicación de los distintos criterios de sostenibilidad y su influencia para el diseño del edificio. Por tanto, es necesario analizar los distintos posibles criterios y otorgarle una puntuación.

4.1 USO DE PLANTAS AUTÓCTONAS

Se analiza el entorno en el cual se encuentra la nave industrial y se consideran los siguientes aspectos para la elección de plantas y zona ajardinada a diseñar:

4.1.1 SUMINISTRO A ZONA AJARDINADA

Zaragoza tiene un clima mediterráneo continental semidesértico, que es el propio de la depresión del Ebro. Los inviernos son fríos, siendo habituales las heladas nocturnas y las nieblas que produce la inversión térmica en los meses de diciembre y enero. Los veranos son cálidos superando casi siempre los 35 °C e incluso pasando los 40 °C muchos días. Las lluvias escasas se concentran en primavera y el promedio anual es bastante escaso, de unos 315 mm, como se puede comprobar en la Ilustración 9.

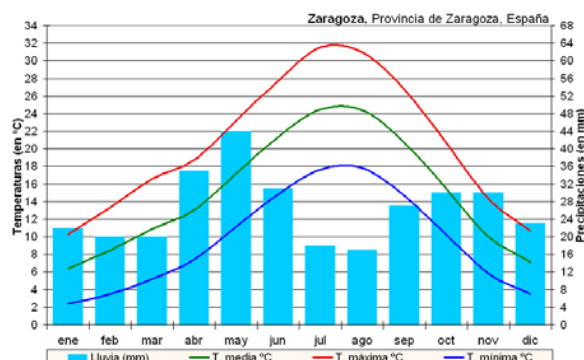


Ilustración 9: Datos climatológicos Aeropuerto Zaragoza 2012.

Para determinar la puntuación en HADES se establece la posibilidad de alojar plantas autóctonas. Según la relación entre el área total de la parcela y el área destinada a plantas autóctonas, la puntuación será más o menos alta.

Se proyecta una superficie de uso de plantas autóctonas del 25% de toda la ocupación, tanto en la zona común de acceso, como en la cubierta del edificio.

La nave se sitúa en un entorno con características para el uso industrial, con la salvedad de que está delimitado en su cara norte por un parque muy extenso que favorece a la sostenibilidad del entorno. Este parque construido no hace mucho tiempo se sitúa a la altura del canal imperial de Aragón a su paso por la zona industrial, como se puede apreciar en la ilustración 10.



Ilustración 10: Foto del polígono PLAZA delimitado por zona verde. Google

4.1.2 SISTEMAS DE RIEGO

Para mejorar la eficiencia del edificio se diseña un sistema de recuperación de aguas pluviales mediante la instalación de un depósito de acumulación, consiguiendo así un porcentaje importante del consumo de agua de riego de forma gratuita. En general, la recuperación de agua pluvial consiste en filtrar el agua de lluvia captada en una superficie determinada, normalmente el tejado o azotea, y almacenarla en un depósito. Posteriormente el agua tratada se distribuye a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable.

Mediante los cálculos realizados con EXCEL se determina la solución consistente en instalar un depósito para acumulación de aguas pluviales de 100 m³, como se comprueba en la Ilustración 11, considerando los datos pluviométricos del aeropuerto mes a mes. El método de cálculo para obtener la capacidad del depósito para el almacenamiento de aguas pluviales se puede comprobar en el ANEXO 4: CALCULO DE DEPÓSITO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES. Para la valoración de esta solución se realiza una comparativa mediante HADES entre un sistema con acumulación de aguas pluviales y otro sin acumulación.



Ilustración 11: <http://tiendaocanis.com/blog/2011/10/depositos-de-agua-de-lluvia-por-grupo-oceanis/>

4.2 ENERGIA Y ATMOSFERA

El análisis de este criterio se basa en la búsqueda de los sistemas más eficientes para conseguir una disminución de las emisiones de CO₂. Para ello, y mediante la herramienta HADES, se realiza una valoración de distintas medidas:

EA1 Consumo de energía no renovable durante el uso del edificio. Demanda y eficiencia de los sistemas.

EA2 Demanda de energía eléctrica en la fase de uso.

EA3 Producción de energías renovables en la parcela

EA4 Emisiones de sustancias foto-oxidantes por los procesos de combustión

Para la evaluación de estos cuatro subcriterios, se realizará un estudio comparativo seleccionando distintas posibilidades de diseño de los factores que intervienen en este criterio. Las posibilidades son:

1. Cerramientos y vidrios: se seleccionan entre tres posibilidades con distinto espesor.
2. Iluminación de las salas: dos posibilidades cumpliendo el límite del VEEI o mejorándolo, siguiendo las especificaciones descritas en el C.T.E. H.E. 3.
3. Sistema de ACS: con las opciones de caldera eléctrica, caldera de combustible de biomasa o caldera de gasoil.
4. Calefacción: con caldera eléctrica, caldera de combustible de biomasa o caldera de gasoil.
5. Refrigeración: con planta enfriadora por compresor con recuperador de calor o bomba de calor a 2 tubos.
6. Aporte de energías renovables en el diseño del edificio: Fotovoltaica, termosolar y calderas de biomasa.
7. Sistemas de control para la reducción del consumo de energía renovable.

4.2.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA (C.T.E. H.E.1) Y LIDER

LIDER es la aplicación informática que permite cumplir con la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de Demanda Energética establecida en el Documento Básico de Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE1) y está apoyada por el Ministerio de Vivienda y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA). Esta herramienta está diseñada para realizar la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios, así como para llevar a cabo la mayor parte de los cálculos recogidos en el CTE-HE1 y para la impresión de la documentación administrativa pertinente, como se comprueba en la Ilustración 12.

Código Técnico de la Edificación



Proyecto: LIMITE
Fecha: 03/07/2013
Localidad: ZARAGOZA
Comunidad: ARAGON

Ilustración 12: Ejemplo del formato obtenido con LIDER

Los resultados se obtienen siguiendo la metodología del CTE-HE 1 y ANEXO 5: CÁLCULO DE CERRAMIENTOS Y VIDRIOS DEL EDIFICIO. Cuando hablo de cerramientos considero todos los muros que necesitan aislante térmico para la protección térmica del edificio. Una vez definidos los distintos materiales, con su correspondiente espesor, transmitancia térmica, conductividad y calor específico se introducen los valores en el programa informático LIDER, software de referencia para el cumplimiento del CTE HE-1 mediante la opción general.

El diseño del edificio que se muestra en el ANEXO PLANOS, se introduce mediante el formato DXF, sobre este programa y se dibuja el edificio, insertando todos cerramientos posibles, así como las características de los espacios del edificio.

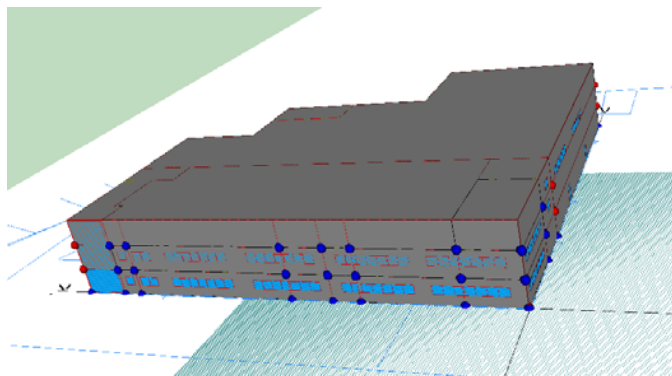


Ilustración 13: Diseño gráfico 3D del edificio mediante LIDER

Se han definido 12 casos de estudio.

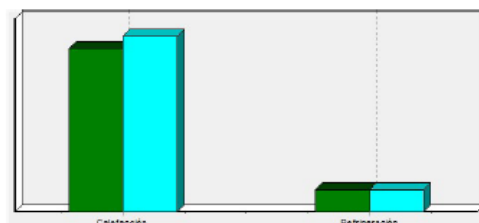
En primer lugar se realiza el estudio para el acondicionamiento de calefacción y refrigeración para la zona del almacén. A la vez, se plantean tres situaciones para los cerramientos, desde el límite inferior del Código Técnico hasta uno superior a sus requisitos. Finalmente, se introducen valores de iluminación límite o más eficiente con la comprobación con el documento CTE HE-3. El conjunto de todas estas opciones da los 12 casos de estudio. Los resultados de estos estudios se encuentran en el ANEXO 6: CALCULOS LIDER y se resumen a continuación. Se estudian estas posibilidades porque son las necesarias para la introducción de los datos en el programa LIDER.

	CASO DE ESTUDIO	%DEMANDA REFERENCIA		PROPORCION CALEF REFRIG	
		CALEFACC	REFRIGERA	CALEFACC	REFRIGERA
1	CERRAM LIMITE CALEFACTADO ILUM LIMITE	95,7	88,4	91,2	8,8
2	CERRAM LIMITE NO CALEFACTADO ILUM LIMITE	95,5	91,9	89,2	10,8
3	CERRAM LIMITE CALEFACTADO ILUM EFICIENTE	95,5	91,9	89,2	10,8
4	CERRAM LIMITE NO CALEFACTADO ILUM EFICIENTE	82,7	88	80,6	19,4
5	CERRAM MEDIO CALEFACTADO ILUM LIMITE	83,9	82,7	85,4	14,6
6	CERRAM MEDIO NO CALEFACTADO ILUM LIMITE	93,1	99,8	88,3	11,3
7	CERRAM MEDIO CALEFACTADO ILUM EFICIENTE	92,9	99,6	88,5	11,5
8	CERRAM MEDIO NO CALEFACTADO ILUM EFICIENTE	80,3	98,3	79,2	20,8
9	CERRAM MAXIMO CALEFACTADO ILUM LIMITE	79,5	98,1	79,5	20,5
10	CERRAM MAXIMO NO CALEFACTADO ILUM LIMITE	80,6	97,6	79,2	20,8
11	CERRAM MAXIMO CALEFACTADO ILUM EFICIENTE	93,4	98,9	89,9	10,1
12	CERRAM MAXIMO NO CALEFACTADO ILUM EFICIENTE	79,5	98,1	79,5	20,5

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	93,1	99,8
Proporción relativa calefacción refrigeración	88,3	11,7



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

Ilustración 14 Resultados LIDER

4.2.2 NECESIDADES TÉRMICAS (R.I.T.E) Y AGUA CALIENTE SANITARIA (C.T.E. H.E.4)

El cálculo de las necesidades térmicas se realiza mediante una hoja de cálculo Excel para cada estancia, obteniendo las necesidades de calor y frío para conseguir un confort térmico y un nivel de humedad óptimo. Conocidos los factores que intervienen, se procede a dar valores obteniendo finalmente la carga térmica de calefacción y de refrigeración. Los cálculos precisos de las necesidades térmicas se definen en el ANEXO 7: CALCULO DE NECESIDADES TÉRMICAS, obteniendo la distribución de potencias que serán necesarias instalar en las diferentes salas tanto para calefacción como para refrigeración.

El sistema de agua caliente sanitaria se diseña considerando las necesidades del establecimiento, muy inferiores a la de un edificio de uso residencial.

Siguiendo la normativa del RITE, en el ANEXO 8 ACS CLIMATIZACION se justifica la decisión de instalar dos calderas independientes para satisfacer la demanda de ACS; una en la zona de vestuarios y otra en la zona de oficinas. Se ha adoptado por esta decisión debido a la gran distancia que existe entre la sala de máquinas dónde estaría instalada la caldera hasta la zona de vestuarios, lo que provocaría unas pérdidas térmicas y de carga importantes.

El abastecimiento de ACS será independiente por ser la demanda de ACS muy pequeña respecto a la de calefacción.

El cálculo de la instalación de ACS con la contribución mínima de aporte solar se puede comprobar en el ANEXO 9: NECESIDADES DE AGUA CALIENTE SANITARIA siguiendo los requisitos técnicos CTE: H.E. 4. La contribución solar se basa en los valores de la temperatura del agua de red mes a mes, la demanda y la radiación solar, para así obtener el aporte y la cobertura, como se comprueba en las Ilustraciones 15 y 16.

Para el circuito de la zona de vestuarios se obtiene este sistema con un captador solar de 2,7 m² de superficie útil.

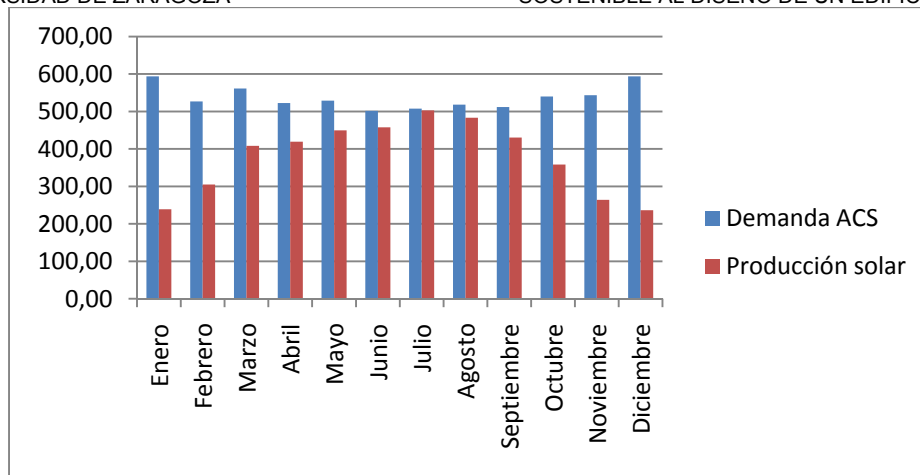


Ilustración 15: % Cubierto cada mes A.C.S caldera 1

La cobertura media anual obtenida debe ser del 70% para calderas eléctricas (trabajando mediante el efecto Joule y del 60% para otro tipo de calderas). Por tanto, se cumple el requisito del C.T.E.

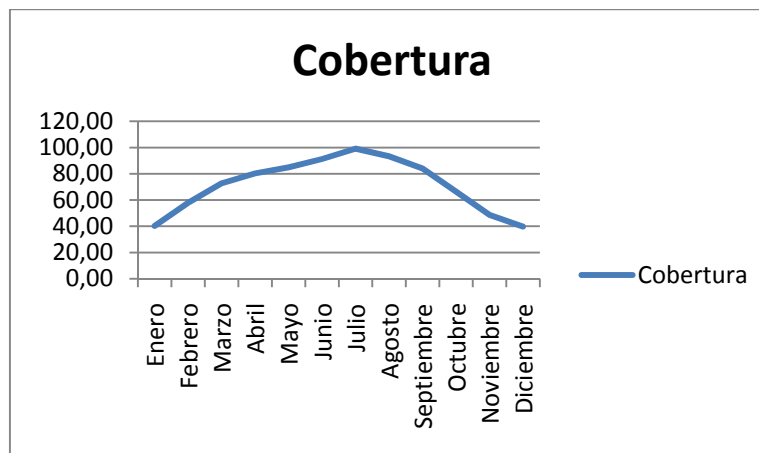


Ilustración 16: Cobertura mensual A.C.S. caldera 1

Para el circuito de la zona de vestuarios se realizará un circuito independiente, con otra caldera y otro captador solar de 2,02 m² de superficie útil de captación, obteniendo de la misma forma la demanda y la producción solar, como se comprueba en las Ilustraciones 17 y 18.

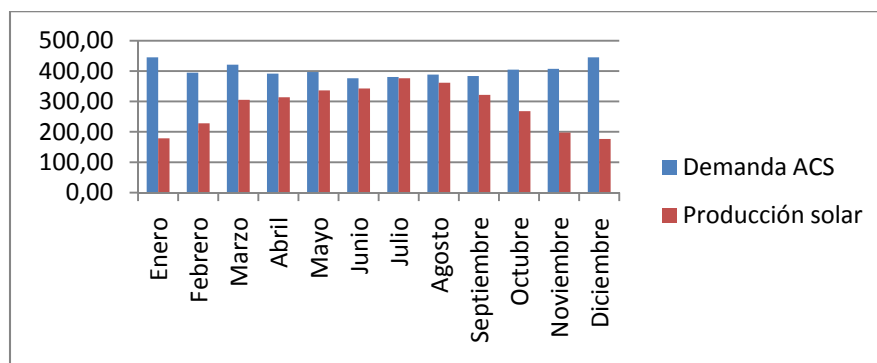


Ilustración 17: Cobertura mensual A.C.S caldera 2

La cobertura solar se comprueba mes a mes de igual forma que para la zona de oficinas:

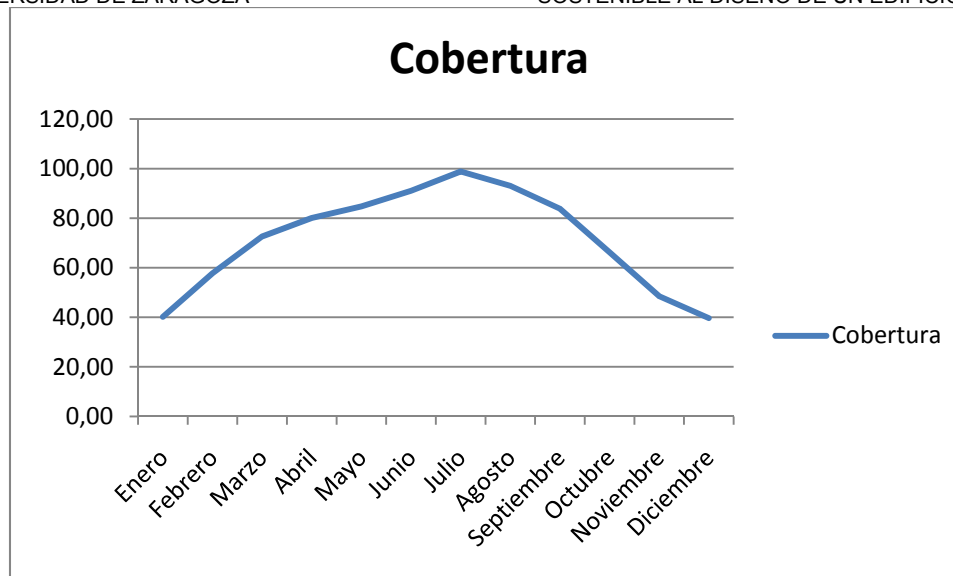


Ilustración 18: Cobertura A.C.S. caldera 2

4.2.3 NECESIDADES DE ALUMBRADO (CTE HE 3)

Las necesidades de iluminación para cada sala de la nave industrial vienen determinadas en el CTE HE-3, donde se justifica la obtención de unos valores mínimos de luminancia, teniendo en cuenta a la vez la reducción de consumo eléctrico. Para ello, se diseñan dos soluciones técnicas: la primera con tubos fluorescente TL5, que se ajustará al límite del CTE, y otra con lámparas LED que resultarán más eficientes y reducirán las emisiones de CO₂.

El diseño de estos sistemas de iluminación y la obtención de los parámetros lumínicos exigidos en el CTE HE 3 se calculan con la herramienta de diseño DIALUX, soporte informático que permite el análisis lumínico de cualquier luminaria en cualquier espacio de trabajo, obteniendo como resultado la VEEI, la luminancia media, así como la máxima y la mínima y están resueltos en el ANEXO 10: CALCULO DE NECESIDADES DE ALUMBRADO.

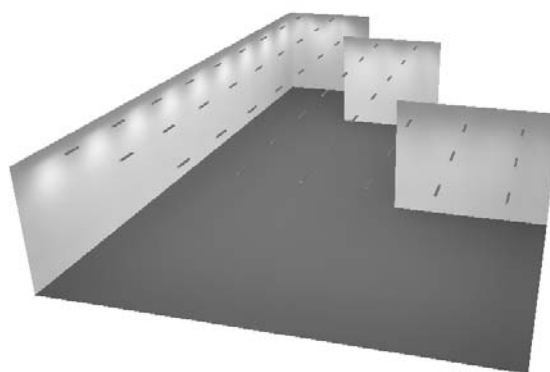


Ilustración 19: Diseño de cálculo lumínico del almacén mediante DIALUX

En nuestro caso, se distinguirán los espacios a estudiar que se indican en la tabla, considerando los límites que establece el C.T.E H.E. 3

ZONA O ESPACIO A ESTUDIAR	VEEI limite	Lúmenes necesarios
Oficinas	3,5	500
Escaleras	4,5	150
Zonas comunes	4,5	200
Almacén	5	200
Entrada principal	10	700

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico ⁽⁴⁾	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios ⁽²⁾	4,0
	habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes ⁽¹⁾	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos ⁽⁵⁾	5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte ⁽⁶⁾	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁹⁾	8
	hostelería y restauración ⁽⁸⁾	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁷⁾	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes ⁽¹⁾	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12

Ilustración 20 Valores límite lumínicos establecidos en C.T.E H.E. 3

4.2.4. DISEÑO DE SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACION (CALENER G.T.) RITE

Una vez conocido el estudio de cargas térmicas realizado y obtenidas las necesidades para cada espacio del edificio, se analizan los distintos tipos de sistemas de distribución del fluido caloportador para calefacción y climatización.

Los distintos casos de estudio que se plantean serán con sistema secundario de circulación con agua, tanto para calefacción como para refrigeración, lo que permite realizar una comparativa respecto a un sistema de distribución del calor y del frío sin que el resultado se vea influenciado por las características del propio fluido.

Para calefacción y ACS se estudian calderas eléctrica, biomasa y gasoil, mediante la circulación de agua como fluido de calentamiento. Se comprueba que las de biomasa son las más eficientes, llegando incluso a obtener una etiqueta energética de grado A, mientras que la eléctrica resulta peor para sistemas de gran superficie debido a la gran cantidad de energía primaria necesaria para cubrir las necesidades demandadas. La caldera de gasoil también es muy poco eficiente; y las calificaciones energéticas son muy bajas.

Los sistemas de refrigeración que se estudian son mediante bomba de calor a dos tubos y mediante compresor eléctrico con recuperador de calor, con agua como fluido caloportador, de la misma forma que para calefacción.

Los datos obtenidos para cada zona se introducen en el programa informático Calener Gran Terciario (GT), de libre acceso a través la plataforma web del Ministerio de Industria. ANEXO 11: CARACTERÍSTICAS PROGRAMA INFORMÁTICO CALENER GRAN TERCARIO. En la Ilustración 21 se muestra el formato final de la portada que genera el programa CALENER GRAN TERCARIO.



Ilustración 21: Formato final de la portada de Calener G,T,

El esquema de conexión de los circuitos hidráulicos está modelado conforme a la Ilustración 22, en la que se observan los dos circuitos hidráulicos para ACS -en color amarillo Se realizará la comparativa entre las opciones de calderas de biomasa, gasoil y eléctrica. El esquema del circuito de agua caliente se representa mediante el circuito hidráulico rojo en el que se seleccionan calderas de biomasa, gasoil y eléctrica. El esquema de circuito de agua fría para climatización se selecciona entre una planta enfriadora con compresor y recuperador de calor o mediante una bomba de calor con circuito a 2 tubos.

Los sistemas estudiados en Calener Gran Terciario corresponden en cada caso LIDER a la comparación entre sistemas.

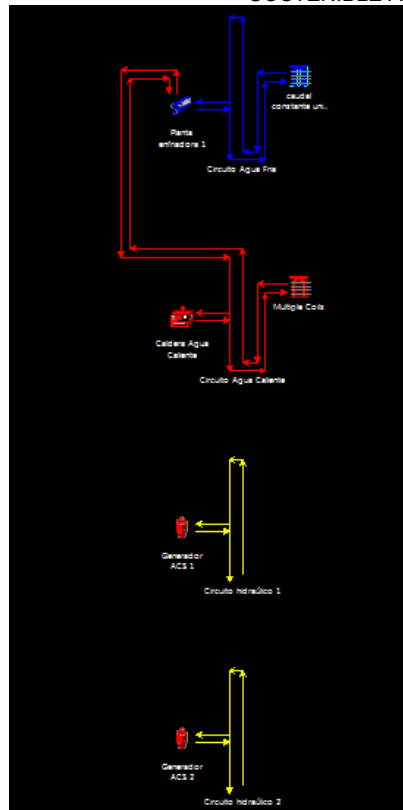


Ilustración 22: Ejemplo de sistemas Calener G.T.

4.2.5 OFERTA RENOVABLE

Se realiza el estudio de la incorporación de sistemas de generación energética mediante sistemas renovables.

En primer lugar, la producción de ACS se estudia de dos modos: el primero aportando el 70% de la demanda, tal y como el CTE HE 4 exige como mínimo, y el segundo, aportando mayor cobertura que la exigida por el CTE (hasta el 85%).

Respecto a la energía solar fotovoltaica, según el CTE HE 5, no es exigible la instalación de placas solares para generación eléctrica (fotovoltaica); por ello, se modela el edificio sin y con placas. Se estudia la generación con 98000 kwh/año. Se seleccionan placas solares de 310Wp. Los cálculos se pueden comprobar en el ANEXO 12: CÁLCULO DE PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS SOBRE LA CUBIERTA

Energía solar térmica para A.C.S. _____

Contribución solar mínima con apoyo eléctrico (CTE-HE 4): %

Generación de energía eléctrica con energías renovables _____

Energía generada: kWh/año

Ilustración 23: Elección de sistemas renovables en Calener G.T.

La incorporación de sistemas renovables tiene como consecuencia una eficiencia mayor y un ahorro muy considerable en emisiones de CO₂. En la tabla de resultados Calener G.T se puede comprobar la energía primaria, final y emisiones de CO₂ para cada sistema estudiado. Como ejemplo de cálculo comparativo en la siguiente tabla se comprueba que para todos casos en los cuales se instala más cantidad de energía renovable, tanto la energía primaria, como la final como de CO₂, son menores que un sistema de energía renovable limitado al C.T.E.

Finalmente, mediante el análisis de estudio de estos parámetros doce resultados que provienen de la combinación de estos tres parámetros siendo, el uso de energías renovables(dos posibilidades), tipo de caldera para agua caliente y calefacción (tres tipos) y el tipo de refrigeración (dos tipos).

Por este motivo se obtienen ciento cuarenta y cuatro resultados en Calener Gran Terciario.

CERRAMIENTO MÁXIMO NO CALEFACTADO ILUMINACIÓN EFICIENTE

	ENERGÍA PRIMARIA(Mwh/año)	ENERGÍA FINAL(Mwh/año)	EMISIONES CO2(TM/año)	LETRA ENERGETICA
1	1.355.090,90	1.128.166,90	91.873,80	A
2	1.386.316,80	1.067.162,80	129.214,60	C
3	1.949.365,90	748.892,00	486.030,90	G
4	2.189.866,80	841.285,70	545.994,40	G
5	1.124.576,60	847.570,40	292.808,40	E
6	1.305.179,90	916.971,60	337.838,30	F
7	1.313.390,80	1.086.599,10	91.840,80	A
8	1.344.597,60	1.025.595,00	129.176,80	C
9	1.865.363,30	716.684,50	465.086,80	G
10	2.049.969,10	787.606,60	511.114,10	G
11	1.124.576,60	847.570,40	292.808,40	E
12	1.305.179,90	916.971,60	337.838,30	F

4.2.6 ELECCION DE SISTEMAS DE CONTROL

La elección de sistemas de control supone un factor importante en el consumo de energía. En Calener G.T. se han seleccionado los sistemas de control que se exigen en la reglamentación.

Para iluminación, según el CTE HE-3 CTE HE 3, se deben colocan detectores para control de la iluminación, en función de la iluminación natural que recibe cada sala, como se puede ver en el esquema de la zona de almacén, como se comprueba en la Ilustración 24.

Selección de Espacio: P01_E03

Descripción y geometría | Ocupación, equipos e infiltración | Iluminación artificial y natural

Iluminación artificial

Horario: Iluminacion

Potencia/Área: 3,09 W/m²

Tipo de luminaria: Fluorescente No ventilada

Valor de eficiencia energética (VEEI): 2,20 W/m²/100lux

Valor de eficiencia energética (VEEI) Límite: 5,00 W/m²/100lux

Iluminación artificial controlada por la natural

Existe control automático: SI

Nº de puntos de referencia: 2

Puntos de referencia iluminación		Tipo de control	Coordenadas relativas		
Fracción zona	Consigna iluminación		X	Y	Z
Punto 1: 0,50	50	Progresivo	3,00	3,00	0,80
Punto 2: 0,50	50	Progresivo	6,00	6,00	0,80

Fracción potencia mín.: 0,30

Frac. ilum. mín.: 0,20

Nº etapas control: n/a

Aceptar

Ilustración 24: Elección de sistemas de control iluminación Calener G.T.

Para la temperatura interior de los locales, según el R.I.T.E. se considera las temperaturas adecuadas para un confort térmico adecuado en cada estancia, como se comprueba en la Ilustración 25.

Ilustración 25: Elección sistemas de control climatización Calener G.T.

4.2.7 OBTENCION DE EMISIONES DE ENERGÍA PRIMARIA, FINAL Y CO₂

A partir de los resultados de Calener G.T. obtenemos la calificación energética del edificio; además, el programa ofrece los resultados para cada caso estudio en términos de consumo de energía primaria, de energía final y emisiones de CO₂. Se puede comprobar en la Ilustración 26 el % de CO₂ que emite un edificio según la letra energética que se ha obtenido.



Ilustración 26: % para cada letra energética

Con los resultados obtenidos con Calener G.T. se realiza una gráfica global en la que se representa en el eje radial las emisiones totales de CO₂ y en el eje circular del 1-12 los distintos casos que han sido estudiados siendo:

- 1 renovable limite ACS biomasa calefacc biomasa refrige recu calor caudal cte limite
- 2 renovable limite ACS biomasa calefacc biomasa refrige bomba 2 tubos control limite
- 3 renovable limite ACS electrica calefacc electrica refrige recu calor caudal cte limite
- 4 renovable limite ACS electrica calefacc electrica refrige bomba 2 tubos control limite
- 5 renovable limite ACS gasoil calefacc gasoil refrige recu calor cte limite
- 6 renovable limite ACS gasoil calefacc gasoil refrige bomba 2 tubos control limite
- 7 renovable exceso ACS biomasa calefacc biomasa refrige recu calor cte control limite
- 8 renovable exceso ACS biomasa calefacc biomasa refrige bomba 2 tubos control limite
- 9 renovable exceso ACS electrica calefacc electrica refrige recu calor caudal ctecontrol limite

- 10 renovable exceso ACS electrica calefacc electrica refrige bomba 2 tubos control limite
- 11 renovable exceso ACS gasoil calefacc gasoil refrige recu calor caudal cte control limite
- 12 renovable exceso ACS gasoil calefacc gasoil refrige bomba 2 tubos control limite

1. Estudio de energía renovable:

Se suponen dos situaciones

Renovable límite: 70% cobertura mediante placas solar térmica y sin producción eléctrica fotovoltaica.

Renovable exceso: 85% de la cobertura mediante placas solares térmicas y con la producción de 98000 Kwh/año.

2. Estudio de las calderas, tanto para A.C.S. como para calefacción. Se realizan 3 estudios:

Caldera de biomasa (renovable).

Caldera eléctrica

Caldera de gasoil

3. Estudio de plantas enfriadoras: Se realizan dos estudios:

Compresor eléctrico con recuperador de calor.

Bomba de calor a 2 tubos

Se realiza todas las combinaciones posibles para los casos de cerramientos con transmitancia límite, media y máxima, además de considerar el almacén como calefactado y como no calefactado; en cuanto a los sistemas de iluminación, se toman las soluciones correspondientes a valores límites y a los más eficientes. Para todo ello se obtiene un conjunto de 144 estudios, obteniendo así el sistema más eficiente. Se puede comprobar en el ANEXO 13 CALCULOS NUMERICOS DE POSIBILIDADES CALENER obteniendo la etiqueta o letra energética de cada edificio estudiado, siendo la A la más eficiente y la G la menos eficiente. Calener G.T. nos permite también obtener las emisiones de CO₂, energía final y energía primaria que se producirán en el edificio de modo anual o mensual. En el siguiente gráfico se puede comprobar los resultados obtenidos para todos los edificios. Se comprueba que los sistemas renovables, como la instalación de placas solares térmicas, fotovoltaicas y calderas de biomasa permiten un ahorro energético mucho mayor que para otros sistemas. Sistemas eficientes de iluminación ayudan a mejorar la eficiencia energética del edificio. En la Ilustración 27 se comprueba la gráfica de los doce casos estudiados en CALENER GRAN Terciario para cada caso de estudio mediante LIDER obteniendo una gráfica de 144 casos de estudio.

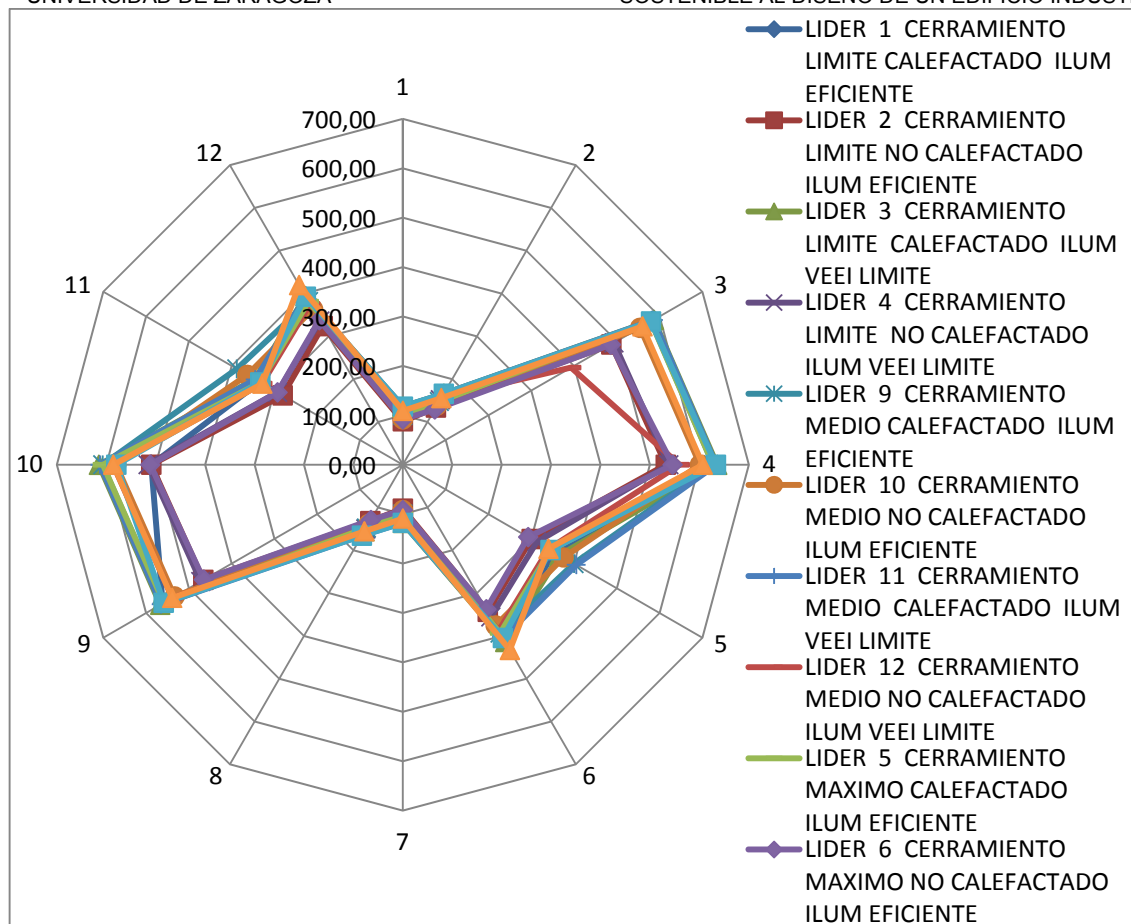


Ilustración 27: Resultados Calener G.T. Emisiones de CO₂.

4.3 RECURSOS NATURALES

Los impactos generados por los materiales utilizados en la edificación se producen en todas las transformaciones sufridas, desde su extracción como materia prima hasta su salida de fábrica como material preparado para usarse en obra.

La correcta evaluación del comportamiento ambiental de los productos debe hacerse teniendo en cuenta todo el ciclo de vida. Las Declaraciones Ambientales de Productos de la Construcción (DAPc) informan de manera objetiva, contrastable y desglosada del consumo de recursos naturales (agua, energía y recursos renovables), de las emisiones atmosféricas, de los vertidos al agua y al suelo en el proceso de fabricación. Se trata de una herramienta muy útil para los fabricantes de productos de construcción, evaluadores y expertos en análisis de ciclos de vida o en estudios ambientales en el sector de la construcción.

Los materiales empleados en los elementos constructivos de cubierta, forjados completos (incluido el pavimento), fachada y particiones interiores (incluidos acabados) influyen en la sostenibilidad del edificio, ya sea por su duración, fabricación mediante procesos poco emisivos o su posible posterior reutilización. Igualmente, la estructura tiene un gran peso en los impactos generados por el edificio.

En el diseño de un edificio, se pueden aplicar algunos criterios de selección de materiales generales, como los siguientes:

- Utilizar materiales que por sus propias características los hagan durables y que requieran menor mantenimiento. Mejor optar por soluciones simples, dimensiones y acabado estándar, de fácil colocación y desmontaje para facilitar su reposición y su recuperación al fin de la vida.

- b) Utilizar siempre que sea posible, alguna solución que emplee materiales reciclados o reutilizados. Se define material reutilizado aquel que puede ser empleado sin necesitar un proceso de transformación.
- c) Utilizar materiales con bajo consumo de energía en su proceso de fabricación.

A continuación se analiza el cumplimiento de estos requisitos para cada material utilizado.

4.3.1 ESTUDIO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y LA POSIBILIDAD DE SU POSTERIOR RECICLAJE

Se realiza una descripción de los materiales utilizados en el diseño constructivo del edificio y las ventajas o desventajas que cada uno puede aportar a un mejor diseño del edificio.

SOLERA (Ilustración 28)

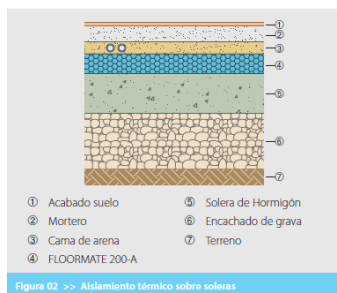


Ilustración 28: Solera de edificio industrial

CUBIERTA PLANA CON FORJADO COLABORANTE Y ZONA AJARDINADA (Ilustración 29)

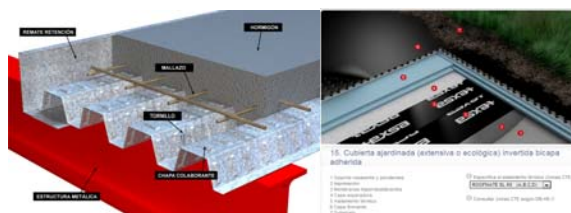


Ilustración 29: Cubierta plana de edificio industrial

FORJADOS Y MUROS EXTERIORES (Ilustración 30)



Ilustración 30: Forjado de placa alveolar

MEDIANERA (Ilustración 31)



Ilustración 31: Muro de medianera

MATERIALES

HORMIGON ARMADO

Para cerramientos de solera y cubiertas, resulta necesaria la instalación de hormigón armado para mantener la estructura del edificio estable.

PETREOS Y SUELOS

La utilización de sistemas de capas pétreos resulta muy beneficiosa debido al uso de materiales naturales, que no requieren un proceso de fabricación que emita sustancias nocivas para la atmósfera; además, su vida útil es ilimitada, para este lugar u otro.

MORTEROS

El mortero utilizado, en cambio, es un material que se intenta evitar pero en el caso de la instalación de azulejo cerámico resulta imprescindible su incorporación, ya que todavía no se conoce ningún sistema para la adhesión más consistente que el mortero.

PLACAS DE HORMIGON PREFABRICADO

Todos los forjados y muros exteriores están diseñados mediante un sistema de hormigón prefabricado que resulta muy beneficioso para la sostenibilidad del edificio, ya que se reduce el consumo de materiales y energía gracias tanto a la industrialización del proceso como a la optimización de los tiempos de ejecución en obra. Para su fabricación se pueden emplear materiales reciclados. Al utilizar materiales modulares se puede dotar de flexibilidad al diseño arquitectónico para que sirva a una posible evolución (o modificación) espacial. Además, estos sistemas permiten cubrir grandes luces y abaratar los costes de las construcciones con grandes luces. Otra ventaja es la gran durabilidad de los elementos prefabricados ante las agresiones por agentes externos.

AISLANTE LANA DE ROCA (Ilustración 32)

Aproximadamente el 97% de los materiales usados en el proceso de fabricación de la lana de roca son materiales minerales - basalto, gabro, así como los materiales reciclados (por ejemplo, restos de lana de roca, ladrillos, escoria); la principal materia prima es la roca diabasa (basalto)- lo que hace que sea realmente sostenible. Es un recurso natural renovable y abundante. Los volcanes de la Tierra y las placas tectónicas producen al año 38.000 veces más material del que se utiliza para fabricar lana de roca.



Ilustración 32: Aislante lana de roca

AISLANTE EPS

El poliestireno expandido (EPS) es un material plástico espumado, derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción.

La fabricación del material se realiza partiendo de compuestos de poliestireno en forma de *perlitas* que contienen un agente expansor (habitualmente pentano). Después de una pre-expansión, las perlitas se mantienen en silos de reposo y posteriormente son conducidas hacia máquinas de moldeo. Dentro de dichas máquinas se aplica energía térmica para que el agente expansor que contienen las perlitas se caliente y éstas aumenten su volumen, a la vez que el polímero se plastifica. Durante dicho proceso, el material se adapta a la forma de los moldes que lo contienen.

En construcción lo habitual es comercializarlo en planchas de distintos grosores y densidades. También es habitual el uso de bovedillas de poliestireno expandido para la realización de forjados con mayor grado de aislamiento térmico.

Para producir poliestireno se usan recursos naturales no renovables, ya que es un plástico derivado del petróleo. En lo que respecta al proceso de producción y su huella ecológica, una de las principales preocupaciones es la emisión de clorofluorocarbonos (CFC) a la atmósfera. Cabe mencionar que, los procesos de producción de productos tales como planchas para construcción, vasos térmicos para bebidas y embalajes para electrodomésticos nunca han sido responsables por tal liberación de CFC. Estos procesos utilizan pentano y no CFC's y por tanto no son sujetos a las regulaciones del protocolo de Montreal y otras similares. A raíz del descubrimiento del agujero de ozono no fue necesario hacer cambios al proceso de producción del EPS. Existe un proceso distinto llamado poliestireno expandido por extrusión (XPS), que se usa solamente para producir productos como bandejas para alimentos, cajas para hamburguesas y algunos platos, vasos y tazones descartables. En el pasado al fabricar ciertos productos de XPS se usaron productos químicos que liberaban gases que contribuyeron al agrandamiento del agujero de ozono. Hoy en día, al crearse conciencia sobre este problema se han implementado exitosamente en todo el mundo procesos alternativos de producción de estas bandejas y productos similares, sustituyendo las sustancias dañinas a la atmósfera.

El poliestireno expandido es reutilizable al 100% para formar bloques del mismo material y también es reciclable para fabricar materias primas para otra clase de productos. Además, ya que tiene un alto poder calorífico y no contiene gases del grupo de los CFCs, puede ser incinerado de manera segura en plantas de recuperación energética.

El poliestireno al ser uno de los mejores aislantes térmicos, se usa ampliamente en la construcción de edificios ahorradores de energía. Un edificio aislado adecuadamente con espuma de poliestireno puede reducir la energía utilizada para climatizarlo hasta un 40%. De esta manera se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Se puede comprobar en la Ilustración 33 la forma del EPS.



Ilustración 33: Aislante EPS

PLACA DE YESO LAMINADO

La tabiquería interior está realizada con placa comercial de yeso laminado (perfiles y pastas). Actualmente, las empresas fabricantes de este material utilizan materiales reciclables y generalmente poseen plantas de reciclaje propias de placa y yeso. Otra característica importante de estos sistemas es que las placas de yeso se pueden seleccionar de manera que establezca en cada sala un adecuado confort térmico y acústico. Por todo esto, mediante la herramienta diseñada para ayudar al diseño de un edificio sostenible del sector terciario, se premiará el uso de materiales prefabricados, materiales formados por materiales reciclados, como puede ser la EPS o la placa de yeso laminado, y de materiales provenientes de la naturaleza que se generan a mucho mayor ritmo que se produce y, por tanto, no son perecederos, como es el caso de la lana de roca.

VIDRIOS

Actualmente, el vidrio es un material que puede ser reciclado; se ha seleccionado un vidrio, tanto para las ventanas de las oficinas y almacenes como para la cristalera de la entrada principal, basado en materiales reciclados provenientes de otros vidrios que han sido utilizados anteriormente, aprovechando el sistema de reciclaje que tiene la ciudad de Zaragoza para su posterior utilización.

El sistema de reciclaje de la ciudad de Zaragoza tiene cuatro modelos:

Tras el procesado de los resultados se ha obtenido que los modelos implantados de recogida selectiva son cuatro, con las siguientes características:

- **MODELO 1:** separación en cuatro fracciones: papel-cartón, vidrio, envases ligeros y restos. Depósito a nivel de acera de restos y en área de aportación los materiales específicos (papel-cartón, vidrio, envases ligeros).

- **MODELO 2:** separación en cuatro fracciones: papel-cartón, vidrio, envases y restos.

Depósito a nivel de acera de restos y envases y en área de aportación papel-cartón y vidrio.

- **MODELO 3:** separación en cuatro fracciones: papel-cartón, vidrio, materia orgánica y restos. Depósito a nivel de acera de restos y materia orgánica y en área de aportación

papel-cartón y vidrio.

- **MODELO 4:** separación en cinco fracciones: papel-cartón, vidrio, envases, materia orgánica y restos. Depósito a nivel de acera de restos y materia orgánica y en área de aportación papel-cartón, vidrio y envases.

http://www.conama9.org/conama9/download/files/CTs/2564_AGallardo.pdf

Las características físicas del vidrio se han estudiado mediante el programa de cálculo Guardian Configurator

<http://www.eu.en.sunguardglass.com/SunguardProducts/GlassConfigurator/>, obteniendo los distintos tipos de cristales con sus diferentes características.

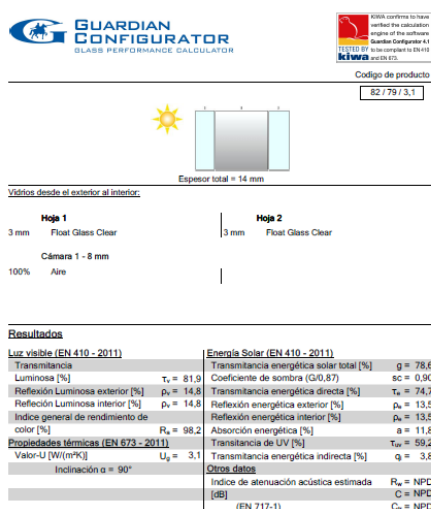


Ilustración 34: Cálculo de vidrios en edificio industrial

4.4. CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR

La calidad del ambiente interior de cada sala es un factor decisivo para la sostenibilidad del edificio, ya que se consideran de suma importancia unas condiciones de confort y habitabilidad óptimas para la correcta realización de las tareas en el lugar de trabajo. Para trabajar en unas condiciones óptimas es necesario realizar un examen exhaustivo de los parámetros que influyen para obtener la calidad.

4.4.1 CALIDAD ACÚSTICA

En la fase del diseño del edificio, uno de los aspectos a tener en cuenta es la Calidad Acústica, es decir, la percepción acústica que experimentarán las personas que ocupen el

establecimiento como consecuencia del sonido generado por las actividades que se desarrollan tanto en el interior como en el exterior

CONDICIONES DE CONFORT ACÚSTICO

Unas condiciones de confort acústico requieren el cumplimiento del Código Técnico H.R, mostrado en el ANEXO 16 C.T.E. H.R. El cumplimiento de este Código requiere no sobrepasar unos valores de sonoridad medidos en decibelios. En primer lugar se obtiene información del mapa de ruido el valor del índice de ruido del día, que se considera entre 55 y 60 decibelios, como se comprueba en el ANEXO 3:MAPA DE RUIDO AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA, y en la Ilustración 35. Se considera el valor del índice de ruido diario, porque lo exige así el reglamento y además supone también en nuestro caso el valor más desfavorable.

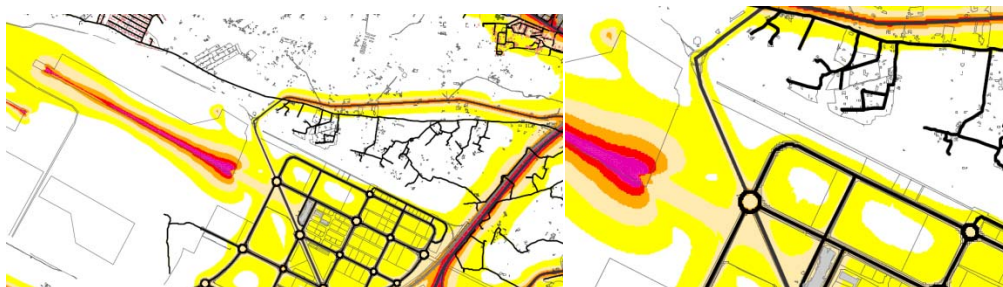


Ilustración 35: Mapa de ruido en Polígono Plaza. Aeropuerto de Zaragoza

En segundo lugar se debe realizar la zonificación del edificio y considerarlos los espacios diferenciándolo por usos. Se establecen tres usos para el edificio:

1. Zona de oficinas, que se considera un recinto protegido y es en estos espacios donde se necesitan las mayores restricciones acústicas, estudiando las fachadas y cubiertas por un lado, la zona de medianera por otro, y la zona colindante entre el forjado de oficinas y sala de máquinas por otro lado.
2. Zona de almacén logístico, que se considera como un recinto ruidoso, el cual sobrepasará los 80 decibelios, y por tanto, no resulta obligatorio el cumplimiento del H.R.
3. Zona o recinto de actividad. Esta estancia es la sala de máquinas y se diseñará el aislamiento acústico para evitar el paso de ruido a través de estos muros.

Finalmente, aplicando la opción simplificada del C.T.E. H.R. se obtiene el cumplimiento del C.T.E. H.R. El cálculo y comprobación de este cumplimiento se puede comprobar en el ANEXO 14: CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO H.R.

PROTECCIÓN DEL EDIFICIO FRENTE A RUIDOS EXTERIORES

Con el mapa de ruido obtenido por Internet de datos del Aeropuerto de Zaragoza, elaborado por AENA, se pueden distinguir tres niveles acústicos para el edificio de estudio. El Polígono PLAZA es una zona expuesta al paso de aviones y, según este mapa acústico se establecen tres niveles de acústica, en horario de mañana, tarde y noche. Para este análisis, se estudian aquellos horarios en los cuales se produce mayor cantidad de sonido exterior. En el horario de 8 a 14 horas el límite acústico máximo es de 55-60 decibelios y por tanto, el edificio deberá cumplir los límites exigidos por el reglamento.

ESTUDIO DEL TRÁFICO AÉREO EN EL POLÍGONO P.L.A.Z.A.

Para la realización de este estudio, así como para cumplir los requisitos del CTE HR, se selecciona la situación más desfavorable, que es en el horario matinal, en el cual el nivel de inmisión debido al paso de aviones, tráfico y otros motivos causantes de ruido, es máximo.

4.4.2 CALIDAD TÉRMICA E HIGROSCÓPICA

Mediante los cálculos realizados con la herramienta CALENER GT, se han introducido los datos para controlar la temperatura de cada espacio de forma óptima y conseguir un confort térmico acorde para la necesidad del lugar, tanto en su temperatura como su humedad.

4.4.3 CALIDAD LUMÍNICA

Se han estudiado dos sistemas de iluminación mediante el programa Dialux, uno más eficiente que el otro, aunque la calidad lumínica de los espacios iluminados resulta óptima en ambos casos, tomando como referencia los valores establecidos por el CTE HE3.

4.5 ASPECTOS SOCIALES Y ECONOMICOS

Otro objetivo de HADES es promover un diseño sostenible que no implique un incremento en el coste de construcción con respecto a un edificio convencional.

El diseño sostenible permite obtener beneficios económicos y sociales a la vez que consigue reducir los impactos ambientales. Estos beneficios suponen una clara reducción de los costes finales de un edificio sostenible a lo largo de su vida útil. Sin embargo la idea generalizada entre promotores, constructores y usuarios, es que este tipo de edificios son más caros. La experiencia está demostrando, no obstante, que ni siquiera la construcción del edificio tiene por qué suponer un coste superior al de la construcción de un edificio estándar.

El coste de la incorporación de medidas sostenibles dependerá de un amplio abanico de factores (emplazamiento, orientación, medidas bioclimáticas, clima local, etc.). En general, estos tienen una influencia muy pequeña en el coste de construcción total final y pueden, sin embargo suponer una mejora sustancial en el comportamiento ambiental del edificio. El simple hecho de tener el edificio orientado hacia el sur favorecerá la mayor colocación de placas solares fotovoltaicas generando mayor cantidad de electricidad y reduciendo los gastos anuales de electricidad.

La evaluación del edificio a través de este criterio se establece por medio del Coste de Construcción por m² de superficie construida (CCI). Este valor corresponde al Precio de Ejecución Material de la Edificación por m² construido, que por tanto no comprende beneficio industrial ni gastos generales, pero sí los costes indirectos de las diferentes partidas.

Se va a considerar que el precio de ejecución del material se prevé igual al precio medio de mercado, obteniendo los distintos precios de esta ejecución a través de catálogos de distintos proveedores de los materiales necesarios para su ejecución obtenidos por marcas españolas o europeas y resaltando específicamente el año de compra, 2013, debido a las constantes fluctuaciones del mercado.

Los precios de construcción que se estudian son: coste de cerramientos, marcos y vidrios de cada material, coste de calderas, coste de plantas enfriadoras, costes de sistemas de riego, sistemas de iluminación, sistemas de energía renovable posible a instalar. Es decir, todos los costes asociados con la sostenibilidad y eficiencia del edificio. El resto de sistemas utilizados en nuestro edificio no entran en el análisis porque no van a influir en las medidas de aplicación que se buscan, que es el encontrar un edificio lo más sostenible posible.

4.6 RESULTADOS MEDIANTE LA HERRAMIENTA HADES

El resultado de los sistemas HADES se puede comprobar en el ANEXO 15: RESULTADOS HADES. Se van a realizar sesenta y cuatro casos de estudio, combinando las siguientes características de los criterios que se han estudiado y obtenido:

CRITERIO 1: PLANTAS AUTÓCTONAS.

Se ha realizado un estudio de la influencia entre considerar una zona ajardinada en la cubierta y contornos nave, posibilitando a la parcela de disponer del 30% del área ocupada mediante plantas autóctonas, y zona ajardinada solamente en el exterior de la nave, resultando una superficie verde menor al 25% de la superficie total de la parcela.

CRITERIO 2: CONSUMO DE ENERGÍA NO RENOVABLE DURANTE EL USO DEL EDIFICIO. DEMANDA Y EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS.

Se realiza un análisis cualitativo de los resultados obtenidos en Calener G.T. y en base a esto se seleccionan las posibles medidas de selección de este criterio. Con los sistemas estudiados en Calener Gran Terciario y ateniéndonos a las calificaciones energéticas obtenidas vamos a realizar el análisis de los sistemas en función de su etiqueta:

Calificación A

Calificación D

Calificación peor de E.

Es necesario concretar que la elección de estas tres posibilidades no se ha elegido para obtener sólo estas tres calificaciones. Esta selección está relacionada con el conjunto de las medidas seleccionadas, obteniendo para sistemas de biomasa una letra A o B, muy eficiente, para sistemas de calefacción por gasoil una letra C, D, y una letra peor que E para los sistemas de caldera eléctrica.

CRITERIO 3: DEMANDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA FASE DE USO.

El criterio valora el ahorro de energía estimado por el uso de sistemas y equipos eficientes para la iluminación, y el ahorro correspondiente al uso de un ascensor eficiente en comparación con otro que no lo es. Para ello, se estudia un primer caso con sistemas de iluminación eficientes con LED para salas y zonas comunes y la instalación de un ascensor eficiente, y un segundo caso con sistemas de iluminación que cumplen el límite del reglamento y no son tan eficientes y un ascensor convencional.

CRITERIO 4: EMISIONES FOTO-OXIDANTES POR LOS PROCESOS DE COMBUSTIÓN

El modo de conseguir los objetivos de este criterio pasa por la instalación de calderas que generen baja emisión de NOx en la fase de uso del edificio.

Se puede dividir este criterio en tres posibilidades dependiendo de las calderas elegidas para satisfacer las demandas de A.C.S y calefacción. La caldera eléctrica no realiza proceso de combustión, y por tanto, la cantidad de NOx será inferior a 30 mg/Kwh.

Las calderas de biomasa y gasoil sí realizan proceso de combustión y según las especificaciones de los catálogos (ver ANEXO), tanto las calderas de gasoil como biomasa emiten una cantidad de NOx inferior a 70 mg/KWh. Por ello se considera el criterio más desfavorable posible, que va a ser un rango de NOx entre 60 y 70 mg/Kwh.

CRITERIO 5: CONSUMO DE AGUA POTABLE

Este criterio de aplicación no se muestra fundamental para el resultado final de la sostenibilidad del edificio, dado que éste va a ser destinado a oficinas y almacén, no aportando un gran consumo de agua potable en los grifos e inodoros. Por ello, se seleccionará la opción más sostenible para evitar el mayor despilfarro posible de agua.

CRITERIO 6: RECUPERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Actualmente el agua pluvial es utilizada para actuaciones que podrían satisfacerse con aguas de calidad inferior, por ejemplo se usa la misma agua para el riego de zonas verdes o el uso de los inodoros. Por ello, se realiza dos estudios de aplicación para este criterio, uno con sistema de recuperación de aguas pluviales, y otro sin este sistema.

CRITERIO 7: IMPACTO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. REUTILIZACIÓN Y USO DE MATERIALES RECICLADOS.

Este criterio tiene como objetivo el reducir los impactos asociados a la producción de los materiales de construcción mediante la elección de materiales con bajos impactos durante su proceso de extracción y transformación así como mediante el uso de materiales reutilizados y/o reciclados. Para ello, establecemos dos aplicaciones de criterios, la primera, considerando que el edificio es construido con materiales que contienen más del 20% de materiales reciclados, y

un segundo caso, en el cual se considera este factor y la posibilidad de aumentar la vida útil del edificio a más de 75 años.

CRITERIO 8: DESMONTAJE, REUTILIZACIÓN Y RECICLADO AL FINAL DE LA VIDA DEL EDIFICIO

En el sector de la construcción, la reutilización consiste en el aprovechamiento de materiales o elementos de construcción que se encuentran al final del ciclo de vida de un edificio, para ser utilizados en una nueva construcción (o en la rehabilitación de otro edificio). La reutilización se diferencia del reciclaje en que, al contrario que éste, el material reutilizado no sufre ninguna transformación antes de ser nuevamente puesto en obra, únicamente el traslado. De este modo, la reutilización de materiales es una prioridad en la construcción sostenible. Por ello, realizaremos el análisis del criterio basándonos en los usos de materiales que intervienen. En este caso se considera que los materiales instalados tienen un uso de sistemas constructivos en seco, y el uso de elementos prefabricados mejora la eficiencia del sistema.

CRITERIO 9: EFICIENCIA DE LA VENTILACION LAS ÁREAS DE VENTILACIÓN NATURAL

En una nave industrial destinada al uso logístico se considera que la ventilación natural no juega un papel decisivo en su análisis de sostenibilidad. Por ello, se considera el cumplimiento del C.T.E. H.S.

CRITERIO 10: ILUMINACIÓN NATURAL

El diseño de las ventanas y zonas de entrada de luz natural juega un papel importante, tanto sus propiedades físicas, como la ratio superficie ventana, superficie de las estancias, además de considerar relevante las sombras que podría producir un edificio situado en la proximidad de nuestra parcela. Se seleccionan los valores obtenidos en el cálculo de diseño de vidrios y diseño del edificio. Los vidrios poseerán una transmitancia mayor de 0,7, las distancias con edificios colindantes que arrojen sombras a la fachada sur es superior a 1,5x H.

CRITERIO 11: COSTE DE CONSTRUCCIÓN

Promover un diseño sostenible que no implique un incremento en el coste de construcción sobre el de un edificio convencional. La evaluación del edificio a través de este criterio se establece por medio del Coste de Construcción por m² de superficie construida (CCI). Se considera que el precio de los materiales se ajusta al precio actual de mercado.

La combinación global de todos estos factores establece 64 casos de estudio, cada uno con su puntuación, en la cual –con ayuda de la ilustración– se comprueba cual es el edificio más sostenible de los estudiados.

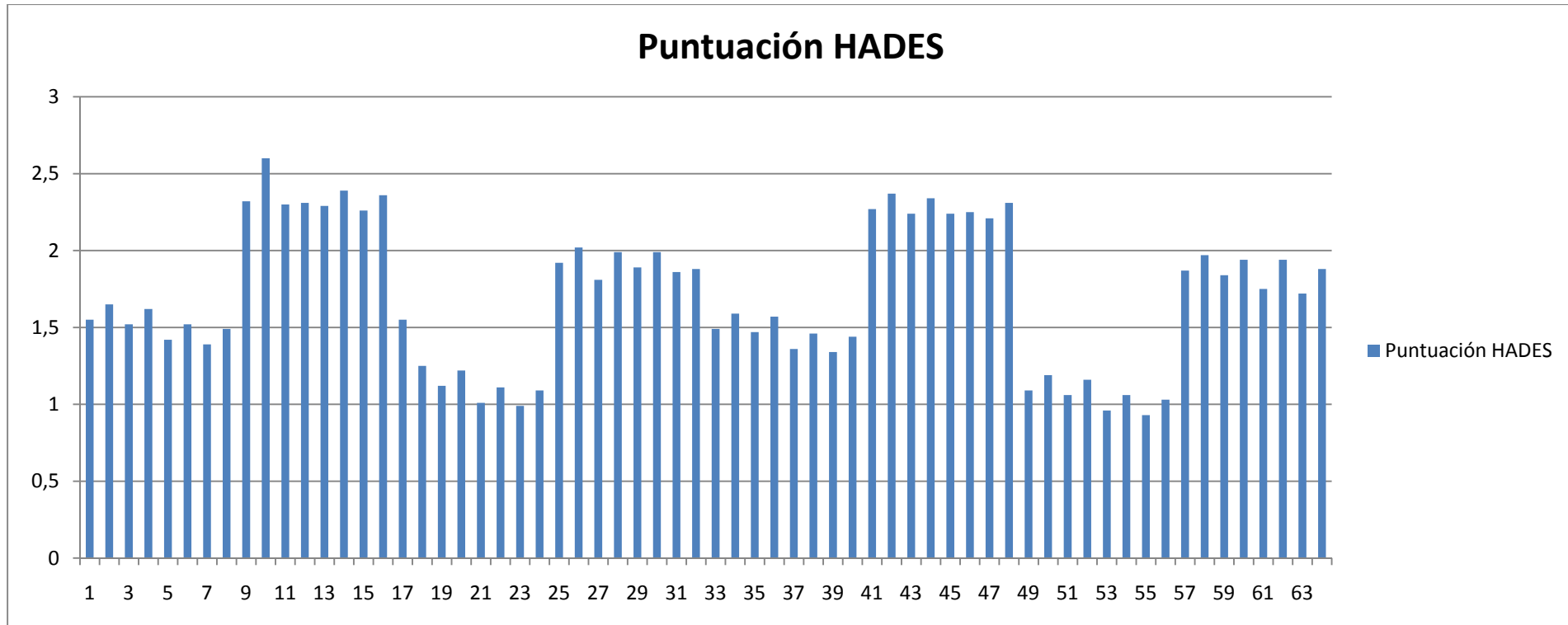


Ilustración 36: Puntuación HADES: EXCEL

Los sistemas que presentan mayor cantidad de plantas autóctonas, mejor etiqueta energética, sistemas eficientes de iluminación, calderas de biomasa y mayor uso de energía renovable, uso de materiales con mayor vida útil, sistemas de riego mediante la acumulación de aguas pluviales presentan un mejor resultado de sostenibilidad, que en cambio los sistemas sin depósito de acumulación pluvial, iluminación poco eficiente, pequeña durabilidad de los materiales de uso, etc.

Esto supone una búsqueda de un sistema para el diseño de nuestro edificio con una letra lo más cercana a 5, que es el sistema más sostenible posible. Esta búsqueda, qué según los datos obtenidos mediante la herramienta elaborada debe ser contrastada con los estudios económicos estudiados en siguiente capítulo.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico trata diferentes aspectos, ya que tan importante es la inversión inicial para su ejecución, como los costes anuales que derivarán de haber realizado una instalación u otra. Para ello, en primer lugar se obtienen los costes de las soluciones constructivas adoptadas, considerando en estas el cálculo de los cerramientos y vidrios. Se obtiene también el coste de las instalaciones que intervendrán en el edificio, como calderas, bombas, plantas enfriadoras, iluminación, etc.

En segundo lugar se realiza un cálculo aproximado del coste anual por consumo que supone cada instalación, considerando el precio de la energía actual y considerando un incremento aproximado anual del 5%, con una tasa de interés del 10%. Se especifica aproximado porque tanto el precio de la energía, como su variación anual así como la tasa de interés están en continua fluctuación.

Para ambos casos se comparará cada caso con un edificio de referencia tipo y básico obteniendo así conclusiones acerca del sistema adoptado. El edificio base con los costes constructivos sin consideración de equipos de instalaciones es de 352.499,017 €, y para este valor calcula el PAYBACK de la inversión.

Se realiza un análisis - eficiencia coste realizando gráficas para su interpretación, relacionando el coste total de la inversión con el coste anual que suponen las instalaciones del edificio.

5.1 COSTE DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Según los sistemas de cerramientos estudiados, límite, medio y máximo se obtienen los precios de su construcción, tanto de cerramientos como de vidrios. Se puede comprobar el desglose en el ANEXO 16: COSTES DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Límite: 352.499,017 €
Medio: 414.748,453 €
Máximo: 432.053,255 €

5.2 COSTE DE LAS INSTALACIONES

Según las instalaciones estudiadas, para satisfacer las necesidades del edificio, se obtienen los precios de materiales necesarios. Se puede comprobar el desglose en el ANEXO 17: COSTES DE LAS INSTALACIONES

Calderas:

Calderas A.C.S biomasa: 6.162,7 €
Calderas A.C.S. gasoil: 2.430 €
Calderas A.C.S eléctrica: 2.974 €
Calderas calefacción biomasa almacén calefactado: 32.971 €
Calderas calefacción biomasa almacén no calefactado: 31.840 €
Calderas calefacción gasoil almacén calefactado: 7.224 €
Calderas calefacción gasoil almacén no calefactado: 6.280 €
Calderas calefacción eléctrica almacén calefactado: 6.511 €
Calderas calefacción eléctrica almacén no calefactado: 6.156 €

Planta de refrigeración con compresor eléctrico con recuperador de calor y planta de refrigeración mediante bomba de calor a dos tubos

Compresor eléctrico almacén calefactado: 60197 €
Compresor eléctrico almacén no calefactado: 57926 €
Bomba de calor 2 tubos almacén calefactado: 70008 €
Bomba de calor 2 tubos almacén no calefactado: 58027 €

Energías renovables:

Captadores solares para ACS límite del C.T.E. H.E. 4: 5444€
Captadores solares para ACS límite del C.T.E. H.E. 4: 16332 €
Placas solares fotovoltaicas: 147300 €

Sistemas de iluminación:

Sistemas eficientes: 139900 €
Sistemas iluminación convencional: 57248 €

Depósito de recuperador de aguas pluviales: 4679 €

5.3 COSTE DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS

Mediante los resultados obtenidos en Calener G.T. de energía final de los sistemas, obtenemos la energía final necesaria para cada subsistema de instalación y considerando el precio de cada energía utilizada, el incremento anual de la energía y la tasa de interés y el coste de mantenimiento se obtiene el coste anual que supone mantener cada instalación.

Para cada sistema estudiado en Calener obtenemos el coste anual que supone cada instalación por separado y mediante la suma de todas ellas se obtiene el coste anual. Se puede comprobar una gráfica representativa de cada una de las instalaciones estudiadas. El cálculo de cada edificio tipo se puede comprobar en el ANEXO 18: CALCULO DE COSTE ANUAL.

ENERGÍA FINAL REFRIG			
REFRIG	TOTAL(Kwh/año)	ENERGIA REFRIG ELECTRIC(kwh/año)	COSTE REFRIG ELECT(€)
1	73.141,900	73.141,900	4.971,455
2	138.600,900	138.600,900	9.420,703
3	73.141,900	73.141,900	4.971,455
4	138.600,900	138.600,900	9.420,703
5	73.141,900	73.141,900	4.971,455
6	138.600,900	138.600,900	9.420,703
7	73.141,900	73.141,900	4.971,455
8	138.600,900	138.600,900	9.420,703
9	73.141,900	73.141,900	4.971,455
10	138.600,900	138.600,900	9.420,703
11	73.141,900	73.141,900	4.971,455
12	138.600,900	138.600,900	9.420,703

ENERGÍA FINAL BOMBAS			
BOMBAS	TOTAL(Kwh/año)	ENERGIA BOMB ELECTRIC(kwh/año)	COSTE BOMBAS ELECT(€)
1	2.128,800	2.128,800	144,695
2	2.063,600	2.063,600	140,263
3	2.128,800	2.128,800	144,695
4	2.063,600	2.063,600	140,263
5	2.128,800	2.128,800	144,695
6	2.063,600	2.063,600	140,263
7	2.128,800	2.128,800	144,695
8	2.063,600	2.063,600	140,263
9	2.128,800	2.128,800	144,695
10	2.063,600	2.063,600	140,263
11	2.128,800	2.128,800	144,695
12	2.063,600	2.063,600	140,263

ENERGÍA FINAL VENTI			
VENTIL	TOTAL(Kwh/año)	ENERGIA VENT ELECTRIC(kwh/año)	COSTE VENTIL ELECT(€)
1	24.128,400	24.128,400	1640,007
2	24.128,400	24.128,400	1640,007
3	24.128,400	24.128,400	1640,007
4	24.128,400	24.128,400	1640,007
5	24.128,400	24.128,400	1640,007
6	24.128,400	24.128,400	1640,007
7	24.128,400	24.128,400	1640,007
8	24.128,400	24.128,400	1640,007
9	24.128,400	24.128,400	1640,007
10	24.128,400	24.128,400	1640,007
11	24.128,400	24.128,400	1640,007
12	24.128,400	24.128,400	1640,007

ENERGÍA FINAL ILUM			
ILUMINAC	TOTAL(Kwh/año)	ENERGIA ILUM ELECTRIC(kwh/año)	COSTE ILUM ELECT(€)
1	39.967,300	39.967,300	2.716,577
2	39.967,300	39.967,300	2.716,577
3	39.967,300	39.967,300	2.716,577
4	39.967,300	39.967,300	2.716,577
5	39.967,300	39.967,300	2.716,577
6	39.967,300	39.967,300	2.716,577
7	39.967,300	39.967,300	2.716,577
8	39.967,300	39.967,300	2.716,577
9	39.967,300	39.967,300	2.716,577
10	39.967,300	39.967,300	2.716,577
11	39.967,300	39.967,300	2.716,577
12	39.967,300	39.967,300	2.716,577

ACS	ENERGÍA FINAL ACS TOTAL(Kwh/año)	ENERGÍA ACS ELECTRIC(Kwh/año)	COSTE ACS ELECT(€)	ENERGÍA ACS B/G/(Kwh/año)	COSTE ACS BIO/GASOIL (€)	COSTE ACS (€)
1	0,000	0,000	0,000	110.873,700	6.098,054	6.098,054
2	0,000	0,000	0,000	110.873,700	6.098,054	6.098,054
3	64.414,900	64.414,900	4.378,281	0,000	0,000	4.378,281
4	64.414,900	64.414,900	4.378,281	0,000	0,000	4.378,281
5	0,000	0,000	0,000	110.873,700	11.087,370	11.087,370
6	0,000	0,000	0,000	110.873,700	11.087,370	11.087,370
7	0,000	0,000	0,000	41.577,600	2.286,768	2.286,768
8	0,000	0,000	0,000	41.577,600	2.286,768	2.286,768
9	32.207,600	32.207,600	2.189,151	0,000	0,000	2.189,151
10	32.207,600	32.207,600	2.189,151	0,000	0,000	2.189,151
11	0,000	0,000	0,000	41.577,600	4.157,760	4.157,760
12	0,000	0,000	0,000	41.577,600	4.157,760	4.157,760

CALEF	ENERGÍA FINAL CALEF TOTAL(Kwh/año)	ENERGIA CALEF ELECTRIC(kwh/año)	COSTE CALEF ELECT(€)	ENERGIA CALEF B/G/(Kwh/año)	COSTE CALEF BIO/GASOIL (€)	COSTE CALEF (€)
1	905.139,000	1.670,000	113,510	903.469,000	61.408,788	61.522,298
2	905.139,000	1.670,000	113,510	903.469,000	61.408,788	61.522,298
3	550.551,000	550.551,000	37.420,951	0,000	0,000	37.420,951
4	550.551,000	550.551,000	37.420,951	0,000	0,000	37.420,951
5	629.075,600	1.503,300	102,179	627.572,000	42.656,069	42.758,248
6	629.075,600	1.503,300	102,179	627.572,000	42.656,069	42.758,248
7	905.139,000	1.670,000	113,510	903.469,000	61.408,788	61.522,298
8	905.139,000	1.670,000	113,510	903.469,000	61.408,788	61.522,298
9	550.551,000	550.551,000	37.420,951	0,000	0,000	37.420,951
10	550.551,000	550.551,000	37.420,951	0,000	0,000	37.420,951
11	629.075,600	1.503,300	102,179	627.572,000	42.656,069	42.758,248
12	629.075,600	1.503,300	102,179	627.572,000	42.656,069	42.758,248

Finalmente se obtiene el coste en € anuales de utilizar todos estos equipos, además de conocer el coste que supuso invertir en un tipo de cerramiento u otro.

	PRECIO CERRAMIENTOS (€)	PRECIO ILUMINAC EFIC	PRECIO INSTALACIONES(€)	ENERGÍA FINAL TOTAL(kwh/año)	COSTE ANUAL (€/AÑO)
1	432.053,26	139.900,00	101.373,40	1.203.290,30	77.093,09
2	432.053,26	139.900,00	101.474,40	1.305.001,50	81.537,90
3	432.053,26	139.900,00	72.500,00	896.951,60	51.271,97
4	432.053,26	139.900,00	72.601,00	970.972,00	55.716,78
5	432.053,26	139.900,00	72.080,00	1.040.783,60	63.318,35
6	432.053,26	139.900,00	72.181,00	1.114.812,40	67.763,17
7	432.053,26	139.900,00	259.561,40	1.161.722,60	73.281,80
8	432.053,26	139.900,00	259.662,40	1.235.722,00	77.726,62
9	432.053,26	139.900,00	230.688,00	864.744,10	49.082,84
10	432.053,26	139.900,00	230.789,00	784.552,60	53.527,65
11	432.053,26	139.900,00	230.268,00	971.504,10	56.388,74
12	432.053,26	139.900,00	230.369,00	1.045.532,90	60.833,56

Mediante los sistemas estudiados se pueden interpretar algunos aspectos.

Generalmente, la instalación de sistemas muy eficientes supone una inversión mucho mayor que en sistemas menos eficientes, pero la instalación de estos sistemas suponen un coste anual mucho menor, por lo cual se trata de buscar la opción más eficiente a lo largo de 20 años, que aproximadamente, puedan perdurar las instalaciones. Para ello se realiza un análisis eficiencia- coste como se puede comprobar en el capítulo siguiente.

5.4 ANÁLISIS EFICIENCIA COSTE

Se realiza un estudio de los resultados obtenidos mediante Calener G.T. (valores de emisiones finales) con los precios de las energías. Para ello, hay que diferenciar entre los dos tipos de costes utilizados, los constructivos, correspondientes a la inversión inicial del edificio y los costes anuales provenientes del coste generado por consumir Kwh. A mayor cantidad de Kwh, mayor coste supondrá al cabo del año. Se realizan diferentes gráficas. La primera se relaciona el coste anual con la inversión, un segundo caso en el cual se estudia todos los edificios a lo largo de una vida de 15, 20 y 25 años y se mostrará cuál es el resultado más económico de esta situación. Se realiza el análisis por separado, para el diseño del almacén calefactado y el diseño del almacén no calefactado. En este caso, el eje Y muestra en primer lugar el valor de la inversión en azul y el coste energético alrededor de los años posteriormente.

Otra gráfica interesante consiste en comprobar la cantidad de emisiones que se generan en cada edificio en función del coste energético anual.

Por último se busca una relación entre el estudio realizado mediante HADES y las emisiones totales de CO₂ y costes, partiendo de la base de que HADES no sólo valora estos aspectos.

En la primera gráfica se interpreta que un posible sistema de diseño elegido resultaría de obtener un edificio con la menor inversión posible, pero a su vez con un coste energético anual menor. Por tanto, se buscarán edificios situados en la esquina inferior izquierda, lo cual reducirá, tanto la inversión inicial, como los gastos anuales.

Por tanto se puede comprobar que un sistema con una inversión no muy grande y poco gasto energético anual es el 4.1 D (no calefactado) o el 3.1 D (calefactado), en el cual se estudia los sistemas siguiendo los límites establecidos en todos casos por el código técnico de la edificación.

El caso que se evitará de todas formas posibles serán aquellos que suponen una mayor inversión y gastos energéticos anuales mayores, como puede ser el 5.8 D. (no calefactado) o el 6.D. (calefactado) Este edificio está compuesto de un cerramiento mejor aislado térmicamente con sistemas de mayor cantidad de energías renovables y con sistema de calderas eléctricas.

En el gráfico 2 se puede realizar una búsqueda de un edificio que suponga un mayor ahorro económico alrededor de los distintos años que se estudian. El edificio 4.3D supone el menor gasto en el conjunto de todos años, que se trata de calderas eléctricas. Se puede comprobar que la instalación de equipos de calderas de biomasa con ayuda de placas solares fotovoltaicas también suponen un ahorro importante respecto a los otros. Los sistemas de gasoil suponen los peores a lo largo de la suma de los años.

En la gráfica 3 se observa de los Kgs de CO₂ que se emiten a la atmósfera por materia. En azul se muestra las emisiones de CO₂ generadas por electricidad y en rojo las emisiones generadas por gasoil. Instalar sistemas de calderas eléctricas suponen unas emisiones muy grandes de CO₂, por lo cual se intentarán evitar. Los sistemas más aconsejables son los de calderas de biomasa, refrigeración mediante recuperadora, sistemas de iluminación eficientes, etc.

La gráfica 4 trata de establecer una relación entre las emisiones generadas mediante Calener G.T. y las puntuaciones obtenidas mediante el sistema HADES. Se intentará buscar un sistema con una mayor puntuación HADES (mas situado a la derecha) con las menores emisiones posibles. Por ello, los sistemas seleccionados de biomasa, una vez más responden a las especificaciones óptimas de un edificio eficiente.

CALEFACTADO

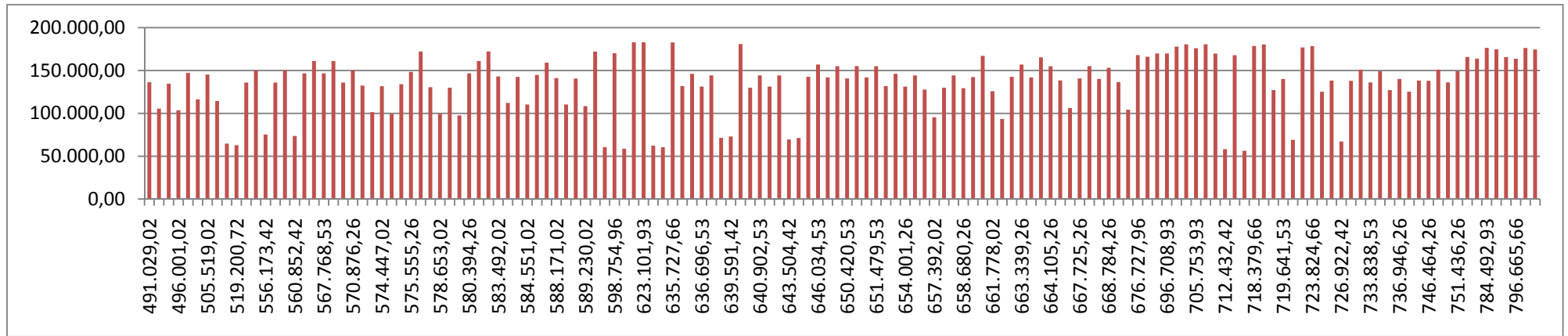


Ilustración 37: Coste Anual- Inversión con Almacén calefactado

GRAFICO 1 - COSTE ANUAL- INVERSION ALMACEN NO CALEFACTADO

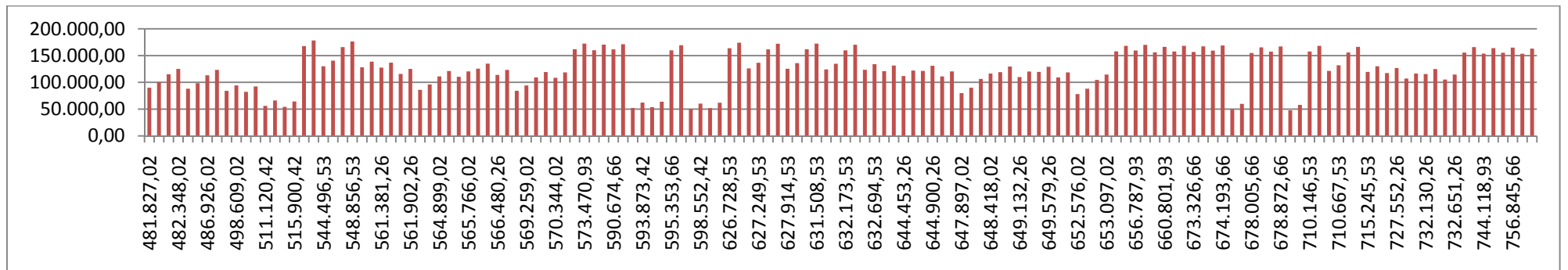


Ilustración 38: Coste Anual- Inversión con Almacén sin Calefactor

GRAFICA 2: ALMACEN CALEFACTADO INVERSION- COSTE ANUAL 15 AÑOS POR EDIFICIO

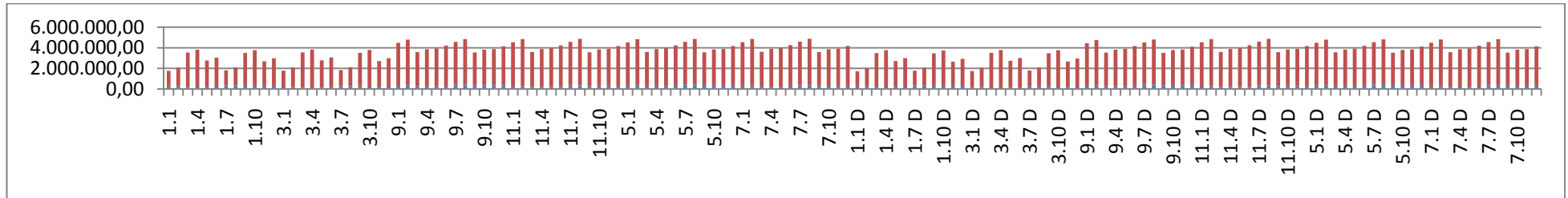


Ilustración 39: Almacén Calefactado Inversión- Coste Anual 15 años

GRAFICA 2: ALMACEN CALEFACTADO INVERSION- COSTE ANUAL 20 AÑOS POR EDIFICIO

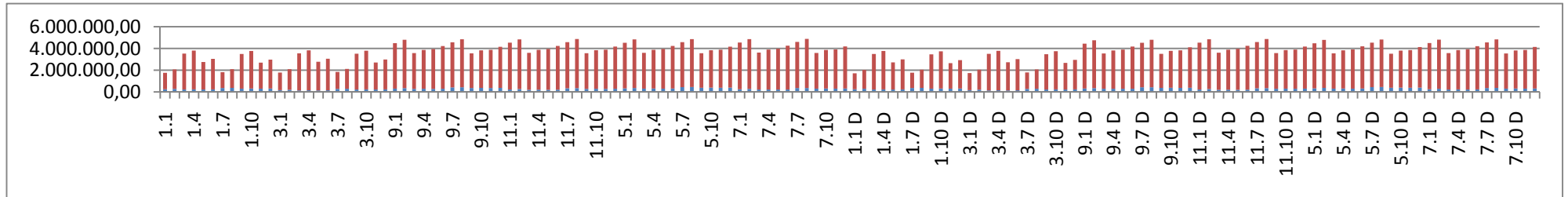


Ilustración 40: Almacén Calefactado Inversión- Coste Anual 20 años

GRAFICA 2: ALMACEN CALEFACTADO INVERSION- COSTE ANUAL 25 AÑOS POR EDIFICIO

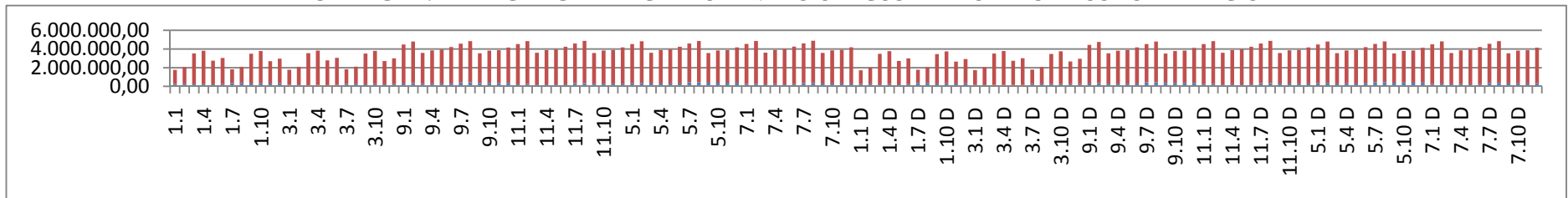


Ilustración 41: Almacén Calefactado Inversión- Coste Anual 25 años

GRAFICA 2: ALMACEN NO CALEFACTADO INVERSION- COSTE ANUAL 15 AÑOS POR EDIFICIO

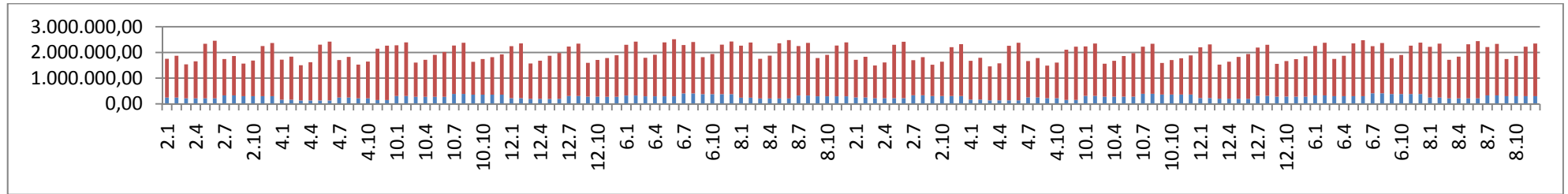


Ilustración 42: Almacén No Calefactado Inversión Coste Anual 15 años

GRAFICA 2: ALMACEN NO CALEFACTADO INVERSION- COSTE ANUAL 15 AÑOS POR EDIFICIO

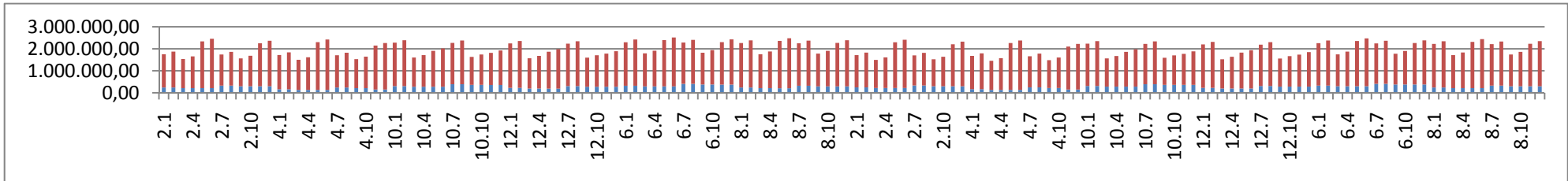


Ilustración 43: Almacén No Calefactado Inversión Coste Anual 20 años

GRAFICA 2: ALMACEN NO CALEFACTADO INVERSION- COSTE ANUAL 25 AÑOS POR EDIFICIO

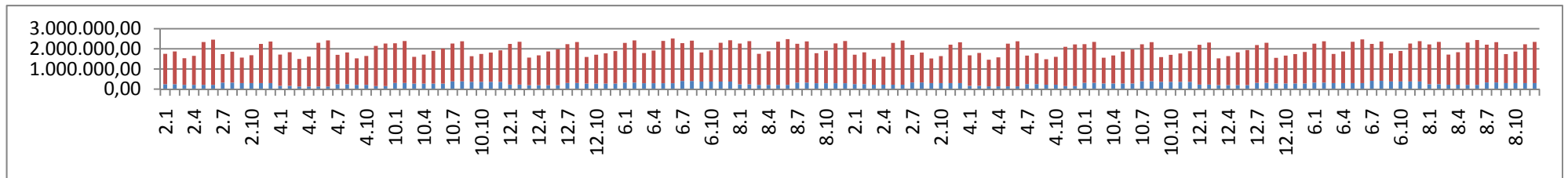


Ilustración 44: Almacén No Calefactado Inversión Coste Anual 25 años

GRAFICA 3: ALMACEN CALEFACTADO EMISIONES CO2 ANUALES EDIFICIO

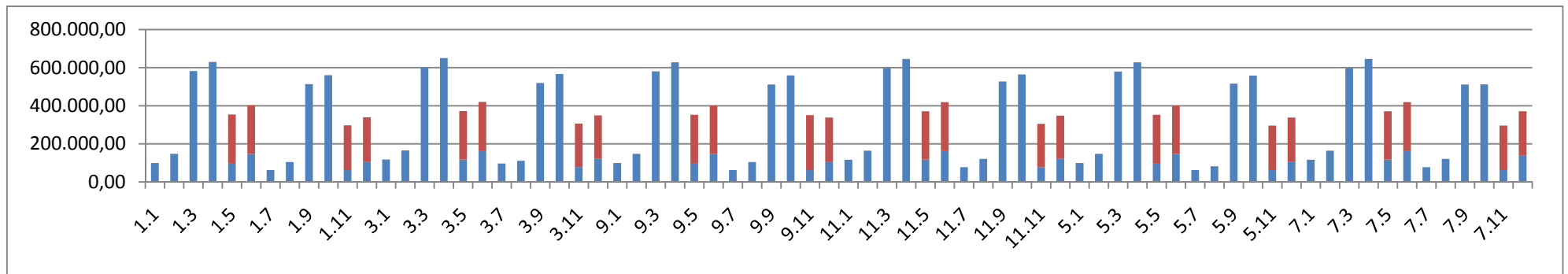


Ilustración 45: Emisiones CO2 Almacén Calefactado

GRAFICA 3: ALMACEN NO CALEFACTADO EMISIONES CO2 ANUALES EDIFICIO

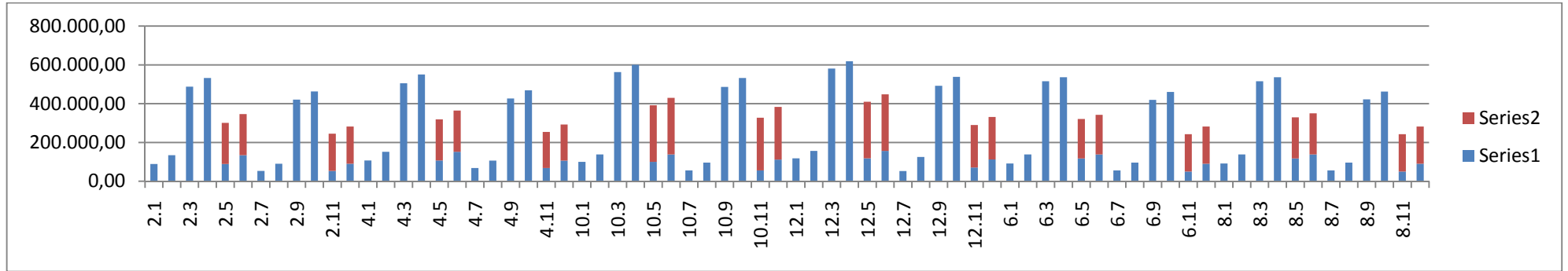


Ilustración 46: Emisiones CO2: Almacén No Calefactado

GRAFICA 4 EMISIONES CO₂- PUNTUACIÓN HADES

Se realiza el estudio de un edificio con cerramiento límite para los casos de iluminación eficiente e iluminación límite y se muestra la comparativa de los casos de selección.

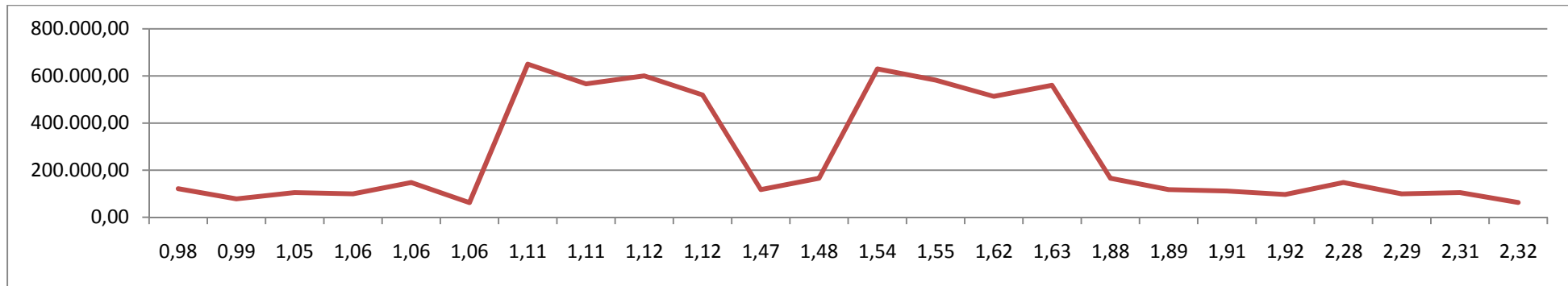


Ilustración 47: Emisiones CO₂- Puntuación HADES

Mediante esta gráfica se demuestra la importancia de los criterios energéticos que tiene esta herramienta, considerando muy importante la etiqueta energética que posee el edificio, ya que todos los sistemas de biomasa acompañados con placas solares se sitúan en la margen derecha, obteniendo las mejores puntuaciones. Se produce un gran aumento de las emisiones en la zona media, referidos a sistemas con sistemas de calderas eléctricas, en los cuales se demuestra que, a pesar de generar más cantidad de emisiones de CO₂, Hades también considera las emisiones de NOx, considerándolo las sustancias foto oxidantes un criterio muy importante, ya que implica la degradación más rápidamente que el CO₂.

GRAFICA 5 COSTES ENERGETICOS ANUALES - PUNTUACION HADES

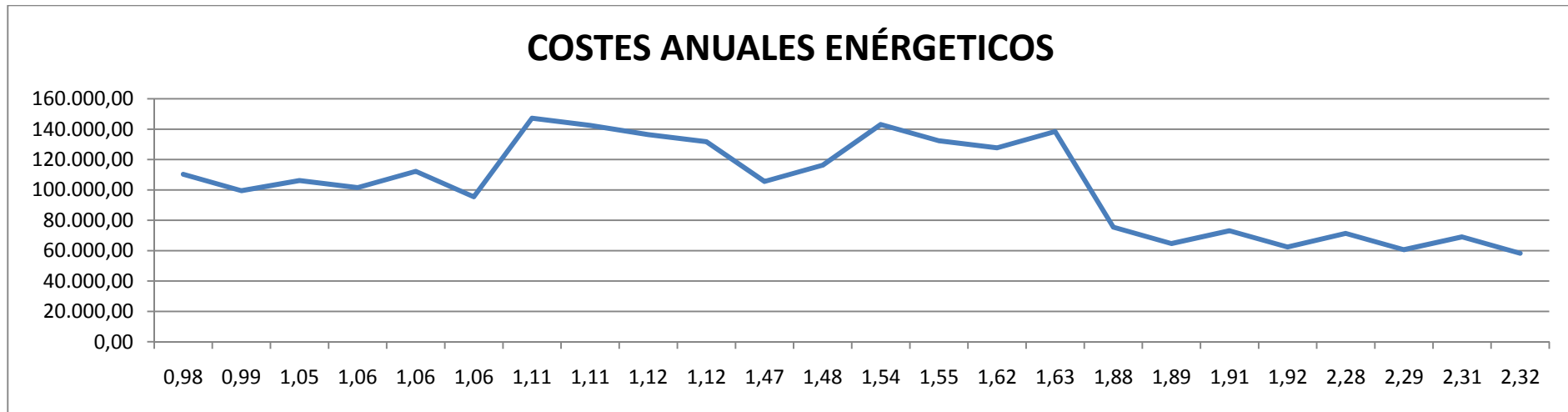


Ilustración 48: Costes Anuales Energéticos- Puntuación HADES

Mediante esta gráfica se pretende buscar una relación entre la puntuación obtenida en Hades y los costes energéticos que se producen año a año. Se observa que para un sistema con una alta puntuación como son para sistemas eficientes de iluminación, calderas de biomasa, instalación de placas solares, sistemas de riego, etc se produce mucho menor coste energético anual. En cambio, los sistemas de calderas eléctricas que generan una mayor cantidad de costes que los sistemas de gasoil, poseen una mayor puntuación en HADES, derivados de la mayor cantidad de posibilidades introducidas mediante este sistema, como por ejemplo la producción de NOx, que el programa informático Calener G.T. no contempla.

6. CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

- a) Cerramientos: Aumentar el espesor en los sistemas de cerramientos, mejorando el límite establecido por el Código Técnico H.E. 1 para el coeficiente de conductividad térmica de estos no aporta prácticamente mejoras en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes ni del consumo energético; por tanto, como conclusión se puede decir que el Código Técnico de la Edificación establece valores límite adecuados para un correcto equilibrio entre bienestar térmico y las características de la envolvente del edificio.
- b) Sistema de iluminación: más eficiente que el que exige el Código Técnico H.E.3 ayuda a una reducción de los niveles de contaminación y de los consumos energéticos. Es más eficiente la instalación de un sistema LED que otro convencional. Desde este punto de vista se puede decir que una reducción de los valores límite del V.E.E.I. favorecería una mayor eficiencia en los sistemas de iluminación.
- c) Sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria: la opción más sostenible es la instalación de calderas de biomasa, con las que se obtiene la etiqueta energética más eficiente (letra A), con emisiones inferiores a sistemas de calderas eléctricas o de gasoil, (1.179 Kg CO₂ frente a los 441.836 Kg que emite una caldera eléctrica)
- d) Sistemas de refrigeración: se considera como sistema más sostenible la planta enfriadora con compresor eléctrico y recuperador de calor, ya que resulta más eficiente que bomba de calor a dos tubos con compresor
- e) Agua caliente sanitaria: la instalación de placas termosolares para cumplir el límite del Código Técnico en el que se establece el porcentaje mínimo de demanda a cubrir (70%), no da lugar prácticamente a la reducción de emisiones contaminantes debido al uso del edificio y su escasa ocupación.
- f) Generación renovable fotovoltaica: La instalación diseñada (no obligatoria según C.T.E H.E 5) aporta prácticamente el 100% de la demanda para la instalación de refrigeración por planta enfriadora y compresor eléctrico. Respecto a sistemas de calefacción la cobertura alcanza el 25% en sistemas de calderas eléctricas.
- g) Sistema de acumulación de aguas pluviales: Se instala un depósito de aguas pluviales de 100 m³ para la reducción del consumo de riego, obteniendo una cobertura del 28,7%.
- h) Zona ajardinada: Diseño de un edificio situado en una parcela que posee una superficie de más del 20% de zona ajardinada, mediante la plantación de zonas verdes en la cubierta de este, absorbiendo CO₂

6.2 CONCLUSIONES COSTE

- a) El diseño de un edificio sostenible exige el análisis de todos los factores que se implican en su concepción y utilización, así como el uso de herramientas de verificación. Comparando los resultados obtenidos con las tres herramientas utilizadas: HADES, Calener Gran.Terciario (emisiones de CO₂) y el sistema de cálculo de costes propuesto, se concluye que cuanto mejor es la puntuación HADES, menores son los costes energéticos anuales, excepto en los edificios que se han diseñado con calderas eléctricas.. La mejor puntuación HADES obtenida que corresponde a sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria mediante calderas de biomasa, que dan lugar a los menores costes energéticos anuales, por lo que la instalación de este sistema es la solución más sostenible.
- b) Mediante la gráfica coste energético anual- inversión se ha obtenido un valor con una inversión no muy alta, con valores mínimos para el coste energético anual y por ello, el edificio 4-1 D, que está caracterizado por un edificio con cerramientos límite con el Código Técnico H.E.1, calderas para calefacción y agua caliente sanitaria de biomasa, sistema de refrigeración con compresor eléctrico con recuperador de calor, sistemas de energías renovables límite para agua caliente sanitaria, y sin instalación de generación eléctrica fotovoltaica, sistema de acumulación de aguas pluviales, y suministro de zona ajardinada en cubierta.

6.3 CONCLUSIÓN FINAL

El trabajo desarrollado en este Proyecto, conforme a los criterios que se han propuesto y utilizado para el análisis de la sostenibilidad de un edificio industrial en la Plataforma Logística de Zaragoza (cálculos, análisis de los costes, datos climáticos, aspectos económicos y sociales del entorno y la reglamentación vigente), permite concluir que la solución que mejor se adapta a dichos criterios es un edificio con las siguientes características:

- a) Parcela con una superficie del 25% de zona ajardinada.
- b) Envolvente del edificio (cerramientos, cubierta y vidrios) con aislamientos térmicos ajustados a los valores límite del Código Técnico H.E. 1
- c) Sistema de iluminación eficiente, superando el VEEI exigido por el Código Técnico C.T.E. H.E. 3
- d) Sistema de calefacción mediante caldera de biomasa
- e) Sistema de agua caliente sanitaria mediante caldera de biomasa
- f) Refrigeración con planta enfriadora de agua con compresor eléctrico y recuperador de calor
- g) Sistemas de control ajustados a los requisitos del C.T.E.
- h) Utilización, en la medida de lo posible, de materiales prefabricados
- i) Sistema de acumulación de aguas pluviales.
- j) 20% del ratio superficie ventana/ superficie cerramientos.
- k) Sin edificios colindantes de más de 9 m. de altura a 10 metros a su alrededor.

No se puede asegurar que estas conclusiones sean aplicables en otras posibles ubicaciones del edificio, por lo que consideramos que sería útil aplicar la metodología expuesta en este proyecto a otros emplazamientos, con diferentes exigencias del C.T.E. y con distintos valores de las variables de entorno.

El programa Calener Gran Terciario es útil para el cálculo de las emisiones de CO₂, sin embargo, no considera las emisiones fotooxidantes. Por ello, Calener GT asigna buenas puntuaciones a las calderas de biomasa o incluso de gasoil, sin considerar que son una fuente importante de emisiones fotooxidantes, mientras que da puntuaciones menores a las calderas eléctricas (por su menor rendimiento), sin considerar que en este caso las emisiones fotooxidantes son nulas.

GREEN BUILDING COUNCIL <http://www.gbce.es/es/pagina/la-asociacion>.

SOSTENIBILIDAD DEFINICIÓN: <http://www.unipiloto.edu.co/?scc=1938&cn=23990>

DESARROLLO SOSTENIBLE: <http://www.unipiloto.edu.co/?scc=1938&cn=23990>

HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA PUNTUACIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS
<http://www.gbce.es/es/pagina/herramienta-de-ayuda-al-diseno-hades>

IMPACTOS DE APLICACIÓN HADES PAGINA 16 HADES MANUAL USUARIO

DATOS CLIMATICOS ZARAGOZA

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clima_Zaragoza_\(Espa%C3%B1a\).PNG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clima_Zaragoza_(Espa%C3%B1a).PNG)

IMAGEN DE VEGETACION PLAZA

https://www.google.com/search?newwindow=1&hl=es&biw=1366&bih=677&q=flora%20poligon%20plaza%20zaragoza&um=1&ie=UTF-8&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=PP_SUbrKJMGL7AbL2ICoAQ#facrc=&imgdii=&imgsrc=ijoRmbTocWtfIM%3A%3BdAccsh7d0P6nlM%3Bhttp%253A%252F%252Fconociendozaragoza.wikispaces.com%252Ffile%252Fview%252FPlaza.jpeg%3Bhttp%253A%252F%252Fconociendozaragoza.wikispaces.com%252F%3B500%3B319

DEPOSITO DE AGUA PLUVIAL:

<http://tiendaocanis.com/blog/2011/10/depositos-de-agua-de-lluvia-por-grupo-oceanis/>