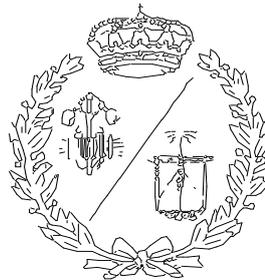


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Carrera

**Estudio de la eficiencia energética de un
edificio de uso docente-administrativo
(Study of the energy efficiency of a
building of use teacher - administrative
officer)**

Para acceder al Título de

INGENIERO INDUSTRIAL

**Autor: Roberto Argaña Cobo
Julio - 2016**

Índice

Introducción.....	6
Eficiencia energética	6
Situación actual.....	6
Certificado de eficiencia energética.....	9
Alcance.....	11
Edificio elegido	12
Programa Informático oficial (CE3x)	32
Estudio del estado actual del edificio	35
Datos administrativos.....	36
Datos generales	37
Envolvente térmica	46
Patrón de sombras.....	63
Instalaciones.....	70
Propuestas de mejoras.....	82
1ª mejora: Cambiar la caldera.....	83
2ª mejora: Mejora de la envolvente térmica	103
3ª mejora: Poner un recuperador de calor en la instalación de aire primario	109
4ª mejora: Captadores de energía solar térmica.....	113
Análisis económico de las mejoras	116
Conclusiones y Propuesta mejora final	132
Presupuesto:	138
Resumen presupuesto:.....	147
Bibliografía:.....	148
Normativa:	148
Webs gráfica:	148
Anexos:	150

Índice figuras

Figura 1. Fachada Sur del edificio, entrada principal	30
Figura 2. Vista edificio, fachadas Norte y Oeste.	31
Figura 3. Pantalla entrada CE3x	35
Figura 4. Datos administrativos (CE3x)	37
Figura 5. Tabla zonas climáticas, DB HE-2	39
Figura 6. Tabla consumo ACS, DB HE-4	40
Figura 7. Tabla caudales de aire exterior por persona	43
Figura 8. Tabla ocupación típica en función del uso	44
Figura 9. Tabla caudal de aire exterior por unidad de superficie	44
Figura 10. Definir cubiertas (CE3x)	47
Figura 11. Definir muro enterrado (CE3x)	49
Figura 12. Definir muro de fachada (CE3x)	50
Figura 13. Definir suelo (CE3x)	51
Figura 14. Tabla transmitancia y permeabilidad para huecos	52
Figura 15. Definir hueco/lucernario (CE3x)	53
Figura 16. Definir vidrios (CE3x)	54
Figura 17. Definir marcos (CE3x)	55
Figura 18. Definir vidrios, ampliación (CE3x)	56
Figura 19. Definir marcos, ampliación (CE3x)	57
Figura 20. Definir puentes térmicos, pilar integrado en fachada (CE3x)	58
Figura 21. Definir puentes térmicos, pilar en esquina (CE3x)	59
Figura 22. Definir puentes térmicos, fachada con forjado (CE3x)	60
Figura 23. Definir puentes térmicos, fachada con solera (CE3x)	60
Figura 24. Definir cerramientos (CE3x)	62
Figura 25. Orientación de las fachadas	64
Figura 26. Croquis de Elevación	65
Figura 27. Plano cubierta calculando sombras	66
Figura 28. Patrón de sombras (CE3x)	67
Figura 29. Valores del patrón de sombras (CE3x)	67
Figura 30. Calculo de sombras (CE3x)	68
Figura 31. Calculo de sombras de forma manual	69
Figura 32. Equipo mixto, calefacción y ACS (CE3x)	70
Figura 33. Placa características caldera	71
Figura 34. Instalación caldera en el edificio	74
Figura 35. Equipo refrigeración (CE3x)	75
Figura 36. Instalación de iluminación (CE3x)	79
Figura 37. Tabla VEEI limite	80
Figura 38. Instalación de aire primario (CE3x)	81
Figura 39. Calificación energética del edificio (CE3x)	82
Figura 40. Catalogo caldera condensación	85
Figura 41. Mejora que produce la caldera de condensación	86
Figura 42. Catalogo caldera biomasa	89
Figura 43. Mejora que produce la caldera biomasa	90
Figura 44. Catalogo caldera eléctrica	93
Figura 45. Mejora de la caldera eléctrica	94
Figura 46. Catalogo bomba de calor	97
Figura 47. Mejora bomba de calor	101
Figura 48. Estado actual puentes térmicos y mejora esperada	104
Figura 49. Mejora producida por los puentes térmicos	105
Figura 50. Mejora producida por doble ventana	107
Figura 51. Mejora producida por doble ventana + los puentes térmicos	108
Figura 52. Tabla de presupuestos para la mejora 2	108
Figura 53. Características técnicas del recuperador de calor	110
Figura 54. Grafica de eficiencia del recuperador de calor	111

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

<i>Figura 55, Mejora producida por el recuperador de calor</i>	112
<i>Figura 56, Características técnicas de los paneles</i>	114
<i>Figura 57, Mejoras de los paneles</i>	115
<i>Figura 58, Definición de las facturas (CE3x)</i>	121
<i>Figura 59, Definición de los precios de los combustibles (CE3x)</i>	122
<i>Figura 60, Costes de la mejora 1 (CE3x)</i>	123
<i>Figura 61, Resultado del análisis económico (CE3x)</i>	124
<i>Figura 62, Costes mejora 2 (CE3x)</i>	125
<i>Figura 63, Análisis económico mejora 2 (CE3x)</i>	126
<i>Figura 64, Costes mejora 3 (CE3x)</i>	127
<i>Figura 65, Análisis económico mejora 3 (CE3x)</i>	128
<i>Figura 66, Costes mejora 4 (CE3x)</i>	129
<i>Figura 67, Análisis económico mejora 4 (CE3x)</i>	130
<i>Figura 68, Análisis económico mejora 4 (CE3x)</i>	131
<i>Figura 69, Mejoras con captadores (CE3x)</i>	133
<i>Figura 70, Mejoras sin captadores (CE3x)</i>	134
<i>Figura 71, Tabla de presupuestos</i>	134
<i>Figura 72, Costes de mejora final (CE3x)</i>	135
<i>Figura 73, Análisis económico de la mejora final (CE3x)</i>	136
<i>Figura 74, Análisis económico de la mejora final (CE3x)</i>	137

Introducción

Eficiencia energética

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía.

La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios. Dicho de otra manera, producir más con menos energía. No se trata de ahorrar luz, sino de iluminar mejor consumiendo menos electricidad. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. El consumo de la energía está directamente relacionado con la situación económica y los ciclos económicos, por lo que es necesaria una aproximación global que permita el diseño de políticas de eficiencia energética.

Por todo, podríamos decir que la eficiencia energética es el consumo inteligente de la energía.

Situación actual

Actualmente la crisis energética es ya una realidad en nuestra sociedad que plantea no sólo el problema del agotamiento de las principales fuentes actuales, con los consiguientes conflictos para conseguirlas, sino también la contribución al cambio climático y la pérdida de la calidad de vida producida por la contaminación cotidiana.

El consumo de energía en España ha crecido vertiginosamente en los últimos años. Los costes de la energía en este país, a pesar de que depende en un 79,2% del exterior, son bajos y no se corresponden con los reales, ambientales y sociales. La situación de consumo actual, en parte favorecida por los bajos precios, muestra una falta de concienciación y

consciencia energética, impropia de un país que importa la mayor parte de su energía. Se une a esto el aumento de la actividad económica que en el último siglo parece indiscutiblemente unida al gasto energético. Aunque las energías renovables cobran cada vez más importancia, la vulnerabilidad derivada del consumo de los combustibles fósiles y la dependencia de los países exportadores de petróleo, hace pensar en la eficiencia energética como uno de los elementos imprescindibles de una posible salida.

En España existe una tendencia al aumento de consumo, esto podría ser un síntoma de desarrollo, ya que cuanto más crece un país más demanda de energía debería tener.

La oferta energética, que se encamina a un aumento dando por hecho que la demanda seguirá la misma tendencia, es la que determina la planificación del sector energético.

Los problemas medioambientales y sociales actuales parecen pedir una disminución del consumo, pero parece imposible debido a las dinámicas económicas actuales.

Por esto, desde algunos sectores se plantea la eficiencia energética como una solución posible dentro de las leyes del mercado, al disminuir, en parte, los perjuicios de la energía sin reducir el consumo.

Así nace una necesidad de llevar a cabo una estrategia energética, si observamos las políticas de la Unión Europea veremos como en el periodo de los años 1970-1985, marcado por la crisis energética del 73, la preocupación principal era el mantenimiento del suministro a costes asumibles para la industria y la sociedad (Eurobarómetro 2006). La siguiente etapa se caracterizó por una nueva preocupación aun en vigor, el medio ambiente. En 1986 se aprueba el Acta Única Europea, que relanzaba el mercado interior, con un nivel alto de protección del medio ambiente. En el Protocolo de Kyoto de 1998, ya se refleja esta preocupación por el medio y los cambios que sobre este producen los modos de vida actuales. Como uno de los mecanismos para combatir estos problemas, en el artículo 2 se recoge ya la necesidad de aumentar la eficiencia energética, uno de los pilares de la UE en materia de energía junto a la promoción de las energías renovables. Esta idea se recogerá también más adelante en la Agenda de Lisboa, en 2001, y ha sido ratificado recientemente en el Paquete de

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Medidas energéticas con nuevos objetivos al 2020 (10 de enero de 2007). Hay que destacar en este punto que los objetivos de las medidas de eficiencia energética, promovidos por estas instituciones, tienen un importante interés económico que hizo, al menos en un principio, que parte de ellas fueran impulsadas por los Ministerios de economía, como sucedió en el caso español.

El 80% de la energía consumida es de origen fósil, y en el caso de España casi el mismo porcentaje se trae del exterior, lo que muestra su gran vulnerabilidad ante la crisis energética que ya es evidente. El aumento imparable del consumo energético de los últimos años, inferior generalmente al crecimiento del PIB, ha venido acompañado de una gran producción de gases de efectos nocivos para nuestra calidad de vida y para el planeta, siendo actualmente la energía la responsable del 78% de las emisiones. Como se ha observado en el análisis de los indicadores, las tendencias de eficiencia en España son negativas y se vinculan indiscutiblemente a un consumo que va en aumento. Además, hay que resaltar la falta de concienciación de los ciudadanos de este país sobre la necesidad del ahorro y búsqueda de la eficiencia, estando dispuesto a cambiar de hábitos en el consumo sólo un 27% de los consumidores, frente a un 49% de media de la UE y porcentajes aún mayores de países como Francia o Reino Unido (MACIÁ, 2003). Todos estos datos, ponen de manifiesto la necesidad de una política de eficiencia energética que tiene cabida y apoyo en la Unión Europea.

Una de las medidas que se llevan a cabo en esta política de eficiencia energética y en la que centraremos la mayor parte de este proyecto es realizar un estudio de eficiencia energética en edificios, clasificándolos por medio de un certificado.

Certificado de eficiencia energética

El certificado de eficiencia energética o certificado energético es un documento oficial redactado por un técnico competente que incluye información objetiva sobre las características energéticas de un inmueble. En este sentido, la certificación energética califica energéticamente un inmueble calculando el consumo anual de energía necesario para satisfacer la demanda energética de un edificio en condiciones normales de ocupación y funcionamiento. (incluye la producción de agua caliente, calefacción, iluminación, refrigeración y ventilación).

El proceso de certificación energética concluye con la emisión de un certificado de eficiencia energética y la asignación de una etiqueta energética. La escala de calificación energética es de siete letras y varía entre las letras A (edificio más eficiente energéticamente) y G (edificio menos eficiente energéticamente). La etiqueta energética expresa la calificación energética de un edificio otorgando una de estas letras.

Este certificado resulta obligatorio, salvo excepciones, para el propietario de cualquier parte individual de un edificio existente (viviendas, oficinas o locales) objeto de una operación de compraventa o de alquiler.

Todo certificado de eficiencia energética tendrá como mínimo:

1.- Identificación del edificio o, si es el caso, de la parte del mismo que se certifica

2.- Identificación del procedimiento escogido para la obtención de la calificación energética de un edificio (opción general, programa informático, u opción simplificada) indicando la siguiente información:

- Descripción de las características energéticas del edificio, envolvente térmica, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, instalaciones y otros datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.
- Identificación de la normativa sobre el ahorro y eficiencia energética que le era de aplicación en el momento de construcción (si existiera)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Descripción de las comprobaciones, pruebas e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador, durante la fase de calificación energética con la finalidad de establecer la conformidad de la información contenida en el certificado energético

3.- Calificación de la eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética

4.- Documento que recoja las medidas recomendadas por el técnico certificador, clasificadas según su viabilidad técnica, funcional y económica, así como por su repercusión energética, que permitan, en el caso de que el propietario del edificio decida acometer voluntariamente esas medidas, que la calificación energética mejore como mínimo un nivel en la escala de calificación energética.

Desde el punto de vista normativo, la norma actual exige que todos los edificios existentes, cuando se vendan o se arrienden, dispongan de un certificado de eficiencia energética. Por ello, resulta obligatorio disponer de dicho antes de proceder a realizar la venta o contrato de arrendamiento correspondiente.

Desde el punto de vista del propietario del inmueble, el certificado energético le informará de lo eficiente que es un edificio (o parte de éste) aportando una variable más a tener en cuenta en toda operación de compraventa del edificio o parte de éste. El certificado le aportará una ventaja o desventaja comparativa respecto al resto de sus competidores.

En definitiva, la nueva norma tiene como finalidad favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética e inversiones en ahorro de energía.

Alcance

La Universidad de Cantabria como institución representante de la innovación y la eficiencia dentro de nuestra comunidad tiene el deber de situarse a la vanguardia del sector energético, y más en un Instituto de Física dentro de ella, en el cual existe un gran interés para disponer de un sistema eficaz óptimo en la eficiencia energética de las escuelas. Casi el 90% de la instalación existente posee más de diez años de vida y por ello conviene estudiar el nivel que tiene.

También a nivel jurídico al tratarse de un edificio perteneciente a la administración pública, cito textualmente el BOE: “Los edificios ocupados por una autoridad pública deberán obtener un certificado de eficiencia energética y tendrán la obligación de exhibir su etiqueta de eficiencia energética a partir de la fecha establecida en la disposición transitoria primera cuando su superficie útil total sea superior a 500m² y desde el 9 de julio de 2015(...)”.

Por esto he decidido realizar un certificado de eficiencia energética para este edificio en concreto, el edificio Juan Jordá, donde se encuentra el Instituto de Física de Cantabria, en este edificio, del cual hablaremos más adelante, se realizan actividades de investigación y actividades administrativas.

Un edificio consume mucha energía y no siempre de la manera más correcta, por esto queremos ver el nivel de eficiencia energética del edificio y a partir de ahí disponer una serie de mejoras con las cuales podamos mejorar la eficiencia energética, para que puedan ahorrarse mucho dinero, ya que la energía al fin y al cabo es un gasto, además de contribuir al desarrollo ecológico y tecnológico, ya que, una vez finalizado este estudio necesitará un menor consumo de energía para cubrir las mismas necesidades.

Edificio elegido

El edificio que hemos elegido para realizar el certificado de eficiencia energética es el edificio Juan Jordá, el cual pertenece al Instituto de Física de Cantabria, y que se ubica en el campus de la Universidad de Cantabria. Es un edificio de uso docente-administrativo.

Sabemos que algunas de las actividades que se llevan a cabo en un instituto de física son las siguientes, con esto podemos sacar el grado de intensidad y el tipo de actividades de cara a un consumo energético.

- Realizar investigación científica y tecnológica y, en su caso, contribuir a su fomento.
- Transferir los resultados de la investigación científica y tecnológica a instituciones públicas y privadas.
- Proporcionar servicios científico-técnicos a la Administración General del Estado, así como a otras Administraciones e instituciones públicas y privadas.
- Impulsar la creación de entidades y empresas de base tecnológica.
- Contribuir a la creación de entidades competentes para la gestión de la transferencia y la valoración de la tecnología.
- Formar investigadores.
- Formar expertos a través de cursos de alta especialización.
- Fomentar la cultura científica en la sociedad.
- Gestionar instalaciones científico-técnicas que le sean encomendadas al servicio del sistema de investigación científica y desarrollo tecnológico.
- Participar en los órganos y organismos internacionales que le encomiende el Ministerio de Educación y Ciencia (actualmente la Agencia Estatal CSIC se encuentra adscrita al Ministerio de Ciencia e Innovación).

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Participar en los órganos y organismos nacionales que le encomiende el Ministerio de Educación y Ciencia (actualmente la Agencia Estatal CSIC se encuentra adscrita al Ministerio de Ciencia e Innovación).
- Participar en el diseño y la implementación de las políticas científicas y tecnológicas del Ministerio de Educación y Ciencia (actualmente la Agencia Estatal CSIC se encuentra adscrita al Ministerio de Ciencia e Innovación).
- Colaborar con otras instituciones, tanto nacionales como internacionales, en el fomento y la transferencia de la ciencia y la tecnología, así como en la creación y desarrollo de centros, institutos y unidades de investigación científica y tecnológica.
- Colaborar con las universidades en las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico y en la enseñanza de postgrado.
- Informar, asistir y asesorar en materia de ciencia y tecnología a entidades públicas y privadas.
- Formar expertos en gestión de la ciencia y la tecnología.
- Colaborar en la actualización de conocimientos en ciencia y tecnología del profesorado de enseñanzas no universitarias.
- Apoyar la realización de políticas sectoriales definidas por la Administración General del Estado mediante la elaboración de estudios técnicos o actividades de investigación aplicada.
- Cualesquiera otras encaminadas a potenciar la investigación científica y tecnológica que le atribuya la normativa aplicable o le encomiende el Gobierno.

Una vez que sabemos que actividades se van a desarrollar dentro del edificio, definiremos el edificio físicamente.

El edificio se construyó en dos veces, por lo que nos referiremos a él en los términos de edificio base y ampliación. Ambas partes fueron diseñadas por el mismo arquitecto, el edificio base se construyó en 2005 y la ampliación en 2014.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

El edificio para el Instituto de Investigación de Físicas se situará en el Campus Universitario de la Avenida de los Castros de Santander-Cantabria.

El emplazamiento está al Norte-Oeste de la actual Facultad de Ciencias y al Este del Pabellón Polideportivo Universitario.

Características físicas del terreno

El edificio ocupa una superficie de terreno de unos setecientos dieciséis metros cuadrados.

El terreno ocupado tiene forma rectangular de dimensiones veintidós metros con setenta y cinco centímetros (22,75 m.) y treinta metros con cincuenta centímetros (30,50 m.), lo que supone una superficie de seiscientos noventa y tres metros con noventa centímetros cuadrados (693,90 m²). Citado rectángulo se complementa con tres cuerpos salientes de unos veintidós metros con diez centímetros cuadrados (22,10 m²).

El terreno ocupado por el edificio tiene los siguientes límites:

Sur: Vial y aparcamiento dispuesto al norte de la Facultad de Ciencias.

Oeste: Terrenos en ladera y aparcamiento situado al este del Pabellón Polideportivo.

Norte: Vial que recorre el lindero norte del Campus Universitario.

Este: Terrenos en ladera.

Los límites norte y sur están a diferente nivel topográfico, existiendo entre ambos una diferencia de cota variable entre los cinco metros sesenta centímetros y los seis metros veinte centímetros (5,60-6,20 m.).

Esta diferencia de cota topográfica se salva con un terreno en ladera cuya longitud en proyección en planta es variable, pudiéndose considerar que se encuentra entre quince y veinte metros (15-20 m.).

REDES DE SERVICIOS

El Instituto de Físicas se dotará a efectos de infraestructuras (Suministro eléctrico, agua sanitaria, agua para extinción de incendios, red de voz-datos) de la actual Facultad de Ciencias. El suministro de gas se tomará de la red general existente en el frente sur del Campus Universitario. La red general de saneamiento de la Universidad discurre paralela a la fachada Este del Pabellón Polideportivo.

PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

El edificio se sitúa en terrenos contenidos dentro del Área Específica 89 del Plan General de Ordenación Urbana de Santander, respecto de la cual establece lo que a continuación se detalla:

1.- Denominación y tipo.

Campus Universitario; 2, reordenación. En parte, sistema general.

2.- Localización y ámbito.

Recinto actual y ampliación del campus de la Universidad de Cantabria y de la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo. Entre la Avenida de los Castros y la vaguada de las Llamas. Su ámbito es el grafiado con la sigla 89.2 en el plano de clasificación, calificación y ordenación.

3.- Origen y justificación.

En 1963 se concedió a Santander la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, que ocupó las instalaciones de la U.I.M.P. Inició la docencia en el curso 1966-67. En 1971, el Ayuntamiento y Diputación provincial acordaron dotar al campus con 60 Has. de terrenos. En 1972 se formalizó la creación de la Universidad de

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Santander (hoy Cantabria). En 1973 se celebró el primer acto como distrito universitario. Desde aquellas fechas la Universidad de Cantabria ha expandido su docencia, incorporando nuevas facultades y centros en terrenos colindantes a los inicialmente ocupados, amén de otros ubicados en otros puntos de la ciudad.

Junto a ella, también con frente a la Avenida de los Castros, se ubican las instalaciones de la Universidad Internacional de Menéndez y Pelayo.

En 1993 se suscribió un convenio entre la Universidad y el Excelentísimo Ayuntamiento para propiciar la adecuada ordenación del conjunto y su integración en el Plan General mediante la figura de planeamiento que se estimase más conveniente.

El conjunto académico así formado adolece de falta de espacio para su nivel de uso y precisa mejoras medioambientales; razones por las cuales el Plan General prevé la correspondiente ampliación.

Se estima, sin embargo, conveniente que tal ordenación se extienda al total de la superficie incluida entre el viario perimetral, para abordar todo como un conjunto.

4.- Superficie.

Según medición cartográfica: 305,678 m². Prevalecerá no obstante la medición que resulte de replanteo, transcripción topográfica o planos de mayor escala.

5.- Objetivos y criterios.

Consolidar y favorecer el desarrollo idóneo de las labores docentes y de investigación.

Mejorar la ordenación, funcionalidad y calidad medioambiental urbana de los actuales espacios universitarios no edificados.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Prever las instalaciones necesarias para mejorar la accesibilidad y proveer a los requisitos de aparcamiento.

Ampliar la cuantía de espacios libres y dotacionales complementarios, adecuándolos a la población docente y estudiantil y a las necesidades y/o carencias de lo existente y previsto en el entorno, posibilitando modos de utilización conjunta universidad-ciudad.

Mejorar la imagen urbana del conjunto.

6.- Ordenación.

La establecida en el plano de ordenación del Campus Universitario.

7.- Parámetros, gestión y programación.

Edificabilidad materializable: la existente y en ejecución, incluidas licencias ya concedidas, más un incremento máximo del 10% como ampliación u obra nueva.

Ordenanza subsidiaria: A2.

Área de reparto: Las partes no correspondientes a sistema general se integran en el Área de Reparto 21.

Programación: equidistribución de las partes no correspondientes a sistema general: primer cuatrienio.

8.- Observaciones y condicionantes.

La ejecución del planeamiento deberá incluir, entre sus otros contenidos, el tratamiento integral de todos los espacios no ocupados por edificación educacional (o complementaria), y se definirá mediante proyecto de urbanización unitario para la totalidad del ámbito, con independencia de su posible subdivisión u organización en fases a efectos de ejecución y

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

deberá recoger el preceptivo informe de la Dirección Regional de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

PROGRAMA DE NECESIDADES

La edificación responde al programa de necesidades planteado por los responsables del Instituto de Investigación de Físicas en las reuniones mantenidas los días siete, trece y veinte de septiembre. El programa de necesidades es el que a continuación se detalla:

- Planta Nivel +00

Acceso-Vestíbulo.

Recepción.

Sala de Claustro.

Sala de Reuniones.

Sala de Informática.

Sala de Periféricos.

Puesto de Investigación individual (10 Ud.)

Puesto de Investigación doble (5 Ud.)

Aseos.

- Planta Nivel -01

Laboratorio Electrónica.

Laboratorio Fluidos.

Sala de Informática.

Sala de Periféricos.

Puesto de Investigación individual (10 Ud.)

Puesto de Investigación doble (6 Ud.)

Aseos.

- Planta Nivel -02

Laboratorio Alta Energía.

Sala Control Laboratorio Alta Energía.

SOLUCION FUNCIONAL

La solución funcional responde a los aspectos establecidos por técnicos y representantes de la Universidad de Cantabria.

El edificio se desarrolla en tres plantas: Las distintas dependencias se disponen a ambos lados de un eje principal de comunicación horizontal que también se desliza en vertical. Desde este eje principal se generan espacios secundarios de distribución, así como ejes secundarios de pasillos.

CUADRO DE SUPERFICIES UTILES.

- Planta Nivel +00:

- Acceso 13,50 m²
- Vestíbulo 18,45 m²
- Recepción 7,60 m²
- Sala de Claustro 66,20 m²
- Sala de Reuniones 51,60 m²
- Sala Informática 24,85 m²
- Sala Periféricos 14,10 m²
- Puesto Investigador +0/01 15,30 m²
- Puesto Investigador +0/02 15,45 m²
- Puesto Investigador +0/03 15,50 m²
- Puesto Investigador +0/04 15,50 m²

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

-	Puesto Investigador +0/05	15,50	m ²
-	Puesto Investigador +0/06	15,50	m ²
-	Puesto Investigador +0/07	15,10	m ²
-	Puesto Investigador +0/08	15,10	m ²
-	Puesto Investigador +0/09	15,45	m ²
-	Puesto Investigador +0/10	15,30	m ²
-	Puestos Investigadores +0/12	31,65	m ²
-	Puestos Investigadores +0/14	28,50	m ²
-	Puestos Investigadores +0/15	23,25	m ²
-	Puestos Investigadores +0/16	23,25	m ²
-	Puestos Investigadores +0/17	27,70	m ²
-	Aseo masculino	7,20	m ²
-	Aseo femenino	7,20	m ²
-	Aseo adaptado	4,40	m ²
-	Comunicación	146,75	m ²
	TOTAL, SUPERFICIES UTILES	650,70	m ²

- Planta Nivel -01:

-	Laboratorio Electrónica	57,25	m ²
-	Laboratorio Fluidos	14,10	m ²
-	Sala Informática	43,00	m ²
-	Zona Periféricos	12,00	m ²
-	Puesto Investigador -1/01	15,30	m ²
-	Puesto Investigador -1/02	15,45	m ²
-	Puesto Investigador -1/03	15,50	m ²
-	Puesto Investigador -1/04	15,50	m ²
-	Puesto Investigador -1/05	15,50	m ²
-	Puesto Investigador -1/06	15,50	m ²
-	Puesto Investigador -1/07	15,10	m ²
-	Puesto Investigador -1/08	15,10	m ²
-	Puestos Investigadores -1/09	29,90	m ²
-	Puestos Investigadores -1/11	33,75	m ²

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Puestos Investigadores -1/12 22,25 m²
- Puestos Investigadores -1/13 26,60 m²
- Puesto Investigador -1/14 16,05 m²
- Puesto Investigador -1/15 23,25 m²
- Puesto Investigador -1/16 23,25 m²
- Puesto Investigador -1/17 16,05 m²
- Aseo masculino 7,20 m²
- Aseo femenino 7,20 m²
- Aseo adaptado 4,40 m²
- Limpieza 1,95 m²
- Comunicación 176,80 m²

TOTAL, SUPERFICIES UTILES 638,75 m²

- Planta Nivel -02:

- Laboratorio Alta Energía 134,05 m²
- Control Laboratorio Alta Energía 45,25 m²
- Mantenimiento 20,75 m²
- Sala Calderas 36,60 m²
- Sala Cuadros eléctricos 13,45 m²
- Sala Máquinas ascensor 5,45 m²
- Comunicación 39,00 m²

TOTAL, SUPERFICIES UTILES 294,55 m²

CUADRO RESUMEN DE SUPERFICIES.

- Planta Nivel +00:

- Total superficie útil 649,90 m²
- Total superficie construida 713,50 m²

- Planta Nivel -01:

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Total superficie útil 637,90 m²
- Total superficie construida 697,45 m²

- Planta Nivel -02:

- Total superficie útil 294,55 m²
- Total superficie construida 380,80 m²

- Superficies totales:

- Edificio superficie útil 1.528,35 m²
- Edificio superficie construida 1.791,75 m²

Ampliación

Respecto de la ampliación podemos decir que:

La ampliación del Instituto de Física de Cantabria consiste en la construcción de una planta más sobre el actual edificio y en mejorar las condiciones de acceso a cubierta. La superficie construida total de la actuación es de unos 690,90 m².

La superficie construida de la actuación en planta primera son 667,50 m² y se corresponden con un rectángulo de treinta metros en la dirección norte-sur y veintidós metros con veinticinco centímetros en la dirección este-oeste. Las fachadas de la actuación se retranquean, por tanto, veinticinco centímetros respecto de los actuales lienzos de fachada realizados con fábrica de ladrillo cara vista. La superficie del casetón para acceso a cubierta es de 23,40 m²

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

El proyecto mantiene los elementos constructivos, funcionales y morfológicos del edificio existente y a tal efecto mantiene tanto los sistemas de comunicaciones verticales y horizontales como la implantación y tipología de los puestos de investigación. Se construyen dos tramos de escalera en la misma posición que la actual para posibilitar el acceso tanto a la planta primera de ampliación como a la cubierta.

La configuración formal de la envolvente de la ampliación se realiza mediante un volumen uniforme de aluminio y cristal en el que se potencia su unidad mediante un cuerpo volado superior.

La cubierta se plantea como una azotea ecológica ajardinada para mejorar la integración de la imagen del edificio en el Parque de la Llamas colindante a Campus Universitario.

Los sistemas constructivos de particiones, envolvente e instalaciones se adecuan a los estándares propios de la Universidad de Cantabria y a los requerimientos de aplicación del Código Técnico de la Edificación

PROGRAMA DE NECESIDADES

La ampliación del Instituto de Física de Cantabria en planta primera responde al programa de necesidades planteado por la Universidad de Cantabria. A tal efecto, se han realizado diversas propuestas con el principal objetivo de que la ampliación posibilite las mejores condiciones para la investigación en la Universidad de Cantabria.

El cuadro de superficies útiles de los diferentes recintos en la ampliación de la planta primera se pasa a detallar a continuación:

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| • P. Investigación +1/01 | 13,25 m ² |
| • P. Investigación +1/02 | 15,25 m ² |

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

• P. Investigación +1/03	15,25 m ²
• P. Investigación +1/04	15,25 m ²
• P. Investigación +1/05	15,25 m ²
• P. Investigación +1/06	15,25 m ²
• P. Investigación +1/07	15,00 m ²
• P. Investigación +1/08	15,00 m ²
• P. Investigación +1/09	15,25 m ²
• P. Investigación +1/10	13,25 m ²
• Comunicación +0/11	149,80 m ²
• P. Investigación +1/12	20,65 m ²
• Sala Reuniones +1/13	35,60 m ²
• P. Investigación +1/14	14,10 m ²
• P. Investigación +1/15	14,10 m ²
• P. Investigación +1/16	21,05 m ²
• P. Investigación +1/17	21,05 m ²
• P. Investigación +1/18	14,10 m ²
• P. Investigación +1/19	14,10 m ²
• P. Investigación +1/20	35,40 m ²
• P. Investigación +1/21	22,30 m ²
• Sala Trabajo +1/22	22,10 m ²
• Laboratorio +1/23	33,50 m ²
• Almacén +1/24	10,95 m ²
• Almacén +1/25	6,80 m ²
• Aseo Femenino +1/26	6,70 m ²
• Aseo Masculino +1/27	6,50 m ²
Superficie útil en planta primera	596,80 m ²
Superficie útil casetón cubierta	13,20 m ²
Superficie construida en planta primera	667,50 m ²
Superficie construida casetón cubierta	23,40 m ²
Superficie construida total	690,90 m ²

NORMATIVA URBANISTICA

El edificio se dispone en el Campus de las Llamas de la Universidad de Cantabria. El terreno se encuentra en el Ayuntamiento de Santander y están afectados por el Planeamiento vigente aprobado definitivamente por Resolución del Consejero de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo de la Diputación Regional de Cantabria de 17 de abril de 1.997 (BOC nº 79 y Especial nº 3, de 21 de abril de 1997) y por el Planeamiento aprobado provisionalmente por el Ayuntamiento Pleno en Sesión de 23 de diciembre de 2.010.

Según la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Santander vigente el edificio se sitúa en terrenos contenidos dentro del Área Específica 89 respecto de la cual establece lo que a continuación se detalla:

1.- Denominación y tipo.

Campus Universitario; 2, reordenación. En parte, sistema general.

2.- Localización y ámbito.

Recinto actual y ampliación del campus de la Universidad de Cantabria y de la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo. Entre la Avenida de los Castros y la vaguada de las Llamas. Su ámbito es el grafiado con la sigla 89.2 en el plano de clasificación, calificación y ordenación.

3.- Origen y justificación.

En 1963 se concedió a Santander la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, que ocupó las instalaciones de la U.I.M.P. Inició la docencia en el curso 1966-67. En 1971, el Ayuntamiento y Diputación provincial acordaron dotar al campus con 60

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Has. de terrenos. En 1972 se formalizó la creación de la Universidad de Santander (hoy Cantabria). En 1973 se celebró el primer acto como distrito universitario. Desde aquellas fechas la Universidad de Cantabria ha expandido su docencia, incorporando nuevas facultades y centros en terrenos colindantes a los inicialmente ocupados, amén de otros ubicados en otros puntos de la ciudad.

Junto a ella, también con frente a la Avenida de los Castros, se ubican las instalaciones de la Universidad Internacional de Menéndez y Pelayo.

En 1993 se suscribió un convenio entre la Universidad y el Excelentísimo Ayuntamiento para propiciar la adecuada ordenación del conjunto y su integración en el Plan General mediante la figura de planeamiento que se estimase más conveniente.

El conjunto académico así formado adolece de falta de espacio para su nivel de uso y precisa mejoras medioambientales; razones por las cuales el Plan General prevé la correspondiente ampliación.

Se estima, sin embargo, conveniente que tal ordenación se extienda al total de la superficie incluida entre el viario perimetral, para abordar todo como un conjunto.

4.- Superficie.

Según medición cartográfica: 305,678 m². Prevalecerá no obstante la medición que resulte de replanteo, transcripción topográfica o planos de mayor escala.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

5.- Objetivos y criterios.

Consolidar y favorecer el desarrollo idóneo de las labores docentes y de investigación.

Mejorar la ordenación, funcionalidad y calidad medioambiental urbana de los actuales espacios universitarios no edificados.

Prever las instalaciones necesarias para mejorar la accesibilidad y proveer a los requisitos de aparcamiento.

Ampliar la cuantía de espacios libres y dotacionales complementarios, adecuándolos a la población docente y estudiantil y a las necesidades y/o carencias de lo existente y previsto en el entorno, posibilitando modos de utilización conjunta universidad-ciudad.

Mejorar la imagen urbana del conjunto.

6.- Ordenación.

La establecida en el plano de ordenación del Campus Universitario.

7.- Parámetros, gestión y programación.

Edificabilidad materializable: la existente y en ejecución, incluidas licencias ya concedidas, más un incremento máximo del 10% como ampliación u obra nueva.

Ordenanza subsidiaria: A2.

Área de reparto: Las partes no correspondientes a sistema general se integran en el Área de Reparto 21.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Programación: equidistribución de las partes no correspondientes a sistema general: primer cuatrienio.

8.- Observaciones y condicionantes.

La ejecución del planeamiento deberá incluir, entre sus otros contenidos, el tratamiento integral de todos los espacios no ocupados por edificación educativa (o complementaria), y se definirá mediante proyecto de urbanización unitario para la totalidad del ámbito, con independencia de su posible subdivisión u organización en fases a efectos de ejecución y deberá recoger el preceptivo informe de la Dirección Regional de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.

Según la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Santander aprobado por el Ayuntamiento Pleno el edificio se sitúa en terrenos contenidos dentro del Área Específica AE - 10 (A) respecto de la cual establece en sus determinaciones P.2.1 lo que a continuación se detalla:

Objetivo:

Posibilitar la ordenación de conjunto del campus actual y de su ampliación con parámetros adaptados a las necesidades de la UC y a la topografía del terreno en el que se desarrolla. Posibilitar la implantación de determinados proyectos que se encuentran en marcha, que corresponden con las "tres torres" y con la ampliación del Instituto de Física de Cantabria (IFCA).

Determinaciones:

../...

Determinaciones de la P.2.1: ampliación en una planta del actual edificio y conexión de éste con la F. de Ciencias mediante una pasarela peatonal; edificabilidad: la existente más 800 m² destinados a ampliación y pasarela; altura de cornisa: la derivada de la ampliación, estimada en la existente

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

más 5,5 m.: la pasarela tendrá un ancho mínimo de 3 m. y cumplirá con el art. 4.4.7.

La ampliación del actual edificio del Instituto de Física de Cantabria está supeditada a la aprobación definitiva del Planeamiento aprobado provisionalmente por el Excmo. Ayuntamiento de Santander o a las tramitaciones administrativas que se consideren por parte de las Administraciones competentes.

PRESTACIONES DEL EDIFICIO

La actuación responde a los criterios de aplicación establecido por el Código Técnico de la Edificación conforme se detalla en la documentación que desarrolla este Proyecto de Ejecución. Las condiciones y determinaciones se desarrollan en el conjunto de títulos de este documento que deben entenderse como complementarios unos de otros.

Las limitaciones de uso y los parámetros de diseño y cálculo para la determinación y cumplimiento de las diferentes exigencias básicas establecidas por el código técnico de la edificación han sido establecidas por la Universidad de Cantabria de acuerdo a los umbrales establecidos en los documentos básicos. No existe ninguna determinación que supere los umbrales establecidos en el código técnico de la edificación. Las diferentes soluciones constructivas y la selección de materiales y equipos se ha realizado conforme a los estándares que la Universidad de Cantabria está adoptando para sus proyectos y obras.

En todo caso en cada uno de los documentos se realiza un análisis pormenorizado de cada uno de los parámetros establecidos en el proyecto. Estos parámetros se han determinado de acuerdo a la normativa general de aplicación, a la normativa de la Comunidad Autónoma de Cantabria y a la Normativa Municipal del Ayuntamiento de Santander.

Fotos y planos

Para completar de describir el edificio añadiremos unas fotos del mismo, y nos basaremos en los planos de planta y en los alzados, que tenemos en el Anexo I, anexo de planos.



Figura 1. Fachada Sur del edificio, entrada principal



Figura 2. Vista edificio, fachadas Norte y Oeste.

Programa Informático oficial (CE3x)

Ahora que tenemos claro lo que es la eficiencia energética, un certificado de eficiencia energética y porque vamos a realizarlo en el edificio elegido, vamos a exponer cual será el programa elegido.

Para realizar estos certificados de eficiencia energética “el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del Instituto para la Diversificación y ahorro de Energía (IDAE) pondrá a disposición del público los programas informáticos de calificación energética para edificios existentes, que serán de aplicación en todo el territorio nacional y que tendrán la consideración de documento reconocido (...)”. Uno de estos programas reconocidos y el que nosotros utilizaremos es el CE3x en su versión 2.1, que nos descargaremos desde la página web del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

CE3X es "Documento Reconocido para la Certificación Energética de Edificios Existentes".

Ha sido desarrollado por Efinovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER). Dicho equipo se encarga del mantenimiento de CE3X y del desarrollo de las nuevas versiones.

El programa es propiedad de los IDAE y su distribución es gratuita. La versión actual es CE3Xv2.1.

Mediante este programa se puede certificar de una forma simplificada cualquier tipo de edificio: residencial, pequeño terciario o gran terciario, pudiéndose obtener cualquier calificación desde "A" hasta "G".

CE3X se adapta a la gran variedad de situaciones a las que tiene que hacer frente el técnico certificador, permitiendo distintas posibilidades de entrada de los datos del edificio. De esta manera, tanto la envolvente térmica como las instalaciones se pueden introducir mediante:

- Valores Conocidos

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Valores Estimados
- Valores Por defecto

Uno de los objetivos principales de CE3X es que se vaya adaptando a la evolución del sector y que permita ampliar sus funcionalidades. Para ello permite la instalación de Complementos como los que pueden ser descargados desde el menú Complementos de esta página web.

Este procedimiento de certificación consiste en la obtención de la etiqueta de eficiencia energética, incluida en el documento de certificación generado automáticamente por la herramienta informática, que indica la calificación asignada al edificio dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente). Incorpora además una serie de conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética, la nueva calificación que la aplicación de cada conjunto de medidas de mejora supondría y la posibilidad de realizar un análisis económico del impacto de dichas medidas basado en los ahorros energéticos estimados por la herramienta o las facturas de consumo de energía.

CONSIDERACIONES GENERALES

El programa se fundamenta en la comparación del edificio objeto de la certificación y una base de datos que ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas, con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con Calener. La base de datos es lo suficientemente amplia para cubrir cualquier caso del parque edificatorio español. Cuando el usuario introduce los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos. De esta forma, el software busca las simulaciones con características más similares a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas de calefacción y refrigeración, obteniendo así a las demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

El software del programa es bastante intuitivo, lo que no quita que de vez en cuando tuviese que consultar el ManualUsuarioCE3Xv2015, donde se aclara de forma clara y concisa todas las dudas.

Estudio del estado actual del edificio

Lo primero que haremos es un estudio del estado de eficiencia energética actual en la que se encuentra el edificio, para ello haremos una serie de mediciones y estimaciones y las meteremos al software que nos emitirá automáticamente un certificado con el nivel de eficiencia energética que tendrá.

Para hacer este certificado usaremos el programa CE3x en su versión 2.1, del que hablamos anteriormente, y que como ya dijimos, es un programa autorizado para realizar estos certificados.

Al abrir el programa lo primero que te pide es que definas que tipo de edificio es, en nuestro caso de trata de un edificio terciario pequeño.



Figura3. Pantalla entrada CE3x

Una vez definido el tipo de edificio el programa nos abre su interface, que consta de varias pestañas separadas por el tipo de campo a tratar en cada una.

Datos administrativos

1.1- Localización e identificación del edificio

Lo primero que nos pide la interface del programa es que metamos unos datos administrativos del edificio, nombre del edificio y dirección para identificarlo. Así como la localidad donde se sitúa, la provincia y el código postal.

Nos pide también la referencia catastral, para conseguirla solo tenemos que entrar en la página web del catastro y buscar el edificio con su dirección. En nuestro caso al tratarse de un edificio que pertenece al campus universitario, la referencia catastral será la de la Universidad de Cantabria.

1.2- Datos del cliente

A continuación, en la misma ventana del software nos pide los datos personales del cliente (nombre, dirección, teléfono, correo electrónico...), simplemente los introducimos y continuamos.

1.3- Datos del técnico certificador

También nos pide los datos del técnico certificado, es decir, los míos, y además de los mismos datos que le piden al cliente también nos pide nuestra titulación, ya que, por normativa, no cualquiera puede firmar estos certificados. Según la legislación vigente solo están habilitados para firmar estos certificados Arquitectos, arquitectos técnicos, Ingenieros Industriales, Ingenieros Técnicos Industriales e Ingenieros Químicos.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio	Edificio Juan Jordá, Instituto de Física de Cantabria				
Dirección	Edificio Juan Jordá, Campus Universidad de Cantabria, Avda. de los Castros s/n				
Provincia/Ciudad autónoma	Cantabria	Localidad	Santander	Código Postal	39005
Referencia Catastral	32320C0VP3133A0001YQ +				

Datos del cliente

Nombre o razón social	Universidad de Cantabria				
Dirección	Campus Universidad de Cantabria, Avda. de los Castros s/n				
Provincia/Ciudad autónoma	Cantabria	Localidad	Santander	Código Postal	39005
Teléfono		E-mail			

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos	Roberto Argaña Cobo	NIF	72077376E		
Razón social		CIF			
Dirección	Joaquín Costa 15 B 2º Izq				
Provincia/Ciudad autónoma	Cantabria	Localidad	Santander	Código Postal	39005
Teléfono	696547601	E-mail	rarganacobo@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial				

Figura 4. Datos administrativos (CE3x)

Una vez rellenados estos datos administrativos, el programa nos pide unos datos generales acerca del edificio en concreto.

Datos generales

2.1- Datos generales

Esta ventana se centra más en los datos de construcción del edificio

- año de construcción
- normativa sobre la que se construyó, en este caso el programa nos da la opción de deducir la normativa sabiendo el año de construcción.
- También nos pide el tipo de edificio, esto solo se refiere a si vamos a evaluar todo el edificio o solo una parte de él.
- El perfil de uso hace referencia al uso de intensidad del edificio a lo largo de un día, como nuestro edificio se trata de un edificio de uso

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

administrativo e investigación hemos supuesto una intensidad media y durante 12h, ya que además del uso administrativo de una jornada laboral de 8h, se da la situación de que en el área de la investigación el horario es más flexible para los trabajadores, por tanto, supondremos 12h.

- Es importante saber la zona climática en la que se encuentra el edificio ya que, como parece obvio no es lo mismo estar en el norte o en el sur de la península, por la diferencia de temperaturas, altitudes, presiones y demás, este apartado se basa en la legislación del Documento Básico HE Ahorro de energía, en su apartado HE 2 Apéndice B Zonas Climáticas. La zona climática nos la dice el programa introduciendo la localidad, sino lo podríamos buscar en la legislación que acabamos de nombrar, en la siguiente tabla. En nuestro caso Santander corresponde a una C1.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1										h < 250			h < 450	h < 750		h ≥ 750
Bilbao/Bilbo	C1	214											h < 250		h ≥ 250			
Burgos	E1	861														h < 600		h ≥ 600
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0		h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h < 850		
Castellón/Castelló	B3	18						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0						h < 50										
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0												h < 200			h ≥ 200	
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h ≥ 800			
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436					h < 350				h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379											h < 200			h < 700		h ≥ 700
Lugo	D1	412															h < 500	h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0						h < 300				h < 700			h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25						h < 100				h < 550			h ≥ 550			
Orense/Ourense	D2	327										h < 150	h < 300			h < 800		h ≥ 800
Oviedo	D1	214												h < 50			h < 550	h ≥ 550
Palencia	D1	722															h < 800	h ≥ 800
Palma de Mallorca	B3	1						h < 250				h ≥ 250						
Pamplona/Iruña	D1	456										h < 100			h < 300	h < 600		h ≥ 600
Pontevedra	C1	77												h < 350			h ≥ 350	
Salamanca	D2	770													h < 800			h ≥ 800
San Sebastián/Donostia	D1	5															h < 400	h ≥ 400
Santander	C1	1												h < 150			h < 650	h ≥ 650
Segovia	D2	1013														h < 1000		h ≥ 1000
Sevilla	B4	9					h < 200					h ≥ 200						
Soria	E1	984														h < 750	h < 800	h ≥ 800
Tarragona	B3	1						h < 50				h < 500			h ≥ 500			
Teruel	D2	995										h < 450	h < 500			h < 1000		h ≥ 1000
Toledo	C4	445										h < 500			h ≥ 500			
Valencia/València	B3	8						h < 50				h < 500				h < 950		h ≥ 950
Valladolid	D2	704														h < 800		h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512															h < 500	h ≥ 500
Zamora	D2	617														h < 800		h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650

Tabla B.2.- Zonas climáticas de las Islas Canarias

Zonas climáticas Canarias						
Capital	Z.C.	Altitud	a3	A2	B2	C2
Palmas de Gran Canaria, Las	a3	114	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000
Santa Cruz de Tenerife	a3	0	h < 350	h < 750	h < 1000	h ≥ 1000

Figura 5. Tabla zonas climáticas, DBHE-2

2.2- Definición del edificio

Nos pide una serie de datos más específicos del edificio

- Superficie útil habitable en m², esta superficie la sacamos gracias a los planos del edificio que nos facilitó el servicio de infraestructuras de la Universidad de Cantabria. (S=2192.4 m²)
- Altura libre de planta, al igual que el dato anterior sacamos este dato de los planos y alzados que nos facilitaron. (h= 3.25 m)
- Número de plantas habitables, este dato es conocido, hay 4 plantas.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Consumo total diario de Agua Caliente Sanitaria (ACS), este dato lo estimamos apoyándonos en el Documento Básico de Ahorro de energía, DB HE-4. Donde nos dice que para oficinas el consumo diario por persona es de 2 litros, ver tabla siguiente, aunque nuestro edificio también es de investigación podemos suponer que el gasto es mínimo, ya que, el edificio solo dispone de urinarios normales, no dispone de duchas como en talleres. Suponiendo entonces 2 l/pers y teniendo en cuenta que el personal del edificio hay en torno a 80 personas, hemos estimado el consumo medio de 160 l/diarios.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Figura 6. Tabla consumo ACS, DBHE-4

- Masa de las particiones, como las particiones según el proyecto de ejecución son de cartón-yeso se tratará de particiones ligeras. Pudiendo ser medias en el sótano 2 ya que cito textualmente de la memoria de ejecución:

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

“ (...) Las particiones del nivel -02 serán de fábrica de bloque de hormigón y constará de los siguientes componentes:

. - Bloques de hormigón que tendrán las características que se detallan:

- Resistencia a compresión: $> 6 \text{ N/mm}^2$
- Densidad real del hormigón: $> 2.000 \text{ Kg/m}^3$

(...)”

Por esto podemos suponer que podrían ser medias, aunque como no nos dice cuál es la cantidad de hormigón empleada solo podríamos hacer una estimación aproximada. Por tanto, pondremos ligeras, ya que es la predominante, en cualquier caso.

- Nos pregunta también el programa si hemos realizado un ensayo de estanqueidad del edificio, que como no lo hemos realizado, no marcamos la pestaña.
- Nos pide que subamos dos fotos para acabar de identificar el edificio, una del propio edificio y otra del plano de situación, con la que facilitar su localización para cualquiera que lo necesite.
- También nos pide la ventilación del inmueble, que hemos dejado para el final, pues es la que más explicación y cálculos requiere. Debido a que el edificio en cuestión no tiene ningún sistema específico para este propósito, podemos calcular cual es, sabiendo que, para uso terciario, el valor de la ventilación del inmueble se calcula aplicando la instrucción técnica correspondiente del RITE: Instrucción técnica IT.1 Diseño y dimensionado, apartado 1.1.4.2 Exigencia de calidad de aire interior.

En este apartado especifica que el ámbito de aplicación de esta normativa, incluye al resto de edificios no incluidos en el ámbito de aplicación del HS3. En este sentido, dichos edificios deberán de disponer de un sistema de ventilación que aporte el caudal suficiente de aire exterior, que evite la formación de

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

concentraciones de contaminantes en los distintos locales, para alcanzar la categoría de calidad del aire interior correspondiente a la actividad humana que en ellos se realice (4 categorías IDA).

Explicaremos a continuación como calcular el número de renovaciones/hora siguiendo el RITE.

El RITE establece cuatro categorías de la calidad del aire interior, en función de las actividades que se lleven a cabo en el espacio interior:

- IDA 1. Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2. Aire de buena calidad: oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- IDA 3. Aire de calidad media: edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte y salas de ordenadores.
- IDA 4. Aire de calidad bajo.

Una vez se ha identificado la calidad del aire interior del edificio (IDA 1, en los laboratorios e IDA 2 en el resto de estancias) en función de la actividad, RITE propone cinco métodos para el cálculo del caudal de aire exterior requerido:

A. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona, para espacios en los que las personas tengan una actividad metabólica de alrededor de 1,2 met, cuando la producción de contaminantes sea baja, y en función de si se puede fumar o no.

B. Método directo por calidad del aire percibido, basado en el método olfativo.

C. Método directo por concentración de CO₂, para locales con elevada actividad metabólica en los que no se permite fumar, como salas de fiestas o locales para el deporte, etc.; y para locales con elevada producción de contaminantes como piscinas, restaurantes, bares, etc. En este último caso, se puede aplicar el método E si se conoce la composición y caudal de las sustancias contaminantes.

D. Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie, para espacios no dedicados a ocupación humana permanente, almacenes o similares.

E. Método de dilución, para locales en los que existan emisiones conocidas de materiales contaminantes específicos.

En nuestro caso utilizaremos el Método A para todos los despachos y salas, zonas que están habitualmente ocupadas. Y el Método D para aseos, pasillos y demás zonas donde no hay un ocupamiento fijo.

Para el método A indirecto de caudal exterior por persona, usaremos la siguiente tabla:

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Figura 7. Tabla caudales de aire exterior por persona

En función de la categoría de calidad del aire interior, asigna un caudal de aire exterior por persona, es decir, en función de la ocupación.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

El cálculo de la ocupación típica, en función del tipo de uso, se puede determinar según la tabla 22 de la norma UNE-EN 13779:2004 y la tabla 12 de la norma UNE-EN 13779:2008.

Tipo de uso	m ² /ocupante
Oficinas paisaje	12
Oficinas pequeñas	10
Salas de reuniones	3
Centros comerciales	4
Aulas	2,5
Salas de hospital	10
Habitaciones de hotel	10
Restaurantes	1,5

Figura 8. Tabla ocupación típica en función del uso

Con estos datos ya podemos calcular la ventilación necesaria en cada estancia del edificio, sabemos la superficie de la estancia, el caudal necesario por persona y la ocupación típica para cada tipo de uso.

Para calcular la ventilación necesaria para las estancias que no tienen una ocupación continua, calcularemos el aire necesario para dicha superficie. Con la siguiente tabla sacamos el caudal de aire por segundo y unidad de superficie. Con este dato y conocida la superficie de la estancia, podemos sacar el caudal necesario.

Caudales de aire exterior, en dm ³ por segundo y unidad de superficie	
Categoría del aire interior exigible	dm ³ /(s·m ²)
IDA 1	No aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Tabla 5. Caudales de aire exterior, en dm³ por segundo y unidad de superficie

Figura 9. Tabla caudal de aire exterior por unidad de superficie

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Con todos estos datos calcularemos la ventilación de cada sala, de cada planta y por tanto de todo el edificio. Los cálculos los podemos ver en el Anexo II, Calculo de ventilación.

Envolvente térmica

Una vez rellenados los datos del edificio, entramos ya en el recubrimiento térmico de las fachadas, cubiertas y suelos, lo que sería la envolvente térmica. En esta envolvente deberemos calcular la transmitancia de cada una de las envolventes, el programa nos la calculará por defecto, pero hemos realizado una hoja de cálculo donde calculamos todos los cálculos de transmitancias, con el fin de compararlos, ver hoja de cálculo adjunta, “calculo transmitancia en cerramientos”.

En esta parte del programa debemos definir cada una de las fachadas, cubiertas y suelos. Nuestro edificio tiene una forma cubica por lo tanto tendrá 4 fachadas, una cubierta ajardinada, y el suelo, que se corresponde con el sótano 2.

Ayudándonos de los planos, el proyecto de ejecución de la obra y de las fotos que he hecho personalmente, y teniendo en cuenta la descripción que hicimos anteriormente del edificio, vamos a definir cada una de estas fachadas que componen la envolvente térmica. Pero primero definiremos cada uno de las posibilidades que nos ofrece el programa.

- Cubierta: La primera opción que nos da el programa para la envolvente térmica es la cubierta. Hay dos posibles cubiertas diferentes, enterrada y en contacto con el aire. En nuestro edificio tenemos dos cubiertas, y ambas están en contacto con el aire.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

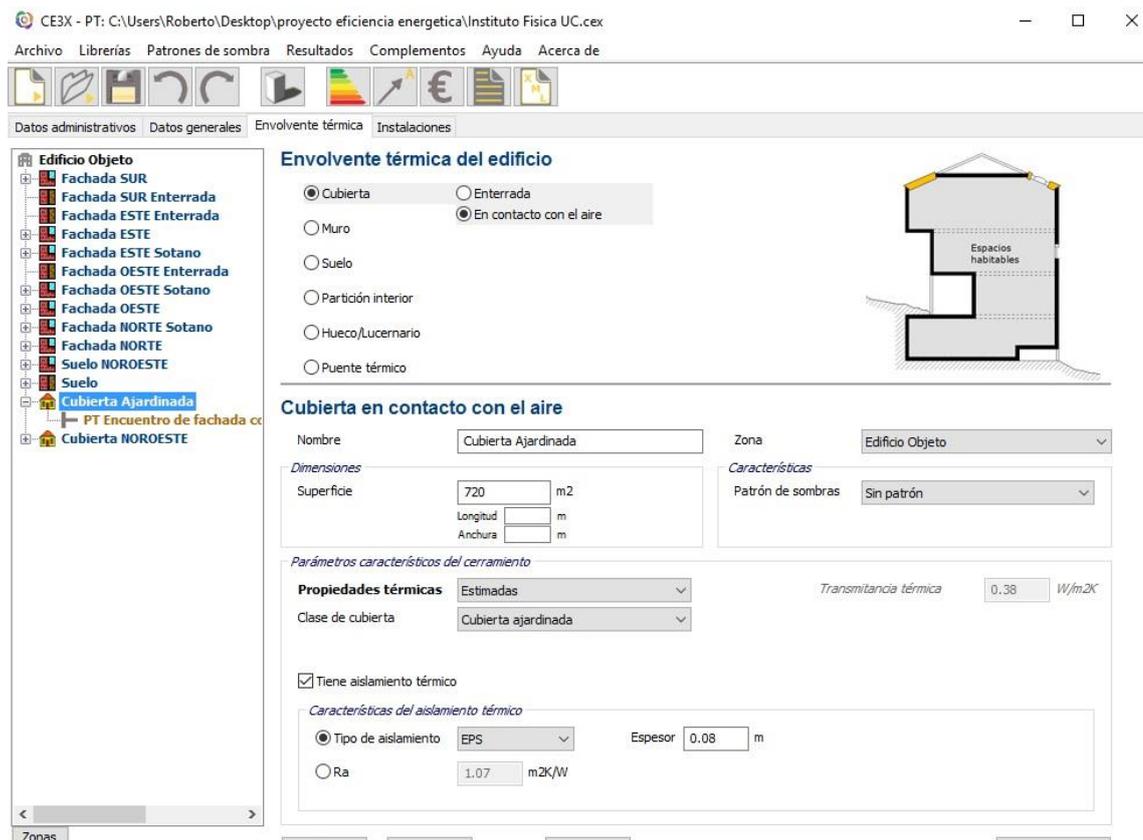


Figura 10. Definir cubiertas (CE3x)

Una vez que definimos nuestra cubierta como cubierta en contacto con el aire, el programa nos pregunta que superficie tiene esa cubierta, superficie que sacaremos con los planos.

Para las propiedades térmicas el programa nos da la opción de estimarlas y nos da diferentes tipos de cubiertas, en nuestro caso una será ajardinada y la otra será una cubierta plana con forjado unidireccional. Sabemos que tiene un aislamiento térmico porque nos lo dice la memoria de ejecución del proyecto. En la cubierta ajardinada se trata de un aislamiento térmico de poliestireno expandido de 80mm. Y en la cubierta de la fachada Norte-Oeste tiene un aislamiento térmico de poliestireno extruido de 30mm. Ambas cubiertas tienen un puente térmico que definiremos más adelante.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Muro: La segunda opción es el muro o fachada. Para la que tenemos tres opciones: Medianería, en contacto con el terreno y muro de fachada.
 - o Muro de medianería: en nuestro caso no hay ninguno, ya que nuestro edificio no comparte ningún muro con otros edificios.
 - o Muro en contacto con el suelo. Debido a la forma que tiene el terreno en donde está ubicado nuestro edificio, tenemos varios muros en contacto con el terreno en varias fachadas. Al seleccionar este tipo de muro el programa nos pide la superficie de la parte enterrada de la fachada, y nos da la opción de calcular por defecto la transmitancia térmica o estimarla sabiendo cual es la profundidad de la parte enterrada, nosotros lo estimaremos ya que sabemos este dato. No es posible conocerlo, como en los demás casos de fachadas por el hecho de que está enterrada en el terreno. Lo que sí sabemos es que el muro tendrá un aislante térmico ya que la pared enterrada tiene la misma composición que la que no está enterrada.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

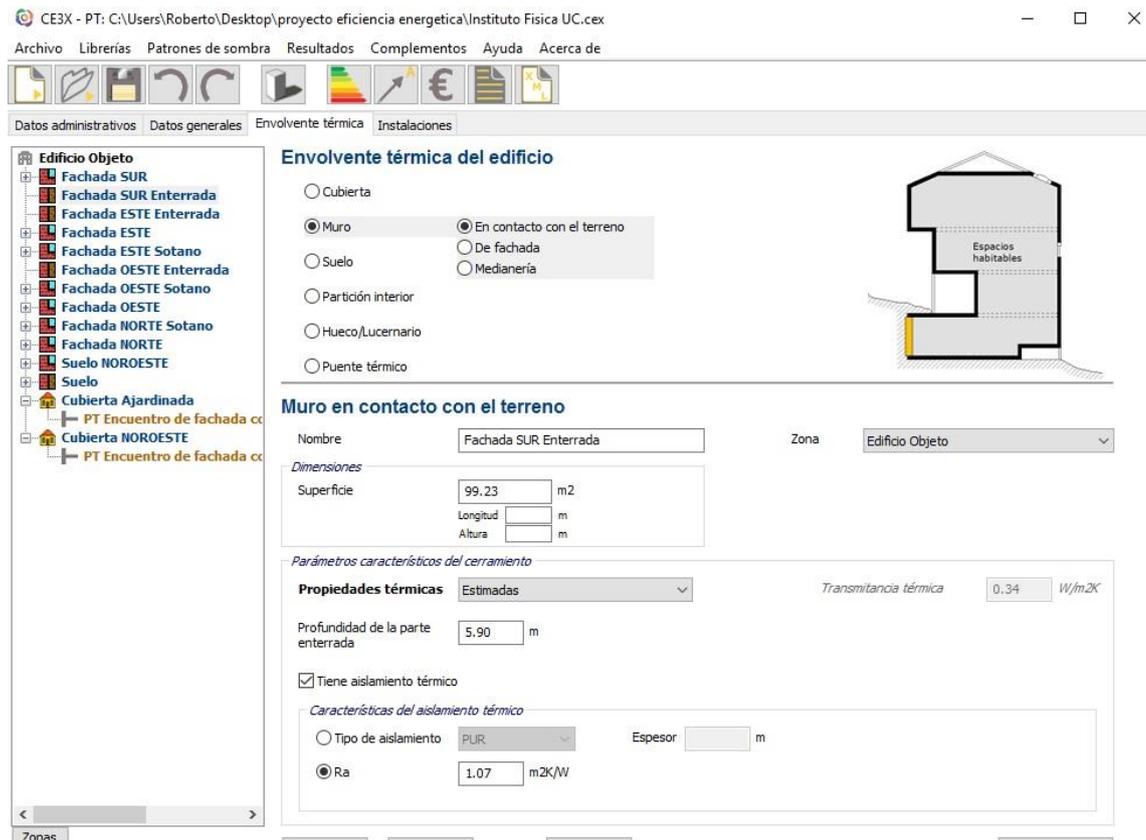


Figura 11. Definir muro enterrado (CE3x)

- Muro de fachada: Para los muros de fachada como para el resto lo primero es decir cuál es la superficie, en este caso el programa nos pide la orientación de la fachada, para tener en cuenta las sombras de las que hablaremos más tarde. En este caso si sabemos cuál es la composición del muro por lo que podremos conocer la transmitancia, que también calcularemos de forma manual. Esta composición la desarrollaremos más adelante definiendo cada uno de los materiales. En nuestro edificio hay dos tipos de muros de fachadas, el principal con un acabado de ladrillo caravista que predomina por la mayoría de la envolvente, y otro que solamente se coloca en el sótano. Dentro de las fachadas tenemos que introducir las ventanas y ventanales. En nuestro edificio hay dos tipos de ventanas, uno para la primera parte construida y otro tipo que se utilizó para la ampliación. Y

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

también hay varios ventanales. Todo esto lo desarrollaremos más adelante.

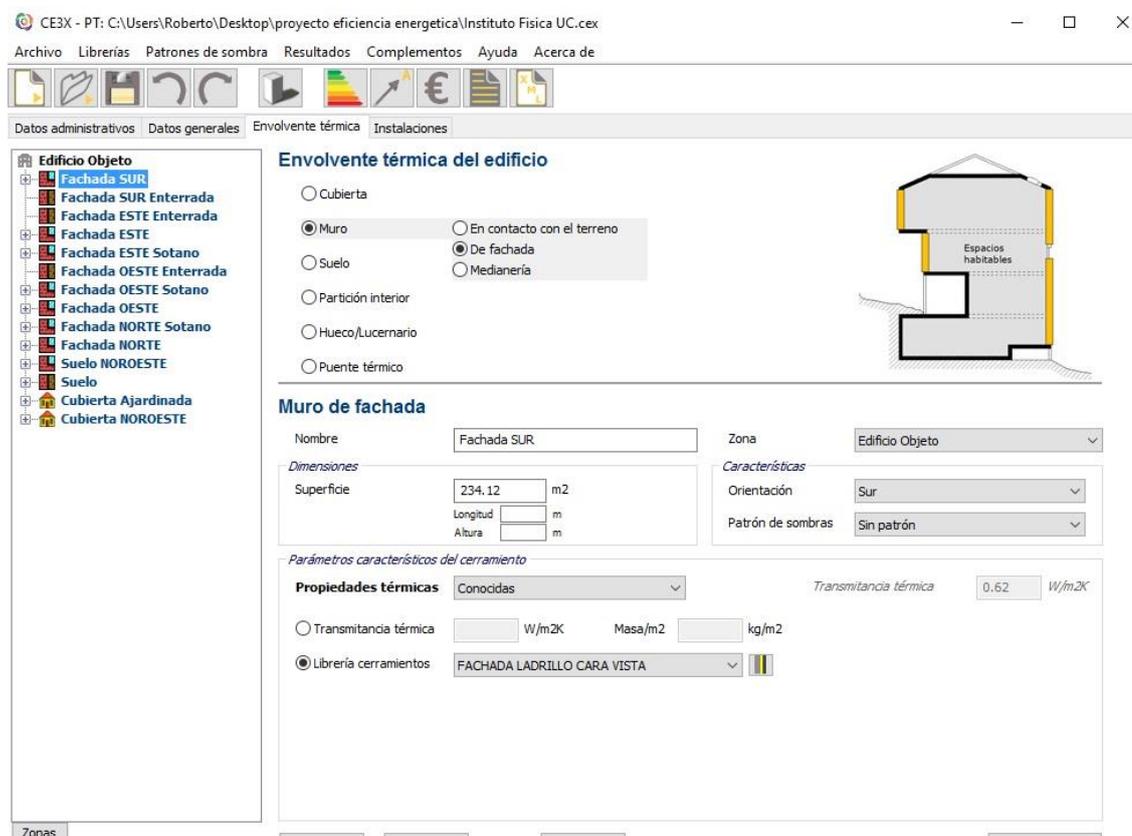


Figura 12. Definir muro de fachada (CE3x)

- Suelo: Al igual que las cubiertas también tenemos dos tipos de suelos, En contacto con el aire y enterrados. En nuestro edificio se dan los dos tipos.
 - o Suelo en contacto con el aire. Este caso es similar al de la cubierta, como no tenemos opción de saber la composición exacta de saber cada una de las capas de las que está compuesto el suelo, lo estimaremos sabiendo que es un forjado unidireccional de hormigón, lo que sí sabemos es que tendrá un aislante térmico de poliestireno extruido de 30mm.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Suelo enterrado, este suelo es un poco diferente al anterior tipo ya que a parte de la superficie como en todos los casos, también nos pide la profundidad a la que está enterrado, y el perímetro para estimar de una forma más exacta la transmitancia. Sabemos que tiene un aislante térmico perimetral de poliestireno extruido de 30mm.

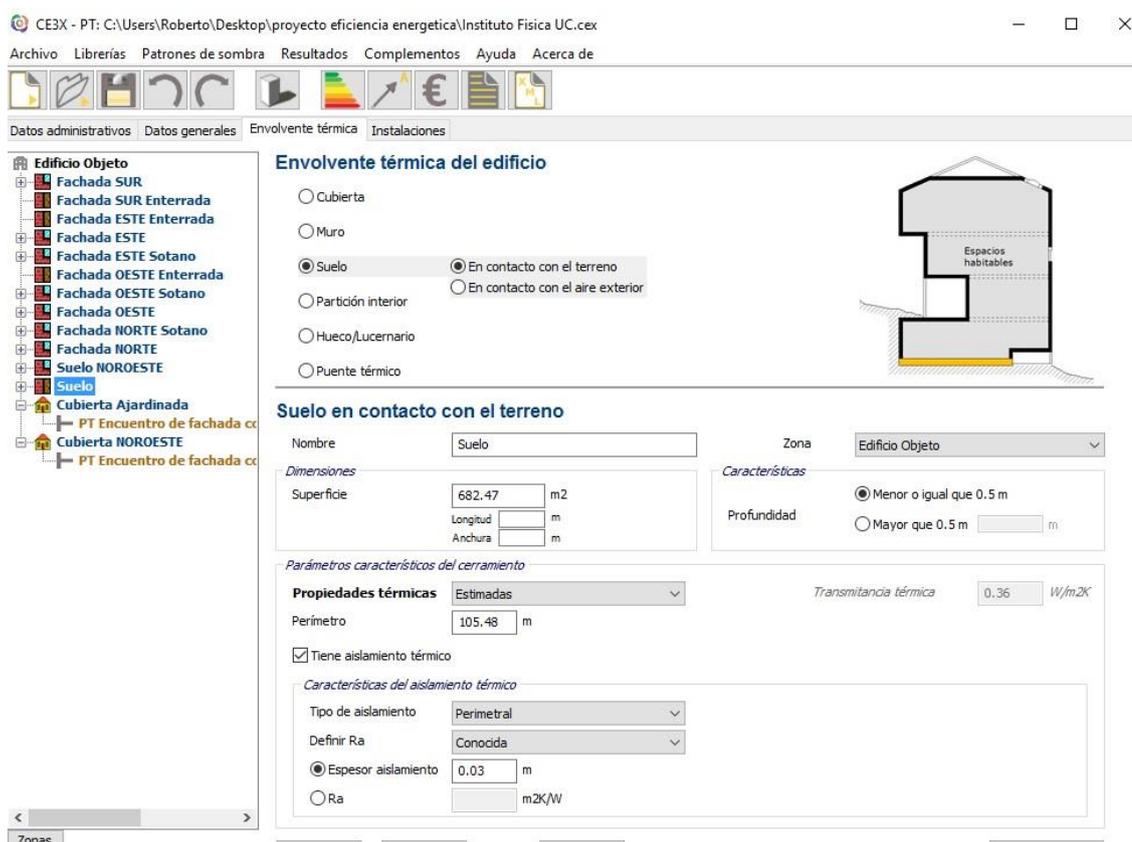


Figura 13. Definir suelo (CE3x)

- Partición interior: En nuestro edificio no disponemos de particiones.
- Hueco o lucernarios: Son las ventanas y ventanales, en nuestro edificio hay dos tipos de ventanas, cada uno coincidiendo con cada una de las dos construcciones en las que se construyó el edificio. Y un tipo de ventanal. Para definir el hueco lo primero que hay que hacer es decir en que fachada se encuentra, ya que dependiendo la orientación nos dará una transmitancia u otra. Luego introducir

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

las medidas de dicha ventana y el número de ventanas iguales que tiene dicha fachada, así como el porcentaje de marco que contiene. También nos pide datos más concretos para determinar el comportamiento de dicho hueco, esto es la absortividad del marco la cual está directamente relacionada con el color del marco, en nuestro caso serán todos del mismo color, gris oscuro. Un dato a tener en cuenta en los huecos es la permeabilidad. El CTE define la permeabilidad al aire, como la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m^3/h , en función de la diferencia de presiones. Es un parámetro que afecta al confort térmico de los espacios habitables.

La nueva redacción del DB H1, de obligado cumplimiento desde el 13 de marzo de 2013, recoge los valores mínimos de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica en su Tabla 2.3:

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [$W/m^2 \cdot K$]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [$W/m^2 \cdot K$]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [$W/m^2 \cdot K$]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [$m^3/h \cdot m^2$]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

Figura 14. Tabla transmitancia y permeabilidad para huecos

La nota 3 del documento que afecta a la permeabilidad al aire de huecos, está redactada de la siguiente manera: La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100 Pa, y sus valores son más exigentes en zonas climática de invierno C, D y E ($\leq 27 m^3/h \cdot m^2$). Como ya dijimos anteriormente, Santander está en la zona C.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Nos pide los dispositivos de protección solar de cada una de las ventanas (voladizos, retranqueos...). Este es común para todos los huecos del edificio, donde reside la gran diferencia es en las propiedades térmicas, que en nuestro caso son conocidas, ya que tenemos en la memoria un apartado de carpintería donde nos explica el tipo de cristal elegido para cada ventana.

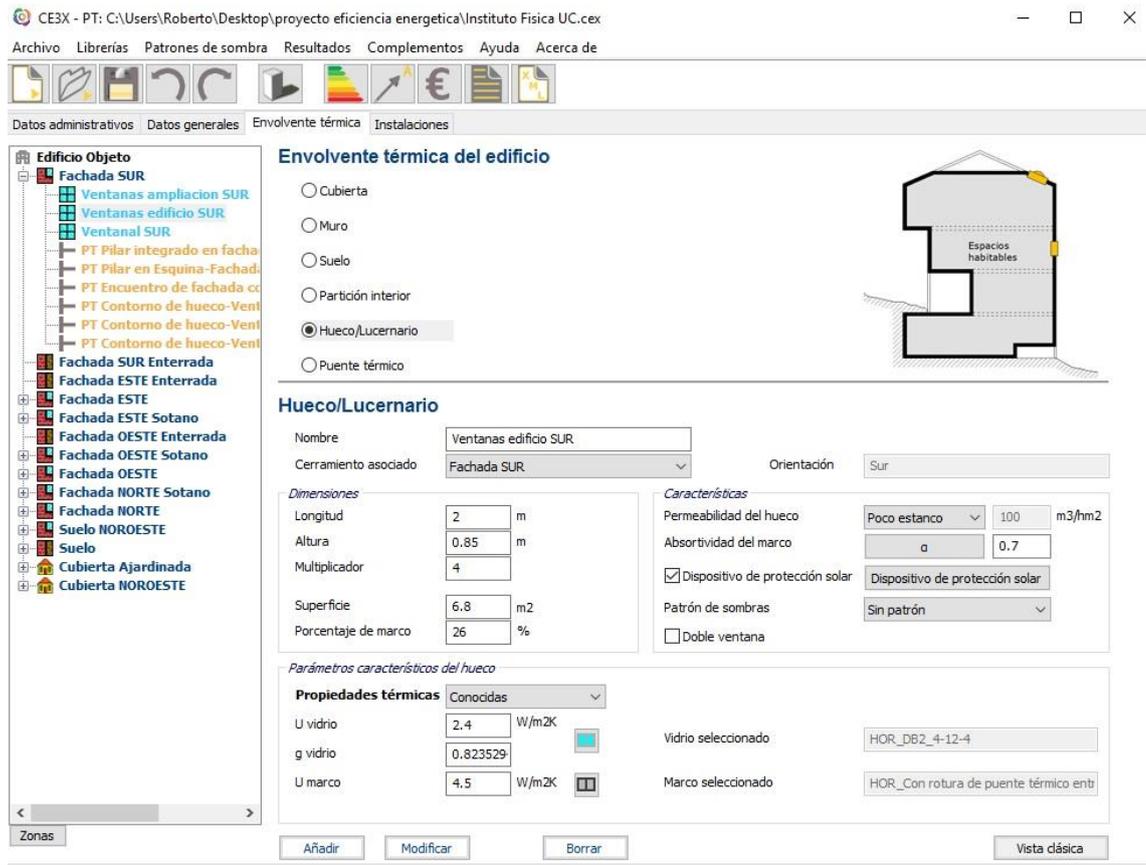


Figura 15. Definir huecolucernario (CE3x)

Como ya dijimos tenemos dos tipos diferentes de ventanas y un ventanal. Como el ventanal comparte mismo cristal que un grupo de ventanas. Disponemos de dos tipos de cristales diferentes.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Para las ventanas del edificio:

Tenemos un vidrio en posición vertical de baja emisión con doble cristal con capa de seguridad.

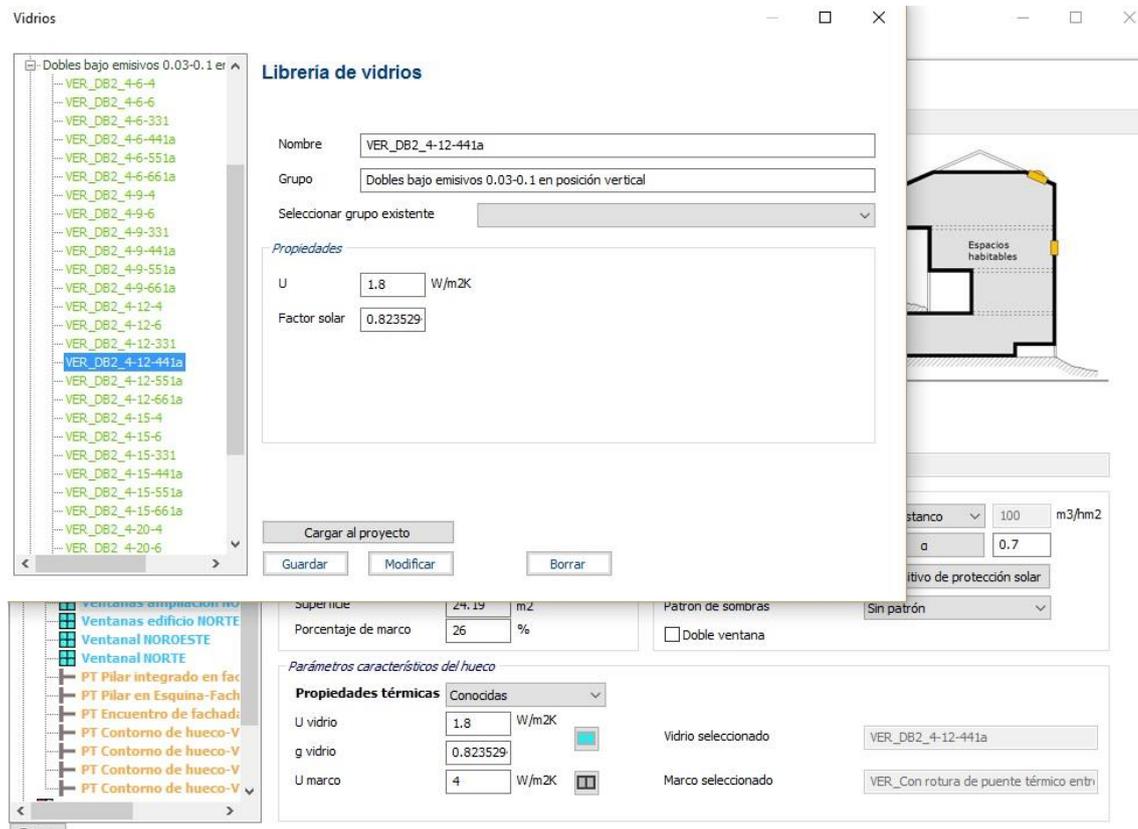


Figura 16. Definir vidrios (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

El marco para estas ventanas es un marco metálico en posición vertical con puente térmico de rotura de 9mm.

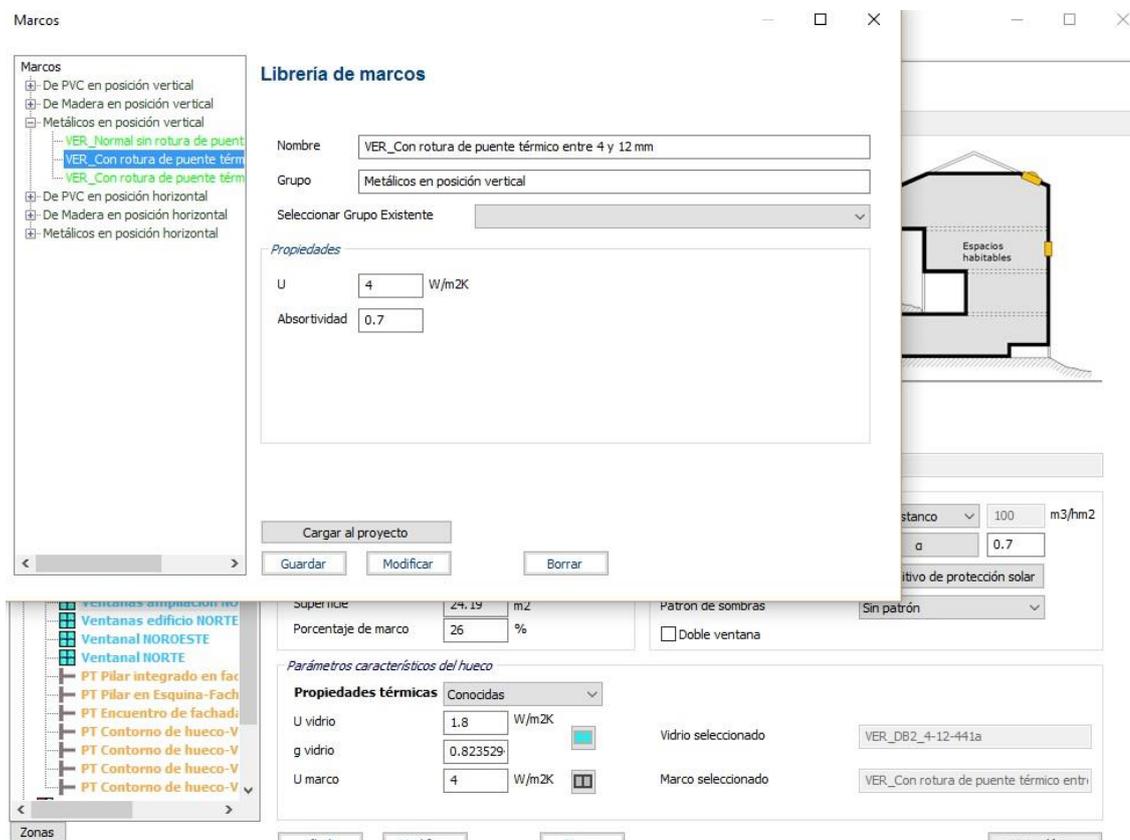


Figura 17. Definir marcos (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Para las ventanas de la ampliación y ventanales tenemos un vidrio del mismo tipo que el anterior, pero con diferentes medidas, y el marco que es exactamente el mismo.

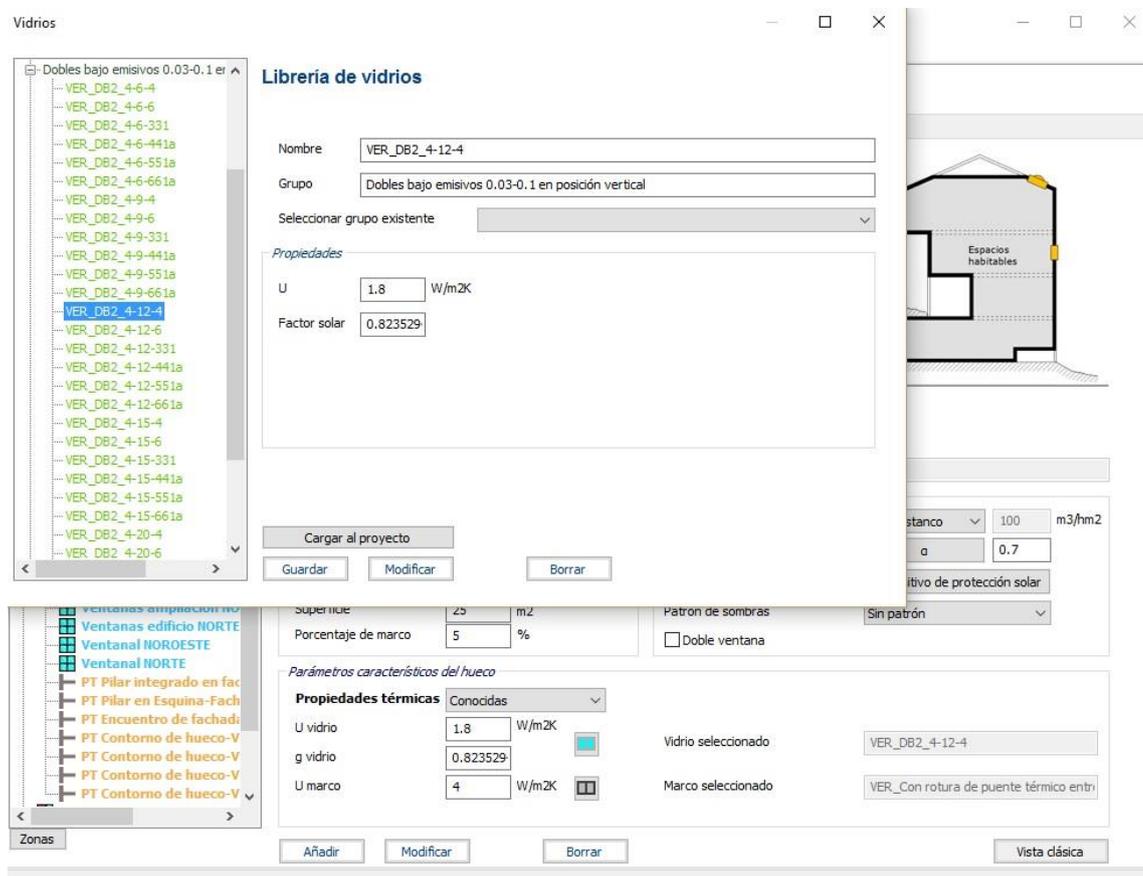


Figura 18. Definir vidrios, ampliación (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- **Puente térmico:** Un puente térmico es una zona donde se transmite más fácilmente el calor que en las zonas aledañas. En nuestro edificio tendremos de todos los tipos, salvo la caja de persianas, ya que nuestro edificio no dispone de persianas. A continuación, definiremos cada uno de los puentes térmicos que tenemos. Hay que recordar que para definir cada puente térmico nos debemos fiar ciegamente de lo que vemos en los planos que nos han facilitado y de la memoria de ejecución, ya que resulta imposible verlo físicamente.

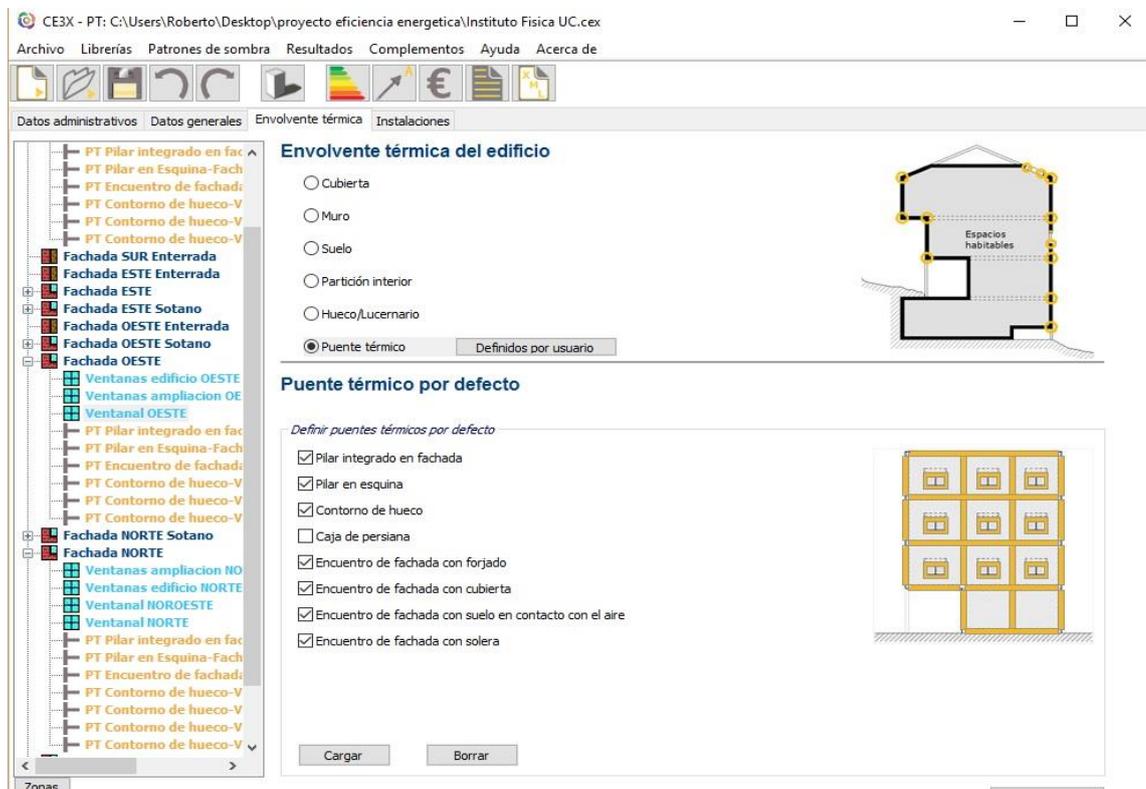


Figura 19. Definir marcos, ampliación (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Pilar integrado en fachada: Apoyándonos en tablas del DB-HE 3 Puentes térmicos, donde podemos sacar los valores de la transmitancia, cuya fórmula desarrollaremos más adelante. Definiremos el puente térmico.

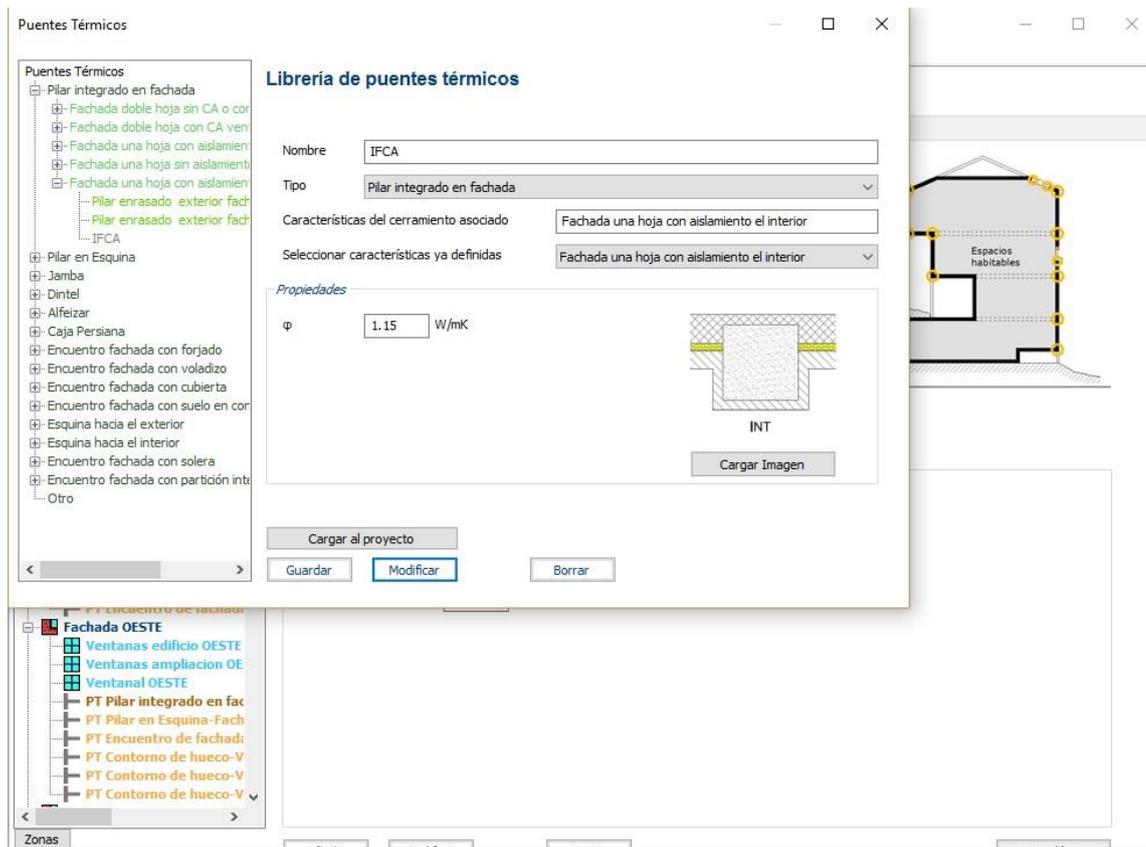


Figura 20. Definir puentes térmicos, pilar integrado en fachada (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

○ Pilar en esquina:

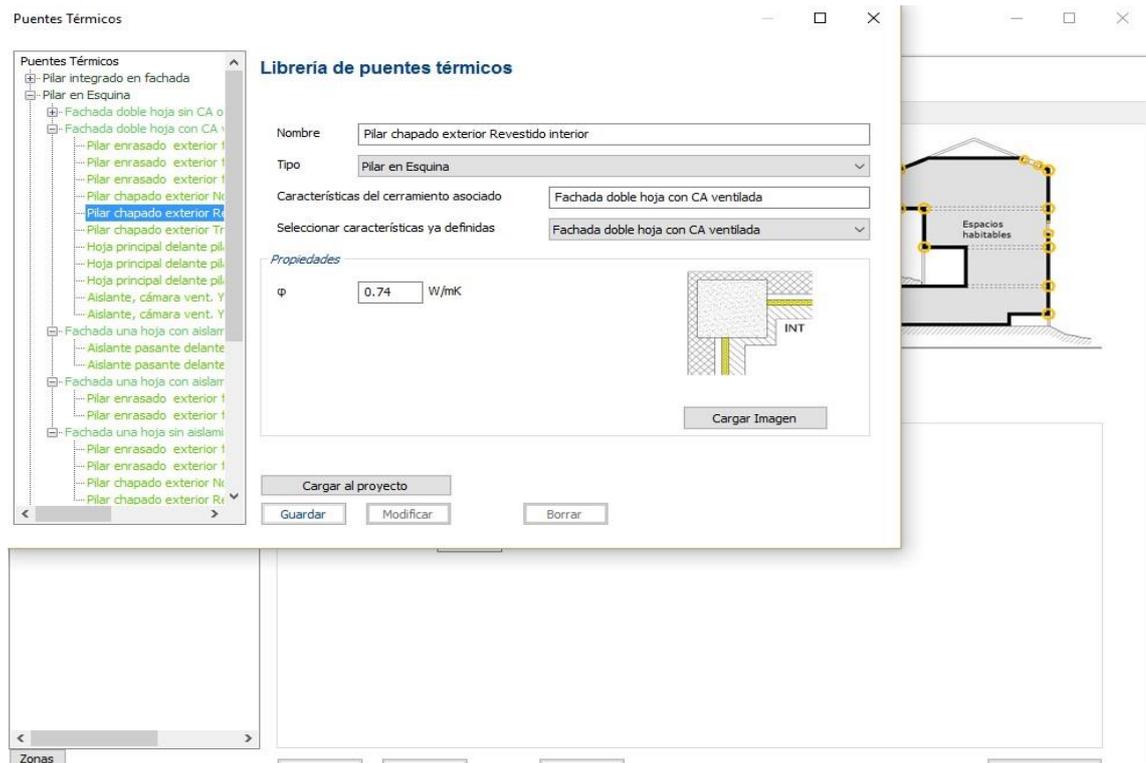


Figura 21. Definir puentes térmicos, pilar en esquina (CE3x)

○ Encuentro de fachada con forjado:

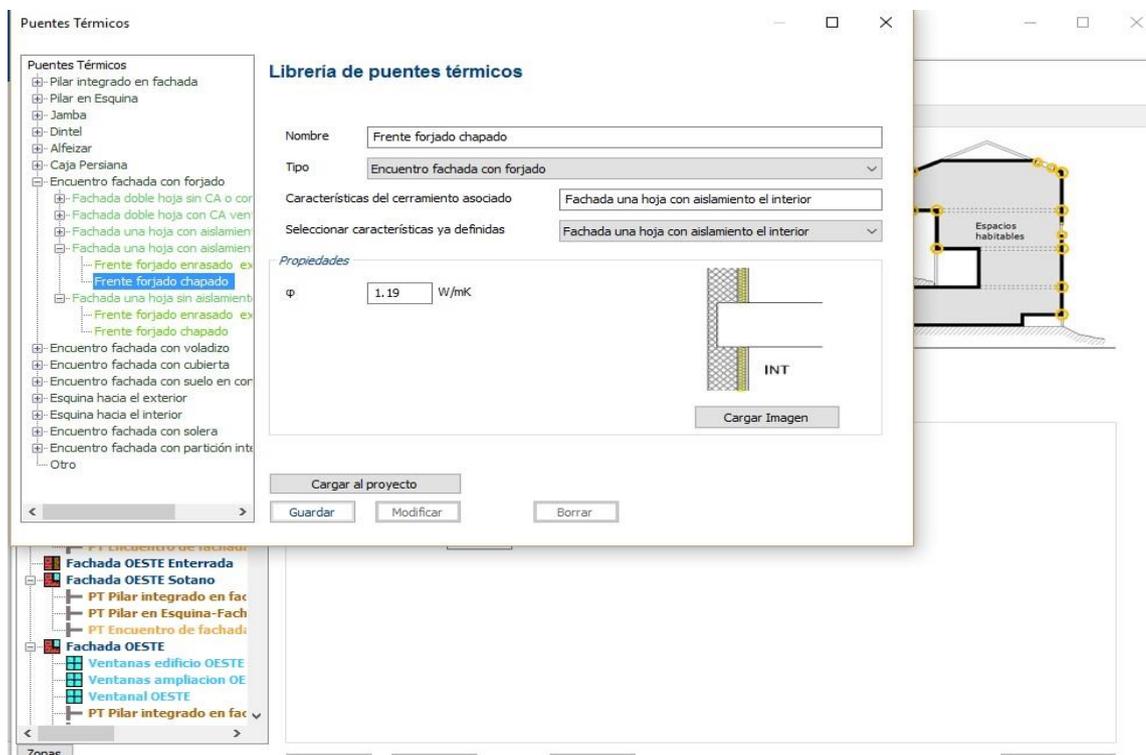


Figura 22. Definir puentes térmicos, fachada con forjado (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Encuentro fachada con cubierta:

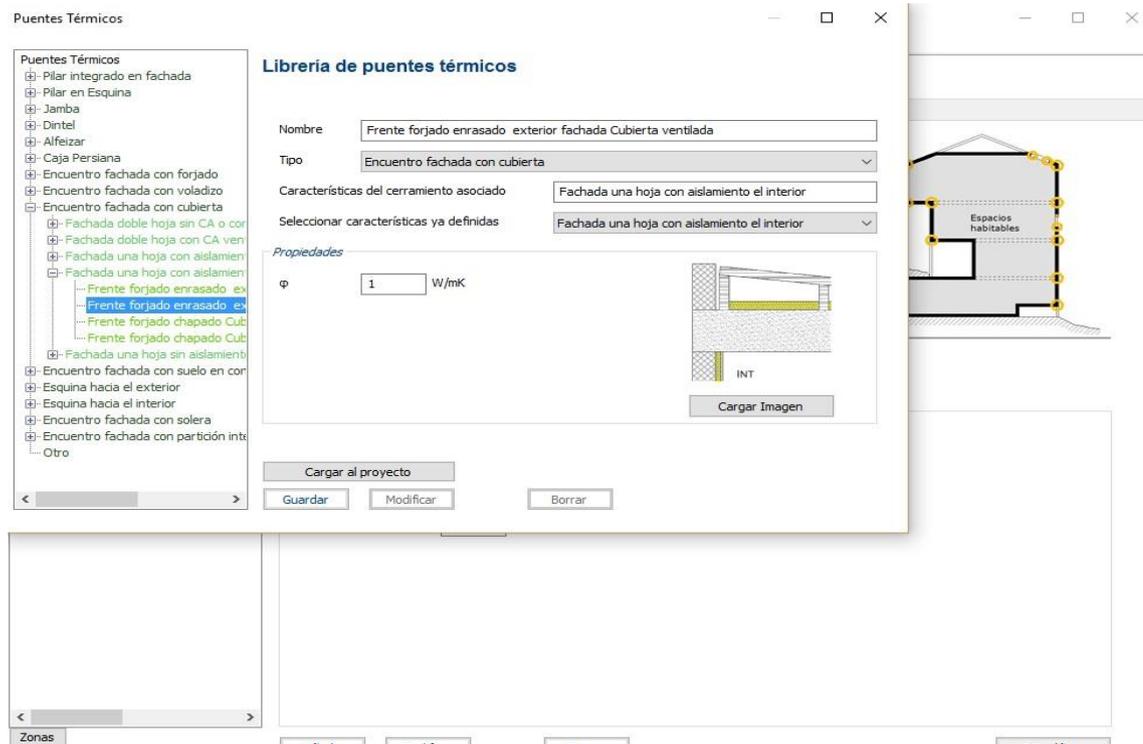


Figura 22. Definir puentes térmicos, fachada con forjado (CE3x)

- Encuentro de fachada con suelo:

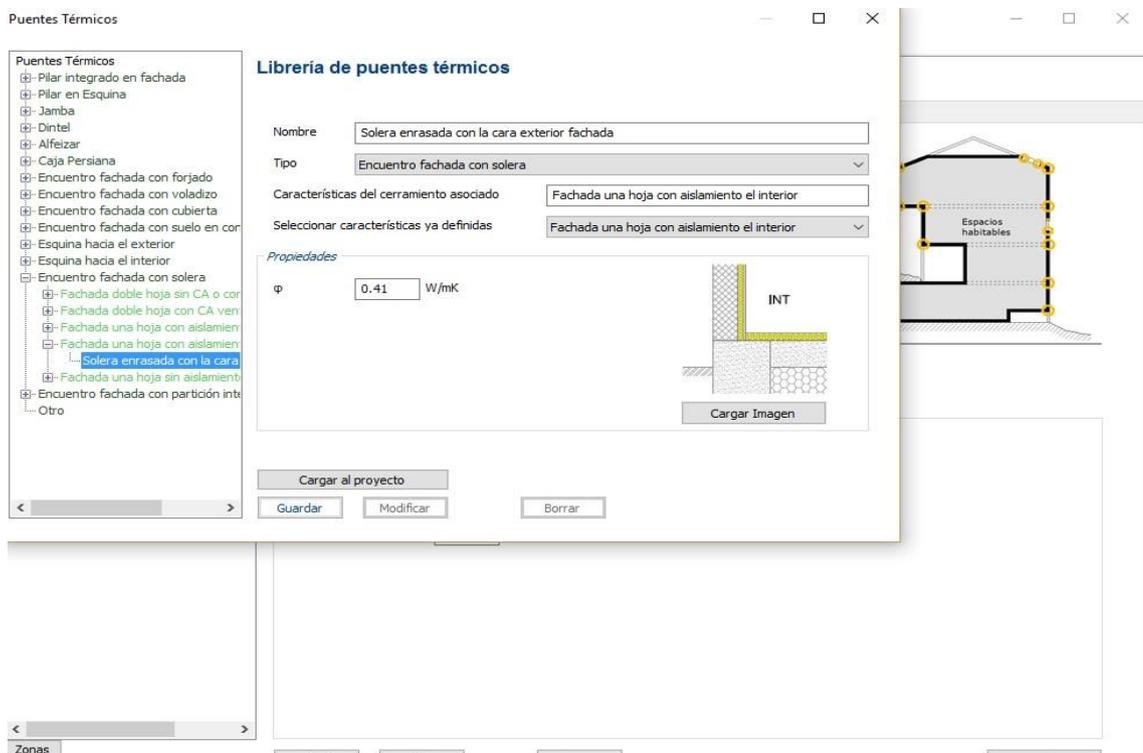


Figura 23. Definir puentes térmicos, fachada con solera (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

A continuación, haremos una mención especial a los cerramientos, para ser más precisos en el certificado hemos definido de forma “manual” los cerramientos de las fachadas. Esto es posible porque conocemos la composición que tienen dichos cerramientos en las fachadas, y porque el programa nos da esta opción.

Para nuestro proyecto crearemos dos cerramientos, uno que corresponde a la mayor parte de la fachada, la que tiene acabado de ladrillo caravista. Y la otra correspondiente a la parte de la fachada del sótano. Son los dos cerramientos diferentes que tiene el edificio.

Lo primero que hacemos es dar el nombre al cerramiento. Luego iremos introduciendo capa a capa, el programa nos separa cada material por grupos (Enlucidos, cámaras de aire, yesos, aislantes...) y dentro de estos grupos, lo separa por materiales. Una vez seleccionado estos materiales tenemos que poner el espesor real de la capa, y el programa nos da automáticamente sus características (densidad, calor específico...), que se sacan de tablas de materiales. Una vez que acabamos de rellenar todas las capas del cerramiento lo cargamos al proyecto. El cálculo que realiza el programa de forma automática de la transmitancia, lo calcularemos nosotros también manualmente en el Anexo III, cálculo de transmitancias.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Aquí podemos ver la interface del software

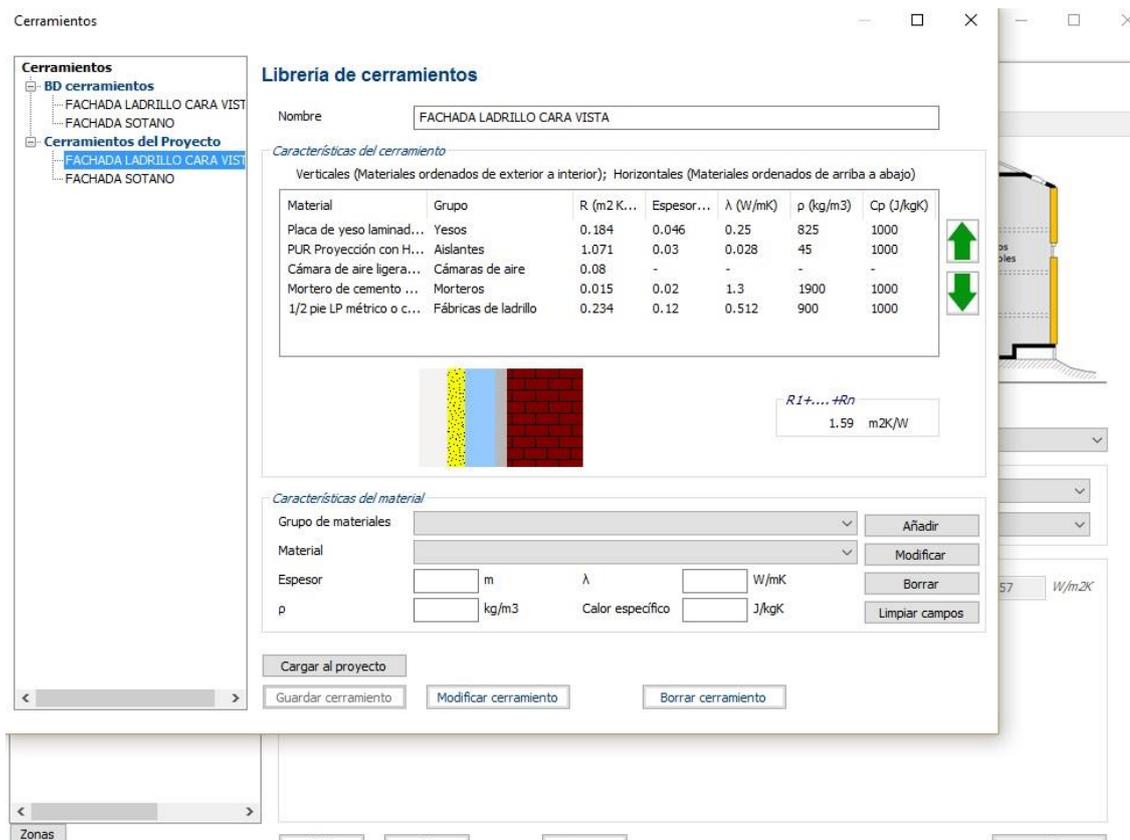


Figura 24. Definir cerramientos (CE3x)

Patrón de sombras

Haremos una mención especial para el patrón de sombras, ya que es una parte importante del programa y posiblemente de las más complejas.

Para empezar, diremos que el patrón de sombras permite definir la sombra arrojada de objetos remotos, sobre nuestro edificio. Debemos tener en cuenta que la reducción o aumento de radiación solar en un edificio y sus aperturas, nos va a afectar considerablemente en su comportamiento energético.

Estos objetos remotos pueden ser, bien edificios del entorno que proyecten sombra, o bien, elementos del propio edificio. Este último caso, es típico en patios interiores o de balcones o terrazas retranqueadas, donde los cerramientos serán los objetos remotos. Otro ejemplo de elementos propios son los voladizos.

Uno de los factores importante a tener en cuenta es que no tiene sentido calcular patrones de sombra en fachadas Norte, ya que por la trayectoria solar estas fachadas no reciben sombra.

Si nos metemos en nuestro edificio, diremos que no hay sombras producidas por edificios adyacentes, ya que, el edificio más cercano se encuentra a 50 metros y su altura es menor que la de nuestro edificio por lo que en ningún momento produce sombras sobre nuestro edificio. Como nuestro edificio tiene forma cubica tampoco producirá sombras sobre sí mismo, lo que nos deja únicamente sombras producidas por los elementos propios del edificio.

Entrando más a fondo en estos elementos, el edificio tiene un voladizo de un metro en toda la cornisa de la cubierta, por las dimensiones de este voladizo y por la construcción del edificio que sitúa ventanas debajo de dicho voladizo a lo largo de la mayoría de la fachada, ya lo tuvimos en cuenta a la hora de introducir las ventanas en el programa por lo que no tiene sentido volver a calcular la sombra que produce dicho voladizo. Lo mismo pasa con el voladizo de la fachada sur que se sitúa sobre el ventanal de la entrada, la sombra queda definida cuando metemos la ventana, esto es porque las sombras tienen mucha más repercusión en ventanales y patios interiores que en fachadas, por lo que podemos

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

despreciar la repercusión que tendrá la sombra sobre esta fachada. Por lo que acabamos de comentar sabemos que donde más afectaría las sombras sería en los ventanales grandes que tenemos en la fachada norte, pero como ya hemos dicho en las fachadas orientadas al norte, no se producen sombras. Por esto solo tenemos un elemento que producirá sombra, este es el casetón que hay en la cubierta, y producirá sombra sobre dicha cubierta, suponemos que la sombra que aportará será prácticamente despreciable por las dimensiones de dicho casetón y de la cubierta, pero lo calcularemos como ejemplo de cálculo para dicho patrón.

Para calcular un patrón de sombras lo primero es definir las propiedades que definen los puntos de los obstáculos remotos son las siguientes, Acimut y Elevación:

- Acimut α (grados); define el ángulo de desviación en el plano horizontal con respecto a la dirección sur. El sur se considera 0° , los ángulos hacia el este son negativos y hacia el oeste positivos, siendo el este -90° y el oeste $+90^\circ$. Veamos el siguiente gráfico.

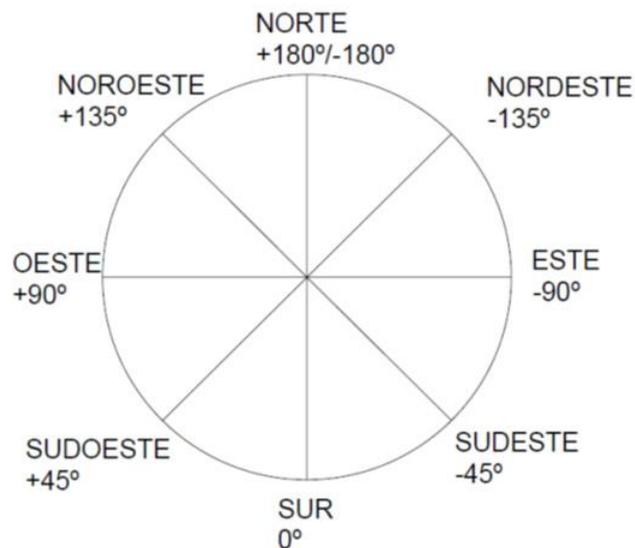


Figura 25. Orientación de las fachadas

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Elevación β (grados); define la altura de la sombra que produce el obstáculo sobre el edificio que se analiza mediante un ángulo.

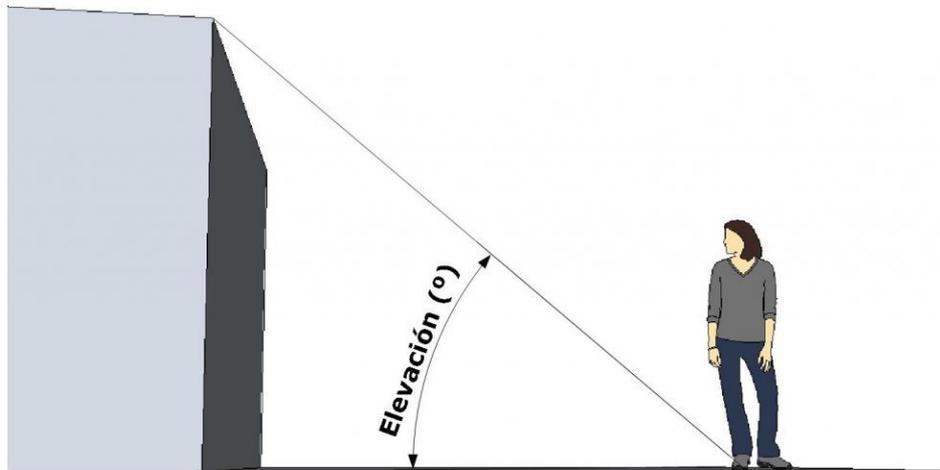


Figura 26. Croquis de Elevación

El procedimiento que debemos seguir es el siguiente:

- 1) Marcamos el punto de referencia (PR) de la edificación que estamos estudiando. Es el centro geométrico de la cubierta.
- 2) Desde PR trazamos una línea perpendicular al plano donde se encuentra el obstáculo que vamos a estudiar. El punto de intersección de la recta con el plano lo llamaremos (PO). El punto PO puede estar, según cada caso, dentro del obstáculo o fuera de él.
- 3) Medimos el ángulo de desviación respecto del Sur de la recta que une los puntos PR y PO. Con este ángulo obtenemos la orientación que debemos considerar.
En este caso, el ángulo es de 90° (con signo negativo puesto que es hacia el Este), por lo que la orientación sería Este.
- 4) Medimos la longitud de la recta que une los puntos PR y PO. Esta longitud es el parámetro "d" que debemos introducir.
En este caso, el valor de "d" es 1,575.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

5) Medimos la longitud desde el punto PO hasta A1 que es la arista del obstáculo que está hacia el Este. Esta longitud es el parámetro "d1" que debemos introducir.

En este caso, el valor de "d1" es 3.29.

6) Medimos la longitud desde el punto PO hasta A2 que es la arista del obstáculo que está hacia el Oeste. Esta longitud es el parámetro "d2" que debemos introducir.

En este caso, el valor de "d2" es 5.06.

7) Medimos en el alzado la elevación del punto más alto del obstáculo respecto del punto PR. Esta longitud es el parámetro "elevación" que debemos introducir.

En este caso, el valor de "elevación" es 3.56.

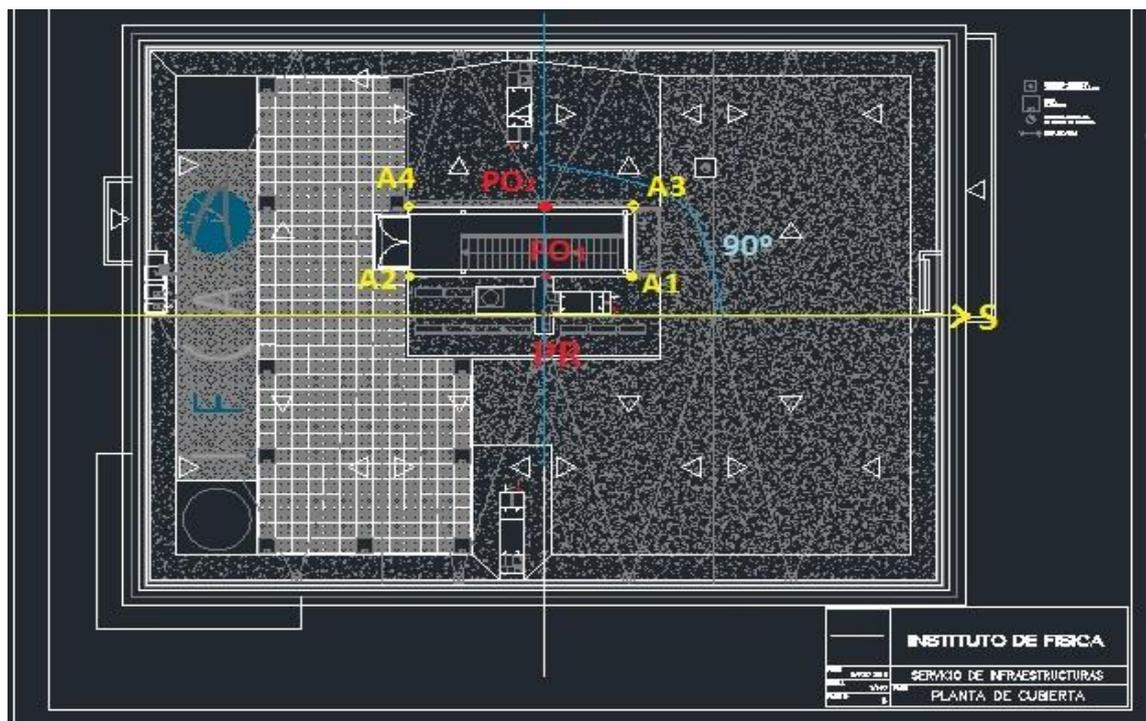


Figura 27. Plano cubierta calculando sombras

Debemos tener en cuenta que también habría que introducir en el mismo patrón otros obstáculos, que son todos los planos del casetón, menos la fachada norte del casetón.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Ahora explicaremos como introducirlo en el CE3x.

Esta es la interface que nos da el programa para los patrones de sombras, en nuestro caso lo haremos definiendo un obstáculo rectangular.



Figura 28. Patrón de sombras (CE3x)

Para ello abrimos la pestaña, y nos sale un esquema con los valores que nos pide, que son los que hemos calculado previamente.

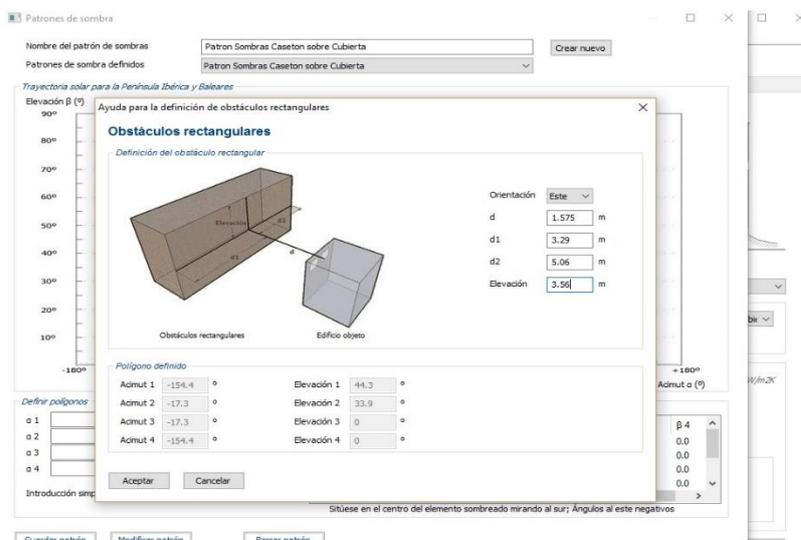


Figura 29. Valores del patrón de sombras (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Una vez introducidos estos valores el programa nos calcula de forma automática el patrón de sombras, que quedaría una cosa así.

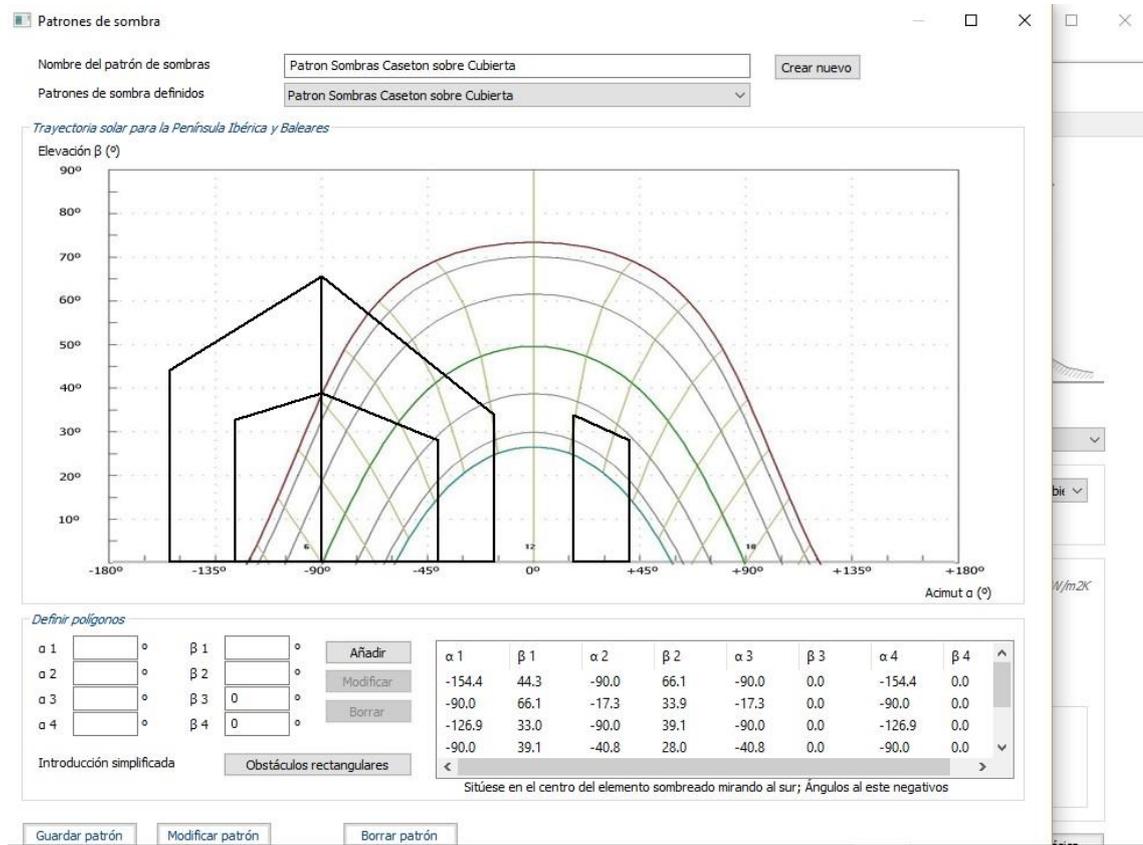


Figura 30. Calculo de sombras (CE3x)

Habría otra forma de calcular este patrón de forma, sería de una forma manual, es más costosa y se utiliza cuando el obstáculo no tiene una forma rectangular.

En ese caso definiríamos cada plano del obstáculo con 4 puntos, de los que mediríamos su ángulo respecto de la línea ficticia orientada al sur y que para por el punto PR, definido anteriormente. La distancia entre el punto PR y cada uno de los puntos del plano. Y por último con su elevación respecto al plano de la cubierta, en este caso.

Con estos datos y ayudándonos de una hoja de cálculo ("patrón de sombras"), donde realizamos una serie de cálculos trigonométricos sencillos, sacaríamos el acimut y el ángulo de elevación, que sería suficiente para definir las sombras proyectadas por cada plano. En el

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

programa se introduciría punto a punto y plano a plano, por lo que en nuestro caso es mucho mejor la primera forma.

Esto lo calcularemos en el Anexo IV, patrón de sombras.

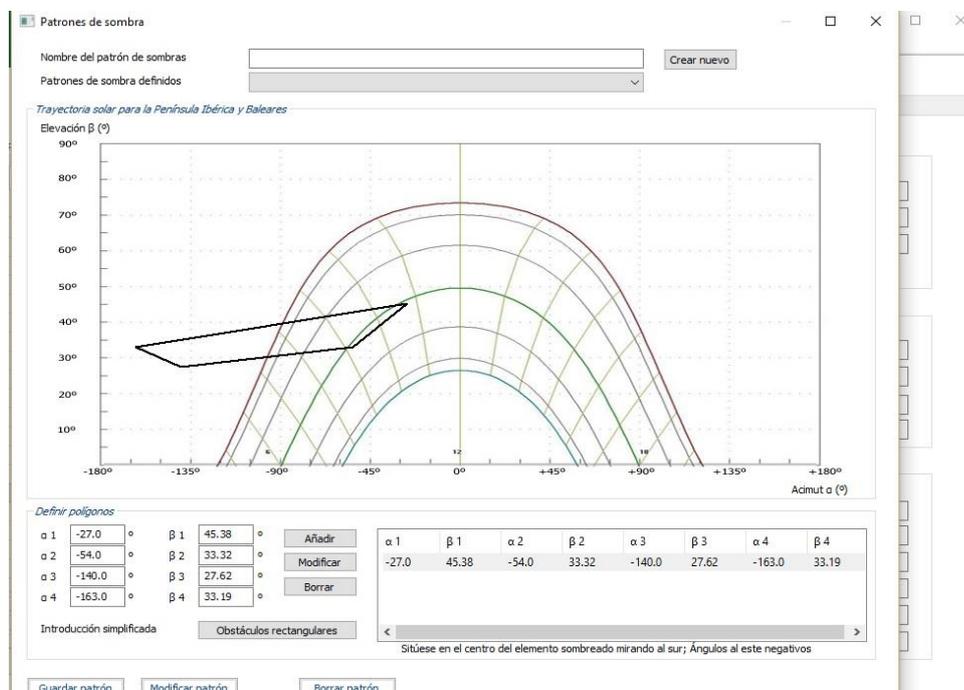


Figura 31. Cálculo de sombras de forma manual

Instalaciones

Por último, la última pestaña para meter datos que nos pide el programa es la de instalaciones.

En este apartado tendremos que recoger todas las instalaciones que nos dice el RITE.

- Equipos de ACS, calefacción y refrigeración. Nos da la opción de hacerlos juntos o por separado. En nuestro caso tendremos el ACS y la Calefacción junto, y por otra parte la refrigeración.

Analizaremos nuestro caso de equipo mixto de ACS y calefacción.

The screenshot shows the 'Instalaciones del edificio' (Building Installations) configuration window in the CE3X software. The window title is 'CE3X - PT: C:\Users\Roberto\Desktop\proyecto eficiencia energetica\Instituto Fisica UC.cex'. The interface includes a menu bar (Archivo, Librerías, Patrones de sombra, Resultados, Complementos, Ayuda, Acerca de) and a toolbar. The main area is divided into several sections:

- Edificio Objeto:** A tree view on the left showing 'Sólo refrigeración', 'Calefacción y ACS' (selected), 'Iluminación', and 'Aire primario'.
- Instalaciones del edificio:** A list of radio buttons for selecting the equipment type. The 'Equipo mixto de calefacción y ACS' option is selected.
- Equipo mixto de calefacción y ACS:** Configuration details for the selected equipment.
 - Nombre:** 'Calefacción y ACS'
 - Zona:** 'Edificio Objeto'
 - Características:** 'Tipo de generador' is 'Caldera Estándar' and 'Tipo de combustible' is 'Gas Natural'.
 - Demanda cubierta:** A table showing covered demand for ACS and Calefacción.
 - Rendimiento medio estacional:** 'Estimado según Instalación' with a seasonal efficiency of 72.9%.
 - Potencia nominal:** 232.6 kW
 - Carga media real (bcmb):** 0.2
 - Rendimiento de combustión:** 88.2%
 - Aislamiento de la caldera:** 'Antigua con aislamiento medio'
 - Con Acumulación:** Un unchecked checkbox.

Figura 32. Equipo mixto, calefacción y ACS (CE3x)

Lo primero que hay que definir qué tipo de caldera es, y con qué tipo de combustible funciona, nosotros sabemos esto ya que visitamos la instalación y vimos las características de la caldera.



Figura 33. Placa características caldera

Se trata de una caldera ROCA tipo NTD-200, con una potencia de 232.6 kW y un rendimiento de combustión del 88.2%.

La demanda en superficie que deberá cubrir la caldera la dejamos por defecto, el 100% de la superficie del edificio, ya que pretendemos que cubra toda la demanda del edificio.

Para calcular el rendimiento estacional, como no nos ha sido posible ensayarlo, lo estimaremos conociendo la potencia y rendimiento de la caldera. Otros dos factores que nos pide el programa es la carga media real y el aislamiento de la caldera. Explicaremos cada uno de ellos a continuación.

- Carga media real: A continuación, explicaremos que es el factor de carga media real de las calderas (Bcmb) y la influencia que el valor de este parámetro puede tener en las certificaciones energéticas de edificaciones existentes realizadas con el software CE3X.

El factor de carga media real. Es la media de las fracciones de carga del generador durante su tiempo de servicio.

Conforme a lo indicado en el Manual de Fundamentos Técnicos del CE3X (Apdo. 5.1, página 23), el programa calcula las emisiones CO₂ asociadas al servicio de calefacción en base a los valores

especificados de rendimiento medio estacional del generador y la demanda del edificio.

Cuando seleccionamos la introducción de datos del generador por el método "Estimado", para la obtención del rendimiento medio estacional del generador el procedimiento descrito en la norma UNE 15378: Sistemas de calefacción en los edificios. Inspección de calderas y sistemas de calefacción (Manual de Fundamentos Técnicos del CE3X, Apdo. 4.2.1, página 78):

Ecuación 1. Rendimiento estacional

$$\eta_{gen} = \eta_{comb} - \left(\frac{1}{\beta_{cmb}} - 1 \right) \alpha_{ch,off} - \frac{1}{\beta_{cmb}} \cdot \alpha_{ge}$$

- Los parámetros que intervienen en dicha ecuación son:
 - η_{comb} : rendimiento de combustión. Es uno de los datos de entrada del programa. Se obtiene realizando un análisis de combustión al sistema generador de calor. Ante la imposibilidad de la obtención de este parámetro se determinará un valor del 85%.
 - $\alpha_{ch,off}$: factor de pérdidas por la chimenea con el quemador parado. Estimado por el programa.
 - α_{ge} : factor de pérdidas a través de la envolvente del sistema de generación de calor. El programa lo estima en función del dato de "Aislamiento de la caldera".
 - β_{cmb} : factor de carga media real. Es la media de las fracciones de carga del generador durante su tiempo de servicio. El factor de carga media real, puede estimarse, para el caso de instalaciones con varios generadores funcionando simultáneamente, empleando la ventana que aparece cuando pulsamos el botón "?". En aquellos casos donde no se disponga de la información suficiente para el cálculo de β_{cmb} , se considerará el valor por defecto de 0,2 (Manual de Fundamentos Técnicos del CE3X, tabla 34, página 80).

Es posible calcular el valor de la carga media real B_{comb} mediante la ecuación (Manual de Fundamentos Técnicos del CE3X, Apdo. 4.2.1, página 79):

Ecuación 2. Factor de carga media

$$\beta_{cmb} = \frac{V_{del} \cdot H_x}{\Phi_{cmb} \cdot t_{gen}}$$

Dónde:

- V_{del} : consumo real de combustible. Puede ser obtenido por medio de facturas energéticas o por el contador volumétrico de la instalación, si existe. Se debe expresar el consumo real de combustible en las mismas unidades en las que estará expresado su poder calorífico.
- H_x : poder calorífico del combustible. Se debe obtener en kilovatios hora (kWh) por unidad másica o volumétrica, concordando con la utilizada en el consumo real.
- Φ_{cmb} : potencia nominal del sistema generador. La potencia nominal puede obtenerse a partir de la placa de característica del equipo que compone el sistema generador o de información comercial de dicho equipo.
- t_{gen} : define el tiempo de funcionamiento del sistema generador en período de tiempo considerado. Este parámetro afecta al tiempo de disposición de servicio de la/s caldera/s del sistema generador, no de su/s quemador/es. Este parámetro se puede obtener del programa de funcionamiento del sistema o de algún contador horario, si se dispone. En caso de que no se disponga de ninguna de las dos opciones, se estimará según el criterio del técnico certificador (o bien se obtendrá del propietario o de la comunidad). Debe estar expresado en horas (h).

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Para entender lo que es el rendimiento medio estacional: Lo primero es explicar la diferencia que hay entre rendimiento instantáneo y rendimiento estacional. El cálculo propio de este rendimiento estacional lo haremos en el Anexo V, Rendimiento medio estacional.

Rendimiento instantáneo: porcentaje de calor aprovechado, considerando las pérdidas en humos, inquemados y por la envolvente de la caldera (rendimiento puntual, en unas condiciones de funcionamiento concretas).

Rendimiento estacional: rendimiento que proporciona el generador de calor a lo largo de toda la campaña de invierno (rendimiento en función de las condiciones variables de demanda y funcionamiento de una instalación real).

El programa nos calcula este rendimiento ayudándose de una pestaña donde nos pregunta el tipo de aislamiento que tiene la caldera a simple vista. A parte del valor que nos da el programa, nosotros hemos creado una hoja de cálculo que nos saca el rendimiento medio estacional (mirar tabla adjunta, "Rendimiento medio estacionario").

Ayudándonos de la foto, diremos que se trata de una caldera antigua con un aislamiento medio.



Figura 34, Instalación caldera en el edificio

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

A continuación, analizaremos el equipo de refrigeración: La refrigeración se llevará a cabo por medio de una máquina de refrigeración que funciona con electricidad, y cuya bomba consta de un rendimiento aproximado de 225%.

CE3X - PT: C:\Users\Roberto\Desktop\proyecto eficiencia energetica\Instituto Fisica UC.cex

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

Edificio Objeto

- Sólo refrigeración
- Calefacción y ACS
- Iluminación
- Aire primario

Instalaciones del edificio

Equipo de ACS

Equipo de sólo calefacción

Equipo de sólo refrigeración

Equipo de calefacción y refrigeración

Equipo mixto de calefacción y ACS

Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Contribuciones energéticas

Equipos de iluminación

Equipos de aire primario

Equipo de sólo refrigeración

Nombre: Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

	Refrigeración
Superficie (m2)	2192.4
Porcentaje (%)	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Rendimiento medio estacional: %

Antigüedad del equipo: ¿Existen varios generadores escalonados?

Rendimiento nominal: %

Zonas

Figura 35, Equipo refrigeración (CE3x)

Al igual que con el equipo de calefacción deberemos estimar el valor, con los datos citados y sabiendo también que la antigüedad del equipo se corresponde al 2005.

- Contribuciones energéticas: El edificio no dispone de estas contribuciones, lo cual lo tendremos en cuenta a la hora de proponer mejoras.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Equipos de iluminación: Al tratarse de un pequeño terciario, y a diferencia de lo exigido para residenciales, si se tiene en cuenta los equipos de iluminación para el certificado de eficiencia energética. Teniendo en cuenta la Sección HE 3 Eficiencia Energética de las instalaciones de iluminación, y por lo que tenemos en la memoria de ejecución.

Potencia total prevista por instalación: Salida N+1	
Concepto	P Total (kW)
Salida C.G.B.T. N+1	38.105

Memoria de ejecución de la obra:

“(…)

- Receptores de alumbrado.

La iluminación será, básicamente, con lámparas fluorescentes y existirán de diversos tipos en función de las características del espacio:

- Luminaria empotrada en falso techo modular de 60x60 cm. con lámparas fluorescentes compactas tipo L 2x36 W; chasis fabricado en chapa de acero electrocincado y pintado en color blanco RAL 9.016 brillo que incorpora la instalación eléctrica, piezas para la sujeción del difusor y garras de fijación al falso techo; Difusor “D” de baja luminancia y elevado rendimiento, con laterales parabólicos y lamas transversales doble parabólicas,

fabricado en aluminio especlar anti-irisación de alta pureza.

- Luminaria para empotrar en falso techo tipo Downlight con lámpara incandescente de 100 W; chasis fabricado en material termoplástico acabado en colores negro y gris, ficha de conexión rápida de 3 polos en compartimento oculto y entrada de conductores por su parte inferior, con bastidor en chapa de acero galvanizado regulable manualmente para apoyo en el falso techo; portalámparas E-27; Reflector en aluminio anodizado brillante y aro embellecedor en material termoplástico de color blanco.

- Luminaria de superficie colgada de 1.265x292 mm. con lámparas fluorescentes de 36 W; chasis fabricado en chapa de acero electrocincado y pintado en color blanco RAL 9.016 brillo que incorpora la instalación eléctrica, piezas para la fijación del difusor, con tapas laterales inyectadas en material termoplástico en color blanco (material reciclable); Difusor “D” de baja luminancia y elevado rendimiento, con laterales parabólicos y lamas transversales doble parabólicas, fabricado en aluminio especlar anti-irisación de alta pureza.

- Luminaria fluorescente estanca de 1.295x185 mm. con lámpara fluorescente de 36 W; carcasa en poliéster reforzado con fibra de vidrio, acabado en color gris, con pestillos de cierre en el mismo material y junta de estanqueidad de PUR expandido, disponiendo de una sistema para la fijación del reflector sin necesidad de herramientas; reflector para accesorios en chapa de acero tratado y pintado en color blanco; difusor en metacrilato transparente, con acabado tipo perlado; dos tapones

opuestos para entrada de conductores; incluye dos cáncamos para suspensión.

- Luminaria de adosar a pared de 1.234x190 mm. con lámpara fluorescente de 36 W; chasis fabricado en acero electrocincado y pintado en color blanco mate que el equipo eléctrico sobre bandeja en chapa de acero galvanizado, ficha de conexión de 5 polos y entrada de conductores por su parte posterior o lateral; reflector en aluminio anodizado mate; difusor en metacrilato transparente para luz indirecta; difusor en metacrilato opal para luz tamizada, sobre la parte perforada del chasis.

. - Alumbrado de emergencia.

En previsión de un fallo de suministro de la energía eléctrica se ha previsto un sistema de alumbrado de emergencia que permita el movimiento hacia las salidas e ilumine los puntos críticos y zonas de paso.

Este alumbrado estará formado por una red de puntos de luz, que se alimentarán a 220 V c.a. y entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de la red baje a menos del 70% de su valor nominal.

Estarán formados por bloques autónomos con rectificador, acumuladores, relés y automáticos para conexión y desconexión y su autonomía de funcionamiento será superior a una hora.

Los bloques autónomos serán fluorescentes y llevarán indicadores de salida para marcar a las personas el movimiento a

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

realizar hacia las zonas de salida para el caso de emergencia o evacuación. (...)"

Por todo esto nuestro equipo de iluminación será el siguiente:

The screenshot shows the CE3X software interface for configuring an illumination installation. The window title is "CE3X - PT: C:\Users\Roberto\Desktop\proyecto eficiencia energetica\Instituto Fisica UC.cex". The menu bar includes "Archivo", "Librerías", "Patrones de sombra", "Resultados", "Complementos", "Ayuda", and "Acerca de". The toolbar contains various icons for file operations and simulation. The main interface is divided into several sections:

- Edificio Objeto:** A tree view on the left showing the building structure with options for "Sólo refrigeración", "Calefacción y ACS", "Iluminación" (highlighted), and "Aire primario".
- Instalaciones del edificio:** A section with radio buttons for selecting the building's energy systems:
 - Equipo de ACS
 - Equipo de sólo calefacción
 - Equipo de sólo refrigeración
 - Equipo de calefacción y refrigeración
 - Equipo mixto de calefacción y ACS
 - Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
 - Contribuciones energéticas
 - Equipos de iluminación
 - Equipos de aire primario
- Equipos de iluminación:** A section for configuring the lighting equipment:
 - Nombre:** "iluminación"
 - Zona:** "Edificio Objeto" (dropdown menu)
 - Características:**
 - Superficie zona:** "2192.4" m2
 - Eficiencia energética:**
 - Zona de representación
 - Actividad:** "Aulas y laboratorios" (dropdown menu)
 - Definir características:** "Conocido(ensayado/justificado)" (dropdown menu)
 - Potencia instalada:** "38150" W
 - Iluminancia media horizontal:** "500" lux

Figura 36. Instalación de iluminación (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Calcularemos en el Anexo VI, instalación de iluminación que como hemos dicho anteriormente, nuestra instalación cumple con el reglamento. Es decir que el VEEI es menor que 3,5.

<i>Zonas de actividad diferenciada</i>	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Figura 37, Tabla VEEI límite

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

- Equipos de aire primario: Los equipos de aire primario son aquellos encargados de gestionar la cantidad de aire exterior que se introduce en el edificio a fin de satisfacer las exigencias de renovación de aire por motivos de salubridad. El caudal lo calculamos antes junto con la ventilación del edificio.

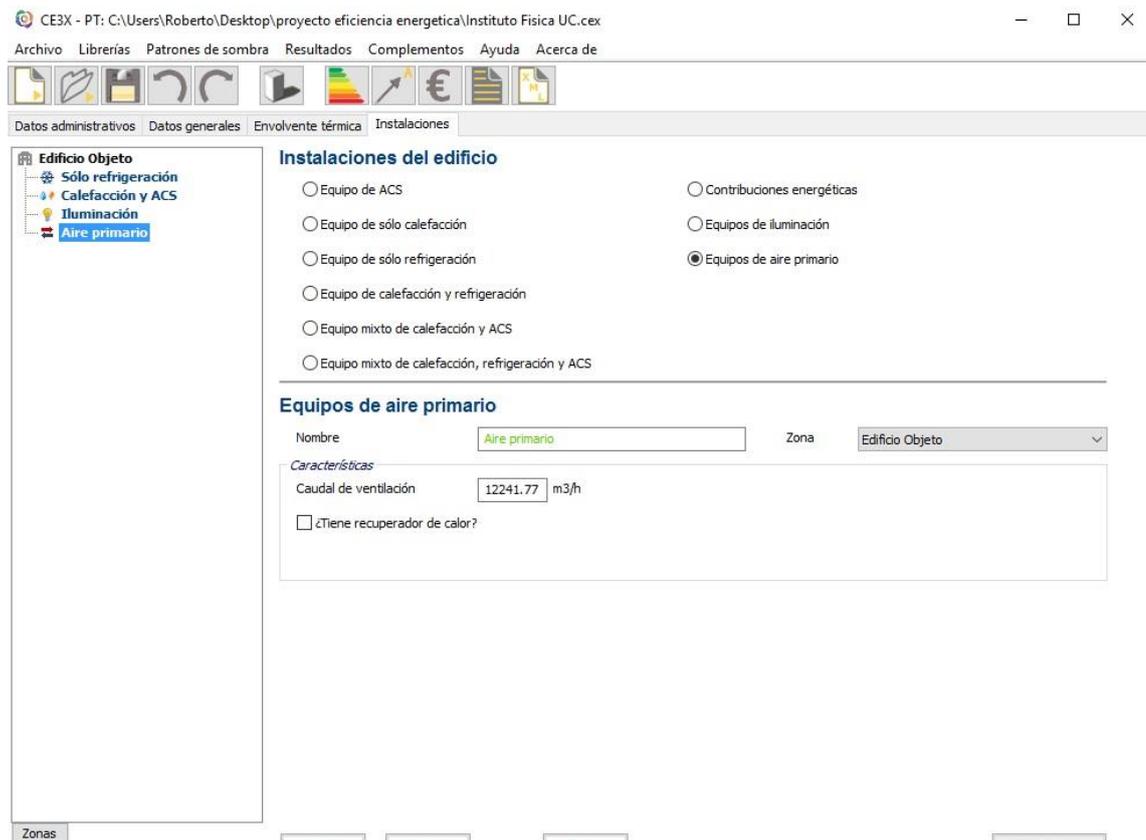


Figura 38, Instalación de aire primario (CE3x)

Propuestas de mejoras

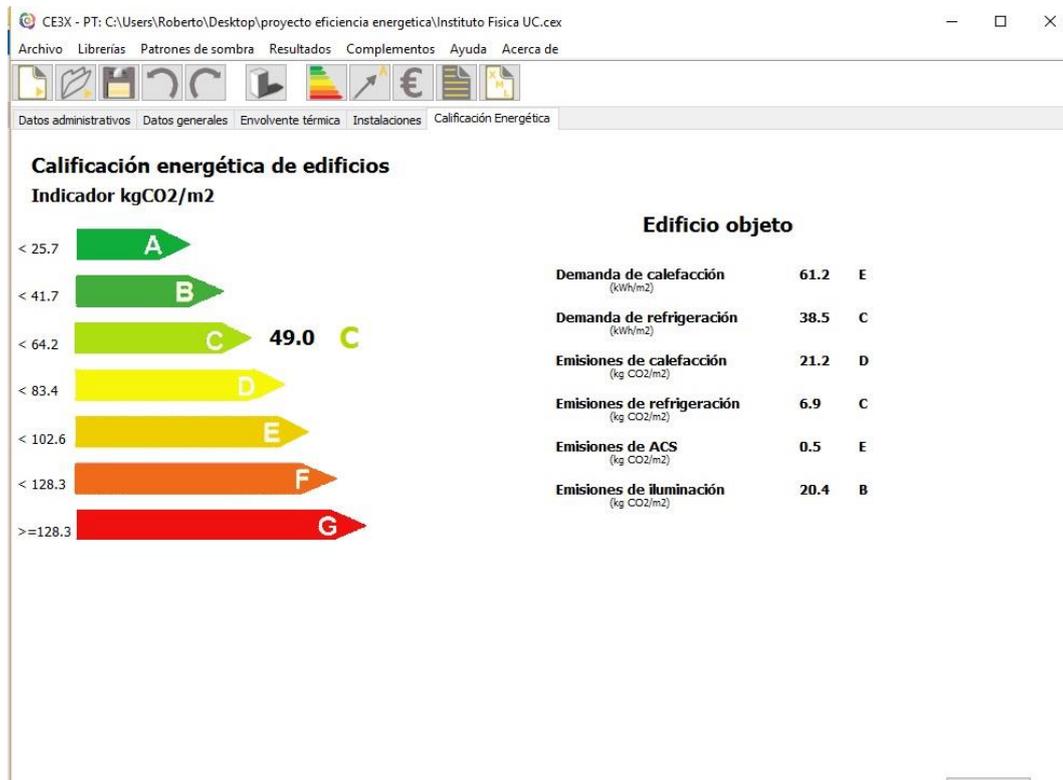


Figura 39. Calificación energética del edificio (CE3x)

Una vez que ya hemos realizado el estudio actual del edificio en cuestión y que tenemos el certificado con el correspondiente nivel de eficiencia energética, el cual analizaremos más a fondo posteriormente, en el Anexo IX, Certificado eficiencia energética, que corresponde con una letra, en nuestro caso como ya dijimos, se trata de una letra C, con un indicador de emisiones de kgCO₂/m² de 49.0. Realizaremos una serie de propuestas para que el cliente disponga de información para mejorar el estado del edificio y por tanto la calificación energética. Aunque principalmente lo hacemos porque es obligatorio por normativa.

Para empezar, definiremos una serie de mejoras en todos los campos que componen el certificado de eficiencia energética, algunos de ellos serán mejoras de alta viabilidad, y otras serán auténticas locuras, el siguiente paso será encontrar la optimización más eficiente y económica posible.

1ª mejora: Cambiar la caldera

La primera mejora que proponemos es cambiar la antigua caldera, con bajo rendimiento y mal aislada, por otra más moderna eficaz e incluso menos contaminante. Pero se nos plantea una duda, que tipo de caldera poner, a día de hoy hay varios tipos de calderas y combustibles.

Como no sabemos cuál es la mejor para nuestro caso haremos varias hipótesis, la primera opción es una caldera de condensación, dentro de las cuales hay varias diferentes en función del combustible que usan. Por lo tanto, tendremos calderas de condensación que funcionan con gas natural y otras con biomasa.

También hay calderas eléctricas, aunque este tipo de calderas no mejorarían mucho la eficiencia además de empeorar en algunos apartados.

Otra opción sería la de cambiar todo el equipo de calefacción, refrigeración y A.C.S, y poner una bomba de calor y un sistema de techo radiante.

Por tanto, tendremos cuatro posibles mejoras:

- Caldera de condensación funcionando con gas natural
 - Caldera de biomasa (pellets)
 - Caldera eléctrica
 - Bomba de calor + techo radiante
- o Caldera de condensación funcionando con gas natural:

Las calderas de condensación son calderas de gas que, aprovechan el calor, que se genera al enfriar el vapor de agua contenido en los humos de la combustión antes de que estos se vayan por la chimenea. En las calderas tradicionales, estos humos se van directamente por la chimenea sin aprovechar su poder calorífico.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Este calor recuperado se utiliza para precalentar el agua que retorna más fría del circuito de calefacción y se termina de calentar el quemador de la caldera, necesitando así menos cantidad de gas.

Ventajas de las calderas de condensación:

- Ahorran hasta el 30% en la factura de gas
- Reducen hasta en un 26% las emisiones de gases contaminantes
- Eficiencia energética óptima superior al 98%
- Fiables y seguras
- Totalmente compatibles con la instalación de gas, calefacción y agua caliente que tienes en tu vivienda
- Y una amplia gama para ajustarse aún mejor a las necesidades de cada instalación

Por todas estas razones parece una buena solución para nuestra mejora.

Ahora mismo el edificio solo dispone de una caldera, con una potencia capaz de cubrir toda la demanda de energía, sin embargo, parece una mala opción, ya que, en caso de una avería dejaríamos a todo el edificio sin calefacción ni agua caliente sanitaria, por lo que otra mejora que incluiremos en ésta, será poner dos calderas de menos potencia pero que en caso de avería pueda mantener el confort mínimo en el edificio.

La caldera seleccionada es una caldera de gas de condensación de la marca DeDietrich, y el modelo C-230 170-ECO. Cuyas características técnicas podemos ver en el siguiente catálogo de la marca. Donde las más importantes son, que tiene una potencia que llega a los 179 kW y que su rendimiento es del 97.5%, lo que mejora notablemente la caldera anterior. También podemos ver que dispone de un tanque para retener agua de 20 L.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y PRESTACIONES

Tipo de generador: calefacción
 Tipo de caldera: condensación
 Quemador: modulante de premezcla total

Energía utilizada: gas natural y propano
 Evacuación de combustión: chimenea o conducto estanco

Temp. mínima de retorno: ninguna
 Temp. mínima de salida: 20 °C
 Ref. *certificado CE*: 0085BS0132

Caldera tipo		C 230	85	130	170	210
Potencia útil máxima a 50/30 °C		kW	93	129	179	217
Rendimiento en % Pci con carga... % Pn y temp. agua... °C	100 % Pn a temp. media 70 °C	%	97,4	97,5	97,5	97,6
	30% Pn a temp. retorno 30 °C	%	107,9	108,1	108,3	108,4
	100% Pn a temp. retorno 30 °C	%	104,3	104,7	105,2	105,7
Caudal nominal de agua a Δt = 20 K		m³/h	3,73	5,16	7,14	8,17
Pérdidas en la parada a Δt = 30 K		W	230	257	276	288
% pérdida por las paredes/pérdidas totales		%	75	75	75	75
Potencia eléctrica auxiliar a Pn de la caldera		W	125	193	206	317
Potencia eléctrica auxiliar a Pmin de la caldera		W	34	36	56	59
Potencia nominal mínima a 50/30 °C		kW	18	24	33	44
Potencia nominal máxima a 80/60 °C		kW	87	120	166	200
Potencia nominal mínima a 80/60 °C		kW	16	22	29	39
Pérdidas de carga lado agua a Δt = 20 K		mbar	165	135	170	180
Caudal de gas	gas natural H	m³/h	9,4	13,0	18,0	21,7
	propano	kg/h	6,91	9,56	13,21	15,93
Caudal máscico de los humos		kg/h	149,7	206,9	286,0	344,9
Temperatura máxima de los humos a 40/30 °C		°C	43	43	43	43
Presión disponible en la salida de caldera		Pa	130	130	130	130
Capacidad de agua		l	12	16	20	24
Caudal de agua mínimo necesario (l)		m³/h	1,12	1,49	2,14	2,59
Superficie suelo		m²	0,54	0,54	0,54	0,54
Peso		kg	115	135	165	188

(1) sólo es necesario si la temperatura máxima supera los 75 °C.

Figura 40, Catalogo caldera condensación

Una vez que hemos seleccionado nuestra caldera para la mejora, introducimos la mejora en el programa. Con estos datos podemos calcular los datos técnicos, sin embargo, todavía nos hace falta la parte económica, por lo que debemos calcular, cuanto nos costaría instalar esta mejora, ya que para que una mejora sea factible, no solo tiene que mejorar la eficiencia energética, sino que debe ser económica.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

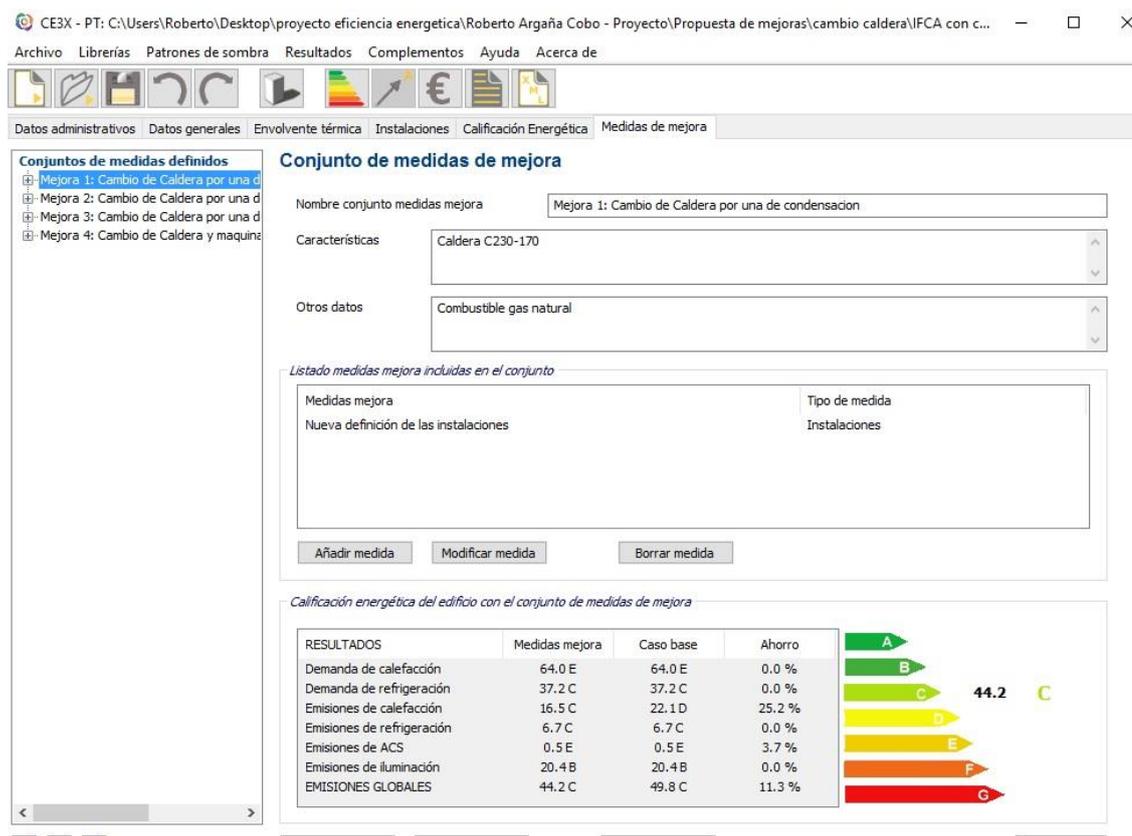


Figura 41, Mejora que produce la caldera de condensación

Aquí podemos apreciar, que, al introducir los datos técnicos, sí que se producirá una mejora considerable. Por lo que técnicamente es una mejora viable.

En el ámbito económico, hemos realizado un presupuesto de lo que costaría instalar dicha mejora. Para realizar estos presupuestos nos hemos ayudado de un generador de precios de internet especializado en la construcción. (<http://www.generadordeprecios.info/>)

Lo primera sería quitar la caldera que esta puesta actualmente, este gasto será fijo para todas las mejoras de cambiar la caldera. Este gasto sería 408.91 €. El presupuesto completo lo expondremos más adelante.

Una vez que tenemos el gasto fijo de quitar la instalación anterior, realizaremos un presupuesto para la compra e instalación de la nueva caldera.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Este gasto sería de 16277,43€ de instalación más un gasto anual de 300€ de incremento de mantenimiento.

Ahora que ya conocemos la mejora que produciría y el coste que tendría, vamos a dejarlo un poco apartado para realizar estos cálculos para todas las opciones y al final las analizaremos todas juntas y elegiremos la mejora a instalar, si es que alguna fuese realmente rentable.

- **Caldera de biomasa (Pellets)**

Las calderas de biomasa son aquellas que utilizan combustibles naturales provenientes de fuentes renovables para su funcionamiento. Los pellets de madera, procedentes de residuos forestales o de los excedentes de industrias madereras, huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos, leña etc. son las fuentes de energía natural que emplean las calderas de biomasa. El biocombustible del que se alimentan las calderas de biomasa, resulta más económico que los combustibles tradicionales (gasóleo, propano, etc...), siendo su precio, además, más estable a través del tiempo, ya que no depende de los precios que fijan otros países. Su alto poder calorífico por unidad de peso, (alcanza las 4.200 kcal/kg) hace del biocombustible una forma de energía rentable y renovable y aporta a la caldera de biomasa unos rendimientos caloríficos que casi alcanzan el 100%. Además, su caracterización como fuente energía renovable, hace que eventualmente las Administraciones subvencionen su uso. Comparado con combustibles fósiles, un kilogramo de pellet tiene la mitad de poder calorífico que un litro de gasoil. En otras palabras, necesitaremos dos kilos de pellet o hueso de aceituna para producir la misma energía que un litro de gasoil. Un m³ de pellet pesa aproximadamente unos 650 kg. Así pues, si en un año consume 2.000 litros de gasoil necesitará unos 4.000 kg. de pellet o hueso de aceituna, lo que ocupará aproximadamente unos 6 m³.

Funcionamiento caldera biomasa

Una caldera de biomasa funciona de una forma similar a una caldera de gas. El quemador de combustible quema el pellet que se le proporciona, generando una llama horizontal que entra en la caldera, como suele suceder en los sistemas de gasóleo. El calor generado durante esta combustión (en este caso de combustible natural) es transmitido al circuito de agua en el intercambiador incorporado en la caldera. El agua caliente generada se utiliza para calefacción y agua caliente sanitaria, climatización de piscinas, etc. La calefacción puede ser por cualquiera de los sistemas convencionales de agua, por ejemplo, suelo radiante, radiadores o fancoils. Las calderas de biomasa necesitan un contenedor o silo para el almacenaje del biocombustible situado próximo a la caldera. Desde el mismo, un alimentador de tornillo sin fin o de succión, lo lleva a la caldera, donde se realiza la combustión. El combustible tipo pellet debe almacenarse con una inclinación de unos 45° para su correcta inserción en la caldera. Al quemar biomasa se produce algo de ceniza, que se recoge generalmente de manera automática en un cenicero que debe vaciarse unas cuatro veces al año. El porcentaje de contenido de cenizas en los pellets es inferior al 1%. Para optimizar el funcionamiento de la caldera de biomasa, podemos instalar un acumulador, que almacenará el calor de una forma similar a un sistema de energía solar.

Ventajas de instalar una caldera de biomasa

- Energía limpia: emiten CO₂ neutro, ya que proviene de combustible natural.
- Energía barata: el precio de la biomasa no depende de mercados internacionales como los combustibles fósiles, además de ser mucho más bajo.
- Energía segura: la biomasa, a diferencia del gas, no puede explotar.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

La caldera de biomasa que hemos elegido es la ETA HACK 200, cuyas características técnicas son las siguientes, tiene una potencia nominal máxima de 199 kW y su rendimiento es del 91.1%.

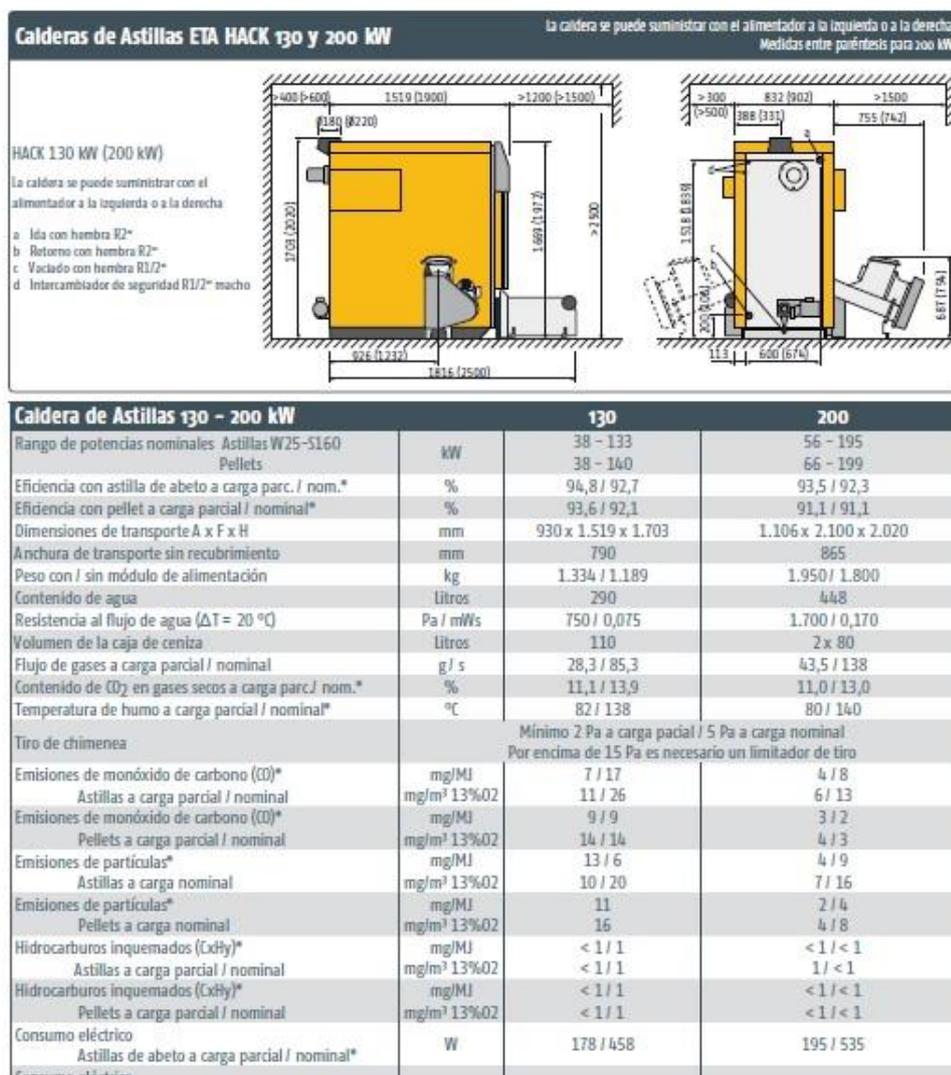


Figura 42, Catalogo caldera biomasa

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Al igual que para el caso anterior ahora calcularemos la mejora técnica.

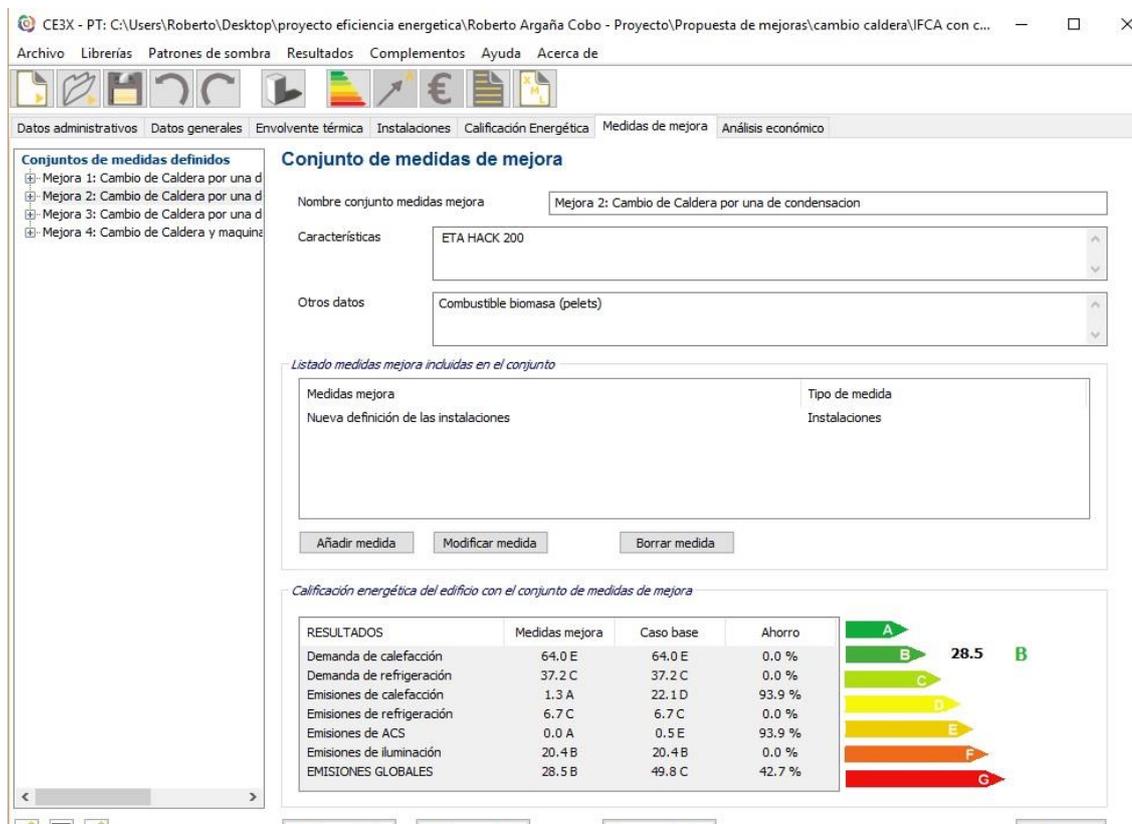


Figura 43, Mejora que produce la caldera biomasa

Para este caso podemos observar que se ha producido una mejora muy significativa, esto se debe a que, aunque el rendimiento es más bajo que en el caso anterior, el combustible utilizado es de carácter natural por lo que sus emisiones son prácticamente nulas. Desde el punto de vista de la eficiencia energética este es el caso más favorable. Desde el punto de vista económico, haremos un presupuesto para instalar esta caldera. En este caso también tendremos el gasto fijo de quitar la caldera existente. Por tanto, el coste serían los 408.91€ fijos de quitar la vieja caldera y 56269,45€ de instalación y lleva unos costes de incremento de mantenimiento de 1300€ anuales.

Vemos que en este caso que era mucho más eficiente, también el gasto es mucho mayor, ya que el precio de las calderas de biomasa es mucho más alto, aunque el combustible es más barato por lo que se debería

amortizar antes, pero como ya dijimos antes, todo esto lo analizaremos más adelante.

- Caldera eléctrica

El termo eléctrico tiene la ventaja de su facilidad de instalación, por ello en muchas ocasiones se opta por la instalación de calentadores de agua eléctricos.

Un calentador de agua eléctrico calienta agua a través de una resistencia eléctrica en su interior. Cuando el agua ha alcanzado la temperatura adecuada, entre los 60°C y los 75°C, se apaga automáticamente la resistencia. Una sonda detecta cuando la temperatura baja para que la resistencia se ponga de nuevo en marcha. El aislamiento del termo es un elemento fundamental para que no se dispare el gasto eléctrico, ya que cuanto mejor sea dicho aislamiento, menos pérdidas de se producirán. La mayor ventaja del calentador de agua eléctrico es que el agua se mantiene a temperatura constante en su interior.

Por eso cuando abrimos el grifo el agua sale caliente de manera inmediata. Se ahorra así el agua que se desperdicia con otros calentadores en los que hay que dejar correr el agua hasta que la temperatura es la adecuada. Además, el termo eléctrico es muy sencillo de instalar en cualquier zona de la casa y requiere un mantenimiento menor.

La desventaja del termo eléctrico es que la energía eléctrica es la más cara para calentar agua. Un termo eléctrico enchufado las 24 horas en lugar de adecuar su uso a las necesidades de cada uno, puede hacer subir la factura eléctrica en un 50%. Si tenemos un termo eléctrico no debemos hacer caso a la leyenda urbana que afirma que se consume menos energía manteniendo el termo enchufado de manera constante que apagando y encendiendo. Lo aconsejable es conocer el tiempo que necesita nuestro termo eléctrico para calentar el agua y la cantidad de horas que es capaz de mantener el agua caliente en su interior sin necesidad de que se vuelva a encender la resistencia. Con un poco de cabeza podemos conseguir que nuestra factura eléctrica no aumente en

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

exceso por culpa de un termo eléctrico. Solo si consumimos agua caliente durante todo el día, como en una clínica o en un restaurante, por ejemplo, debemos mantener el termo conectado permanentemente.

Otras recomendaciones si tienes un calentador de agua eléctrico

El tamaño importa, la capacidad del calentador debe adaptarse a las necesidades de agua de cada vivienda.

Su instalación es versátil y se puede colocar en distintos puntos de la casa, pero te recomendamos situarlo donde no haga mucho calor y protegerlo de sol.

Si pues permitiértelo con un termo eléctrico digital podrás ahorrar energía. Puedes programarlo para que el agua se caliente en los momentos de tu rutina que los necesitas y además puedes decidir a qué temperatura en cada momento. Mayor temperatura para las duchas y menor para fregar platos, por ejemplo.

Una vez que sabemos cómo funciona y cual son sus ventajas y desventajas, hemos elegido una caldera eléctrica, la caldera eléctrica Etech P 201, que tiene una potencia de 201.6 kW.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS						
Modelos	57	115	144	201	259	
Potencia	57,6 kW	115,2 kW	144 kW	201,6 kW	259,2 kW	
Voltaje nominal de alimentación	Potencia	3 x 400 V				
	Maniobra	1 x 230 V 50/60 Hz				
Grupo de resistencias	4 x 3 x 2,4 kW	4 x 3 x 2,4 kW	4 x 3 x 2,4 kW	4 x 3 x 2,4 kW	4 x 3 x 2,4 kW	
Número de resistencias	2	4	5	7	9	
Valor Ohmico de cada resistencia (2,4 kW)	22,0 Ohm	22,0 Ohm	22,0 Ohm	22,0 Ohm	22,0 Ohm	
Capacidad de agua (Litros)	60	60	60	102	102	
Presión Máx. de trabajo (bars)	4	4	4	4	4	
Presión Min. de trabajo (bars)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Temperatura Máx. de trabajo (°C)	90	90	90	90	90	
Pérdida de carga hidráulica (mbares) [$\Delta T = 10^{\circ}C$]	20	79	123	20	33	
Conexión de calefacción	2" [F]	2" [F]	2" [F]	DN 100 (*)	DN 100 (*)	

Figura 44, Catalogo caldera eléctrica

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Introduciendo esta mejora en el programa, nos dará el siguiente resultado.

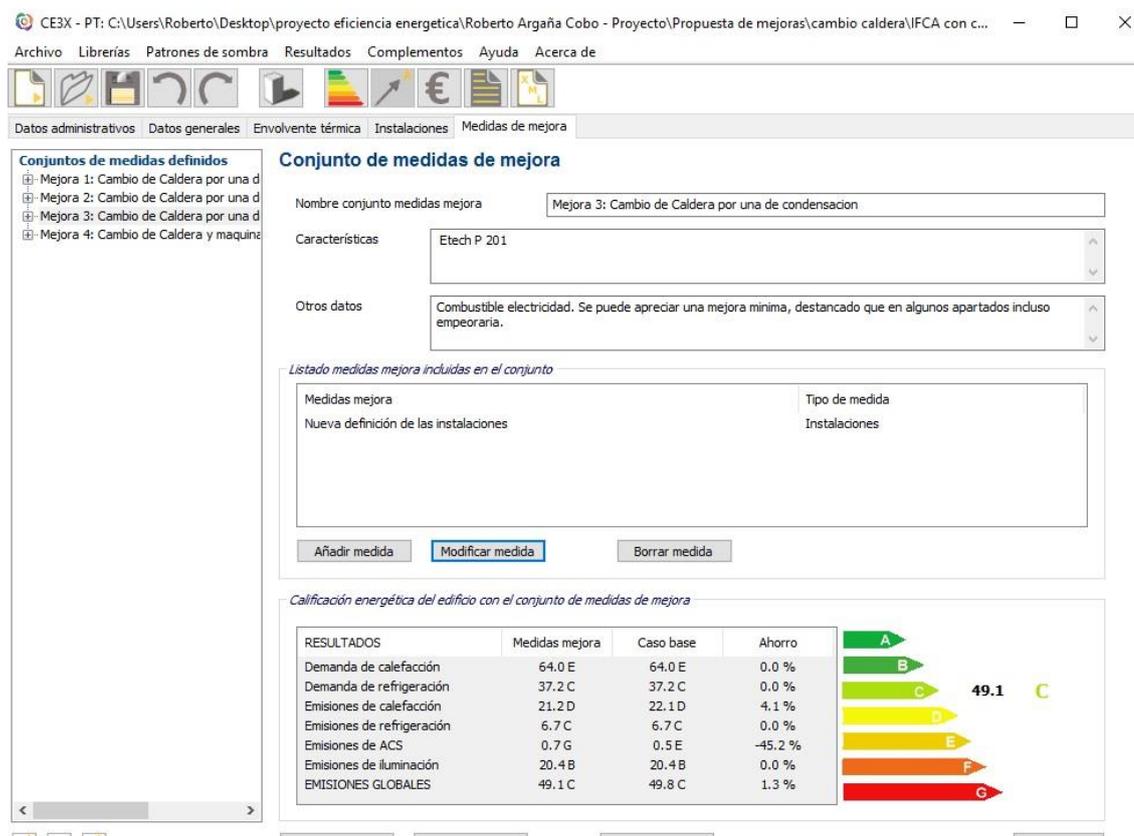


Figura 45, Mejora de la caldera eléctrica

En este caso podemos observar que en general se produce una pequeña mejora, pero en un apartado, Emisiones de CO2 que produce el agua caliente sanitaria, se disparan produciendo un coste del 45.2%, lo que nos lleva a pensar que no va a ser una muy buena mejora.

Aun así, proponemos un presupuesto para introducir esta mejora.

Al igual que en los casos anteriores tendremos el coste fijo de 408.91€, al que añadiremos la instalación que tendrá un coste de 19825.55€ y no tendrá un incremento en el coste del mantenimiento.

Podemos apreciar que el coste es muy parecido al de la caldera de condensación de gas natural, aunque el coste de mantenimiento es mucho más pequeño, y la vida útil un poco mayor.

- Bomba de calor + techo radiante

Está basado en transportar calor en vez de generarlo. Así funciona una bomba de calor:

1. En el punto inicial, el fluido refrigerante que circula por el circuito cerrado y que es la base de la bomba, está a baja temperatura y a baja presión, y por tanto en estado líquido. Al conectar la bomba, empieza a aspirar aire del exterior. Ese aire pasa a través del evaporador rodeando el punto donde está el fluido, que absorbe el calor presente en el aire y cambia de estado, evaporándose. El aire es expulsado al exterior de nuevo, más frío que cuando fue absorbido.
2. En el segundo paso, el fluido está en estado gaseoso, pero a baja presión. En el compresor ésta sube, y con ella también la temperatura.
3. En el tercer paso, el fluido ya es vapor muy caliente. Al pasar por el condensador, cede la energía al aire que lo rodea, calentándolo para enviarlo al interior de la habitación y condensándose, volviendo así al estado líquido.
4. En el último punto, el fluido pasa por la válvula de expansión para recuperar sus características iniciales (baja temperatura y baja presión) y comenzar de nuevo el ciclo.

Es el mismo funcionamiento que tiene una nevera solo que al revés y de hecho las bombas de calor reversibles funcionan también como aparatos de aire acondicionado. Se trata de llevar un calor que ya existe allí donde se quiere disfrutar. En el caso de la nevera es de dentro a fuera, en el caso de la calefacción es de fuera a dentro.

Las bombas de calor reciben ese nombre por la semejanza con las bombas que sirven para extraer agua de pozos o depósitos desde un nivel hasta otro más alto.

Estas bombas generan entre 2 y 5 veces más energía de la que consume. Sin embargo, puesto que no hay que generar calor quemando combustible o a través de una resistencia, este sistema multiplica la potencia que ofrece en relación a la que consume, algo que en principio parece imposible. El rendimiento de las bombas térmicas se mide con una

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

cifra denominada COP o coeficiente de rendimiento (*coefficient of performance*), que es resultado de dividir la potencia suministrada entre la ofrecida. Aunque la lógica establece que ese número será como máximo 1 (1 kilovatio hora eléctrico será igual a 1 kilovatio hora térmico) dependiendo del modelo y las condiciones ambientales, el COP de las bombas de calor varía entre 2 y 5. Haciendo los cálculos equivalentes, el COP de una caldera de gas ronda el 0,9 y el de un radiador eléctrico, el 1.

Ya que la eficiencia de una bomba de calor depende de las condiciones ambientales, especialmente de la temperatura exterior, no en todos sitios será adecuado utilizarla. Cuanto mayor es la diferencia entre la temperatura exterior e interior, menor será su eficacia, reduciéndose a la mitad cuando fuera hay menos de 0 grados.

En lugares como los países nórdicos, donde las temperaturas invernales se encuentran habitualmente por debajo de esos niveles, es común encontrarse bombas geotérmicas. Estos sistemas extraen el calor, no del aire exterior, sino del subsuelo, donde se mantiene almacenado de forma constante durante todo el año. De esta forma, son fiables incluso cuando fuera hay varios grados bajo cero.

Ventajas:

- Cubre tanto calefacción como refrigeración.
- Equipos muy eficientes: con 1 kW eléctrico aportan 3 kW térmicos.
- Tienen varias opciones de instalación: consola, Split, multisplit y sistemas de distribución.
- Ofrecen la tecnología Inverter, que aumenta el rendimiento del equipo y mejora el funcionamiento del sistema.
- Apta para todo tipo de superficies.

Desventajas:

- A temperaturas muy bajas el rendimiento de estos equipos disminuye.
- Alta inversión económica.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

La bomba de calor que hemos seleccionado es una bomba de calor agua-aire-agua bomba de calor de producción simultánea de agua fría y de agua caliente, sistema de cuatro tubos, modelo Aquapack MI-630 "CIAT", con refrigerante R-407C, para instalación en exterior. Que tendrá una potencia de 123.2 kW para refrigeración y 174 kW para calefacción. Y sus rendimientos serán 230% y 270% respectivamente.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	SERIE MI	120	155	195	225	255	315	450	510	630
Potencia enfriadora condensada aire	Potencia Frigorífica (1) (kW)	24,4	30,8	37,0	42,9	48,8	61,6	85,8	97,6	123,2
	Potencia Absorbida (2) (kW)	10,7	13,6	16,0	18,2	20,9	26,8	36,4	41,3	53,1
	Rendimiento EER	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,3
Potencias bomba de calor aire-agua	Potencia Calorífica (2) (kW)	27,0	34,7	41,8	47,9	54,0	69,4	95,8	108,0	138,8
	Potencia Absorbida (3) (kW)	10,2	12,6	15,0	17,2	19,9	24,8	34,4	39,3	50,4
	Rendimiento COP	2,6	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7	2,7
Potencias agua-agua (recuperación)	Potencia Frigorífica (4) (kW)	24,2	30,8	37,4	42,9	48,4	61,6	85,8	96,8	123,2
	Potencia Absorbida (5) (kW)	9,9	12,7	15,0	17,4	19,8	25,4	39,8	39,6	50,8
	Potencia Calorífica (4) (kW)	34,0	43,5	52,4	60,3	68,2	87,0	120,6	136,4	174,0
Circuito agua fría	Caudal agua nominal (m ³ /h)	4,2	5,3	6,4	7,4	8,3	10,6	14,8	16,7	21,2
	Pérdida de carga (m.o.a)	1,5	2,4	2,4	3,3	2,7	2,7	3,2	2,7	2,7
	Conexiones / rosca gas	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	2"	2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"
Circuito agua caliente	Caudal agua nominal (m ³ /h)	5,9	7,5	9,0	9,5	11,8	15,0	18,9	22,2	27,0
	Pérdida de carga (m.o.a)	3,0	4,9	4,9	5,4	5,4	5,3	5,4	4,6	4,4
	Conexiones / rosca gas	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	2"	2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"
	Caudal aire nominal (m ³ /h)	13.000	13.000	16.000	16.000	26.000	26.000	32.000	52.000	52.000
	Presión estát. disp. (m.o.a.)									
Ventilador circuito exterior	Tipo	HELICOIDAL								
	Número / Diámetro	1 / 700		1 / 800		2 / (800 + 630)		2 / 800		2 / 910
	Potencia (W)	1.250		2.100		2.100 + 450		2.100		1.600
	r.p.m.	860		880 / 630		880 / 630		880 / 630		830 / 610
	Tipo	HERMÉTICO								

Figura 46, Catalogo bomba de calor

Esta bomba de calor la sumaremos con otra mejora, instalar techo radiante para facilitar su funcionamiento.

○ Techo radiante

La calefacción radiante es uno de los sistemas de transmisión de calefacción más eficientes que existen, consiguiéndose elevados ahorros de energía gracias a su utilización. Este tipo de calefacción se basa en la transmisión de calor por radiación. Según la física moderna, existen tres tipos diferentes de transmisión del calor, que pueden darse simultáneamente en el mismo foco: el contacto, la convección y la radiación. La proporción de transmisión de calor según un método u otro se encuentra en función de las características del foco de calor. En la calefacción convencional, la mayor parte del calor se transmite a través de convección. Esto significa que el calor se transmite a unas moléculas que funcionan como medio transmisor: el aire. éste es el caso de la mayor parte de los sistemas de calefacción: los radiadores convencionales, fancoils, estufas de biomasa... En el caso de la calefacción por radiación, sin embargo, la mayor parte de calor no se transmite en forma de energía calorífica a través de un medio, sino como radiación infrarroja que viaja a través del espacio, de la misma forma que la energía del sol llega hasta nosotros desde el espacio exterior. En este tipo de transmisión del calor, no se calienta el aire, sino que los infrarrojos se convierten en energía calorífica sólo cuando alcanzan una materia sólida. El 'secreto' de que la calefacción emita radiación en lugar de calor no radica en ningún aparato sofisticado, sino simplemente en la propia naturaleza del foco emisor del calor: la radiación aumenta a medida que aumenta la superficie de emisión. Ése es el secreto del suelo radiante, la gran superficie emisora.

Y podemos preguntarnos... ¿pero qué sentido tiene poner la calefacción en el techo? Pues si se trata de un techo radiante, tiene todo el sentido del mundo, porque como acabamos de explicar, el techo radiante no experimenta el problema de la estratificación, es decir, de la acumulación del calor de la calefacción en el techo, tal y como ocurre en los sistemas por convección. Dado que los infrarrojos sólo se transforman en calor cuando alcanzan cuerpos físicos, es indiferente dónde situemos el foco emisor dentro del local. Por este motivo, el techo radiante es el mejor sistema de calefacción para locales de techo elevado, tales como

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

polideportivos, hospitales, gimnasios, naves industriales, centros comerciales, hangares y cualquier otra instalación que experimente el problema de la estratificación. El techo radiante, tiene, además, una ventaja adicional muy importante sobre el suelo radiante: éste implica levantar el suelo para poder insertar el sistema hidráulico, por lo cual sólo es rentable cuando se instala de obra o cuando se instala en una remodelación general de la casa. El techo radiante, sin embargo, puede realizarse con la mínima obra civil, y hay modelos que son paneles fácilmente acoplables que forman un falso techo y pueden llevar la iluminación integrada.

Ventajas de la calefacción radiante

- Barato: al ser tan eficiente, necesita consumir menos energía que un sistema convencional, con el consiguiente ahorro económico
- Confortable: no se ve, no estorba para colocar muebles o moverse por la habitación, la distribución del calor es óptima.
- Sano: no reseca el ambiente, por lo que se recomienda su instalación en hospitales, residencias de ancianos y guarderías. Otro punto que lo hace sano es que la distribución del calor es mucho más homogénea que en el caso de los radiadores, dado que es toda la superficie del suelo la que emite el calor, y no un único punto focal como en el caso de los radiadores. De esta manera, la parte inferior del cuerpo se mantiene siempre caliente, mientras que la cabeza no recibe directamente el calor de la calefacción.
- Limpio: para los alérgicos al polvo es ideal porque al no haber dispositivos externos, no se acumula el polvo.
- Seguro: especialmente ventajoso cuando hay niños, porque no corren el riesgo de golpearse contra el radiador
- Eficiente: El suelo radiante también es un sistema de alta eficiencia porque no necesita que el líquido calefactor alcance temperaturas tan elevadas como los radiadores metálicos; estos últimos necesitan el agua a 70°C, mientras que el suelo radiante sólo la necesita a 40°C para alcanzar la misma temperatura ambiental, casi la mitad,

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

con lo que el ahorro de combustible es considerable si se utiliza este tipo de emisor.

- Subvencionado: al ser un dispositivo de alta eficiencia, recibe subvenciones de las instituciones públicas.
- Reversible: puede utilizarse tanto de calefacción como de aire acondicionado.
- Regulable: se instalan zonas independientes para poder regular la climatización en cada habitación.
- Invisible
- No necesita mantenimiento
- Uniforme: toda la vivienda adquiere una temperatura homogénea

Ventajas adicionales del techo radiante

- mayor conductividad que en el caso del suelo radiante
- mejor rendimiento en refrigeración que el suelo radiante
- es más fácil de instalar que el suelo radiante
- el hecho de que no esté recubierto de cemento facilita la remodelación
- no limita a la hora de escoger el suelo de la vivienda
- no requiere albañilería
- en las oficinas, donde ya existe un falso techo, es suficiente con sustituir las planchas de cartón yeso tradicionales por nuestras planchas
- posibilidad de dirigir la temperatura de impulsión
- reduce los tiempos de ejecución de las obras
- elimina movimientos de aire
- no es peligroso al no poder chocar contra ello
- favorece el espacio habitable diáfano
- trabaja a temperaturas más bajas que los radiadores, por lo cual el ahorro de combustible es considerable
- uniformidad en la climatización: este factor es muy importante, ya que el techo radiante es el sistema de climatización que más

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

favorece la uniformidad. Podemos imaginarnos el caso de viajar en coche y recibir el sol por el lado de la ventanilla, mientras que el aire acondicionado del vehículo está enviándonos aire de frente; obviamente, no es la condición climática óptima.

- la distribución de la climatización es más rápida que cuando las placas radiantes se encuentran en la pared o en el suelo, dado el material que lo oculta, normalmente yeso.

Ahora introducimos los datos al programa para que nos estime la mejora que se producirá.

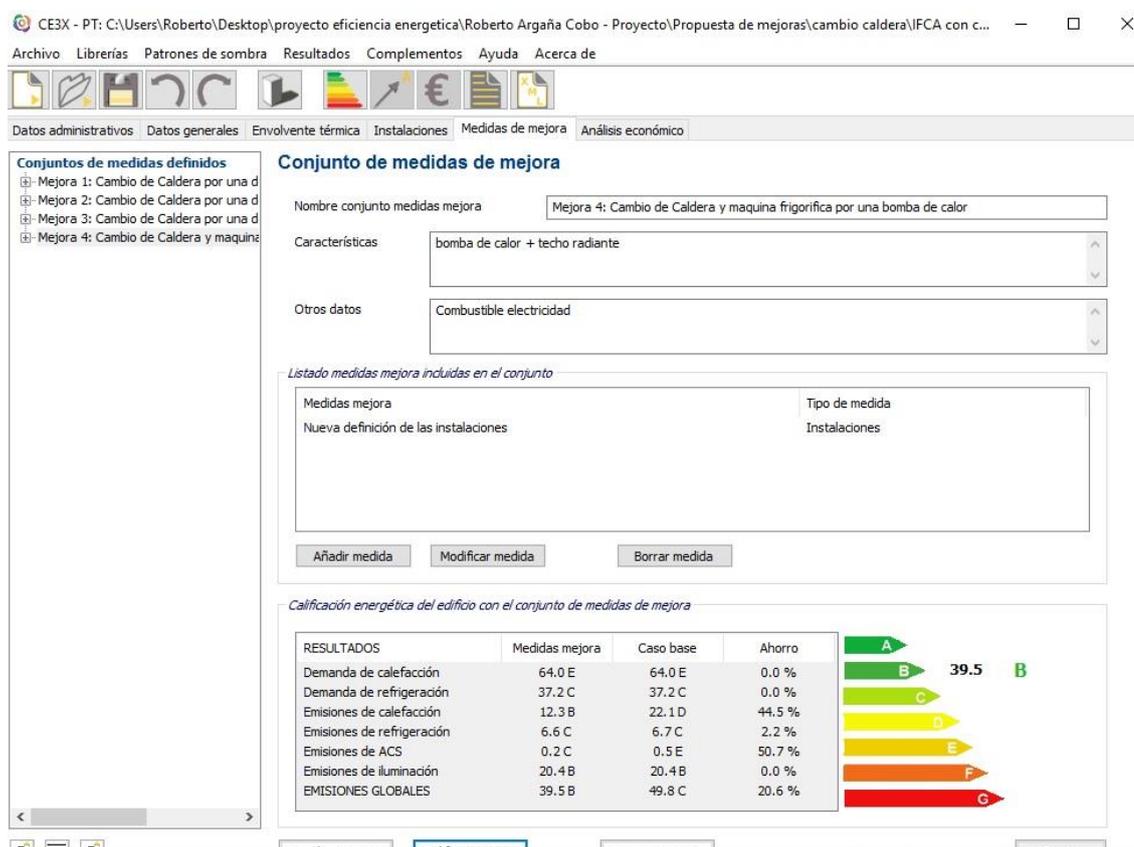


Figura 47, Mejora bomba de calor

Podemos apreciar que se produce una mejora importante, en el ámbito de las emisiones, ahorrándonos casi un 50% en emisiones de calefacción y ACS.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Añadimos el presupuesto para aplicar dicha mejora. Como ya hemos dicho tendríamos los 408.91€ fijos, y 36202.05€ de la instalación de la bomba de calor más 89.73€ del techo radiante, a lo que tendríamos que sumarle 800€ de incremento del presupuesto anual del mantenimiento.

Podemos ver que el precio de ambas es casi el doble al de las calderas de condensación de gas natural y la caldera eléctrica, pero es bastante menor que la caldera de biomasa.

Ahora tendremos que analizar la viabilidad y rentabilidad de todas las opciones para elegir la mejor. Este análisis le haremos más adelante cuando hayamos definido todas las posibles mejoras.

2ª mejora: Mejora de la envolvente térmica

Proponemos mejoras de la envolvente térmica, con ellas se consigue reducir las pérdidas o ganancias de energía de la vivienda, de manera que en verano se reduce el flujo de calor desde el exterior al interior y en invierno se evita perder el calor del interior hacia el exterior, optimizando el comportamiento energético de la envolvente térmica y consiguiendo reducir las demandas de energía para calefacción en invierno, así como para refrigeración en verano.

Dado que el edificio es bastante moderno, y tiene una envolvente térmica bastante buena, hay pocas mejoras posibles para la envolvente, algunas de las que se nos han ocurrido son las siguientes:

- Añadir aislamiento alrededor de los pilares integrados en la fachada.
- Incorporar doble ventana
- Luego probaremos juntando estas mejoras

- Aislamiento en puentes térmicos

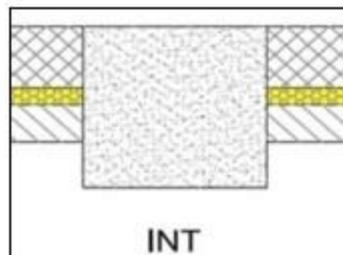
Como ya dijimos anteriormente, se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías. Es decir, al igual que en los cerramientos, en las zonas donde se interrumpe el cerramiento y pierde su inercia térmica, se debe de reforzar el aislamiento, en cajones de persiana, encuentros con pilares, encuentros con forjados, y sobre todo en aquellos edificios en los que, para colocar radiadores para calefacción, existía la mala práctica de realizar una hornacina debajo de las ventanas reduciendo su espesor y dejando el cerramiento

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

desprotegido térmicamente. Si es posible, siempre es conveniente colocar el aislamiento por el exterior de la zona donde se localice el puente térmico. En nuestro caso sabemos que en los pilares integrados en la fachada se produce un puente térmico, para intentar reducirlo todo lo posible colocaremos una capa de aislamiento alrededor de estos pilares.

El aislamiento en los puentes térmicos

En cuanto a las pérdidas de calor, es muy importante el aislamiento térmico. Como ejemplo, supongamos este pilar integrado en fachada cuya transmitancia lineal es de $1,15 \text{ W/mK}$.



Si ponemos el aislante como en el de la figura la transmitancia del puente térmico ha pasado a ser $0,37 \text{ W/mK}$, reduciéndola en un 68%

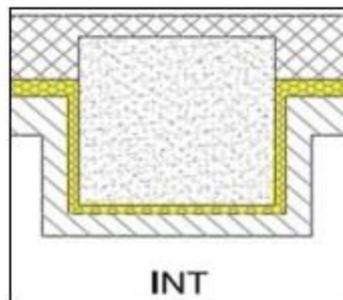


Figura 48, Estado actual puentes térmicos y mejora esperada

Una vez que sabemos lo que queremos hacer, lo introducimos al programa para ver la mejora que produciría.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

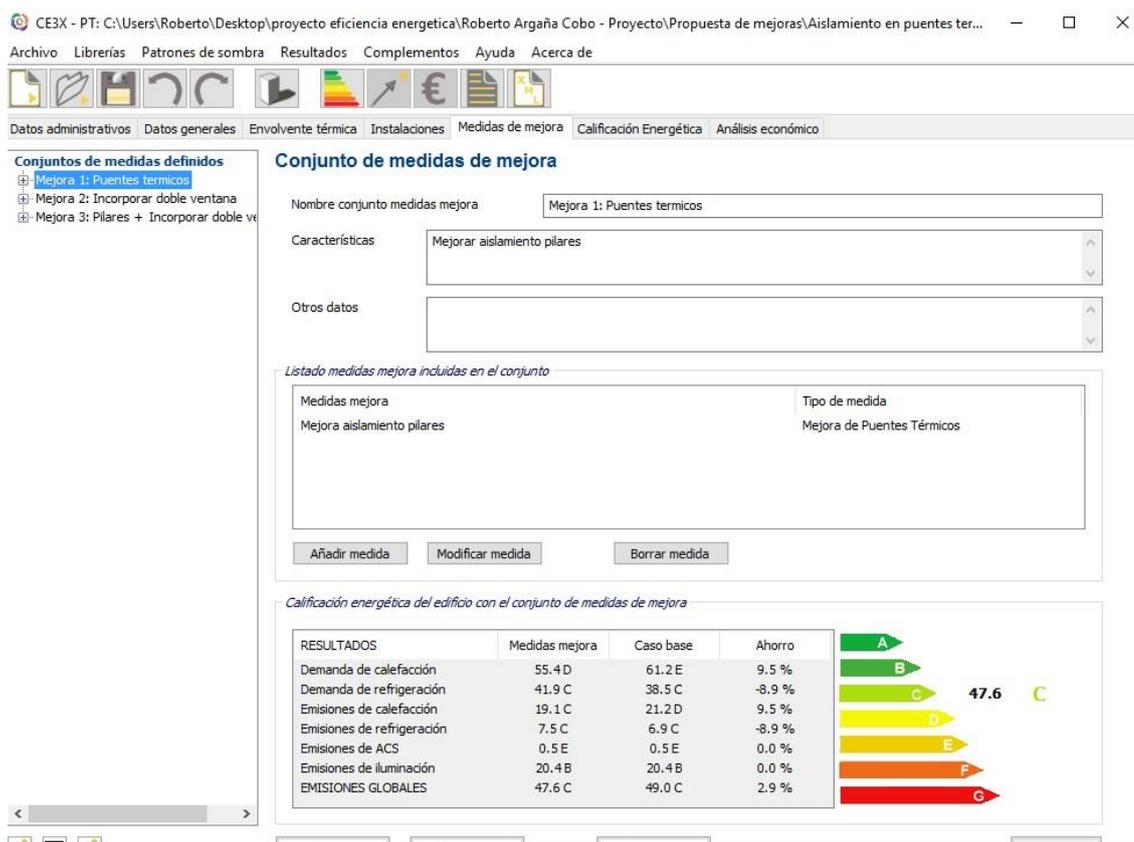


Figura 49, Mejora producida por los puentes térmicos

Vemos que se produce una mejora, y por tanto un ahorro, en calefacción y emisiones, pero que tendríamos un empeoramiento en refrigeración, esto se debe a la zona climática en la que nos encontramos. Nos encontramos por tanto ante la duda si proponer una mejora con la que vamos a empeorar en uno de los campos es viable y se debería llevar a cabo. En nuestro caso la desestimaremos, aunque no nos olvidaremos de ella del todo.

Como posteriormente probaremos a juntar esta mejora con otra, propondremos ya un presupuesto con el objetivo de tenerlo hecho, el coste de esta mejora sería de 738.18€ sin gastos de mantenimiento, ni otros costes añadidos.

- Incorporar doble ventana

Es el establecimiento de un nuevo acristalamiento en la parte interior o exterior de la ventana ya existente. Es decir, poner otra ventana en la parte interna o externa de la ventana ya existente. La doble ventana, por tanto, la forman dos ventanas independientes, cada una colocada con su propio marco y bastidor. En caso de reformas, se pueden colocar, como hemos señalado, indistintamente, no hay necesidad de tener un tipo en concreto de ventana que sea la exterior y otra la interior.

Es un sistema eficiente para lograr el aislamiento del hogar, pero no el mejor. Reduce las filtraciones por conducción y convección y los puentes térmicos (hasta el $3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$). La pérdida de calor del hogar se reduce, debido a que la cámara de aire existente entre ambas ventanas actúa como aislante (tanto por conducción como por convección) para impedir no sólo que, entre el frío, sino que también se pierdan los grados de calor que tenemos en nuestra vivienda.

En términos de ahorro energético y económico, en ambos casos notaremos considerablemente en ahorro de ambas formas.

El ahorro energético se refleja en la mejora de nuestra vivienda en lo que a confort térmico se refiere, con la considerable reducción de pérdida de energía a la hora de tener que subir los grados de calor de nuestro hogar. Por tanto, menos gasto energético e igual nivel de confort térmico.

En cuanto al ahorro económico, también será notable, debido a que, al no necesitar más calefacción o aire acondicionado, según sea la estación del año en la que nos encontremos, menos consumo haremos, y, por tanto, menos tendremos que pagar en la factura mensual de la luz.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Vamos ahora que mejora supondría para nuestro edificio.

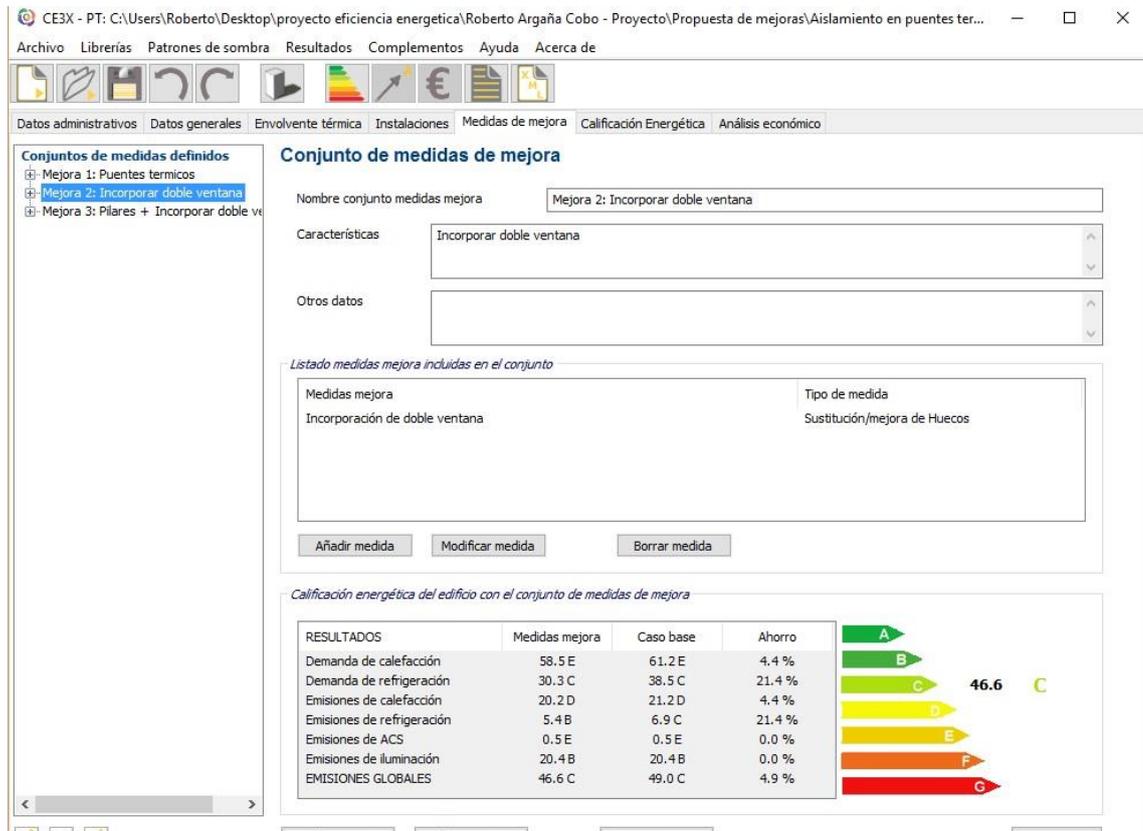


Figura 50, Mejora producida por doble ventana

Podemos ver que, al introducir esta mejora, lo que se mejora notablemente es la refrigeración, lo que nos lleva a la idea de poder combinarlo con el caso anterior, pero centrándonos en esta mejora, podríamos tenerla en cuenta ya que aumentaría la eficiencia energética del edificio.

Ahora haremos un presupuesto de lo que costaría llevarlo a cabo, ya que también tenemos que estudiar su viabilidad económica. El coste total para introducir esta medida sería de 3105.2€.

Una vez que ya tenemos el presupuesto, seguiremos con la propuesta de mejora y luego analizaremos económicamente todas.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

○ Aislamiento de pilares + doble ventana

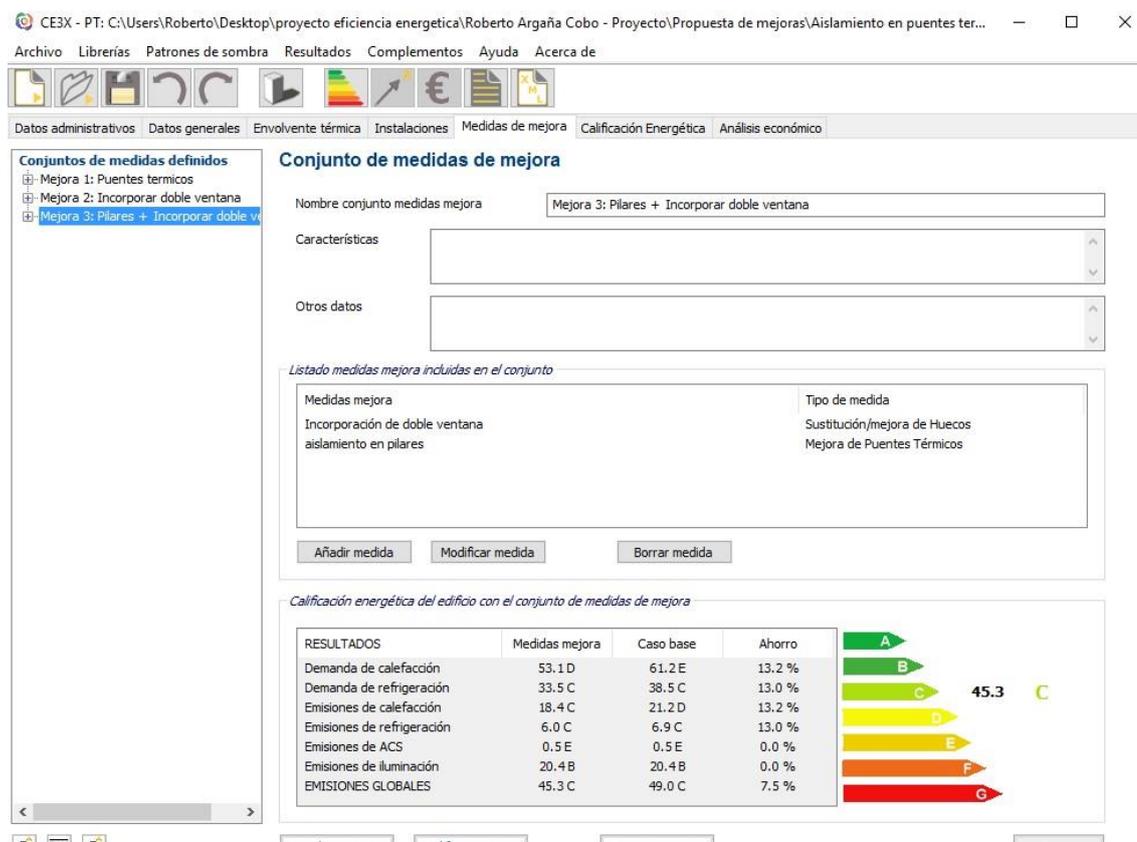


Figura 51, Mejora producida por doble ventana + los puentes térmicos

A continuación, ponemos una tabla con los presupuestos de todas las mejoras de la envolvente térmica.

Medida	Nombre y concepto de la propuesta	Precio (€)	precio final (€)
Mejora1: Aislamiento en puentes termicos	instalacion	738,18	738,18
Mejora2: Doble ventana	instalacion	3105,2	3105,2
Mejora3: Aislamiento en puentes termicos + doble ventana	instalacion	3843,38	3843,38

Figura 52, Tabla de presupuestos para la mejora 2

Una vez conocidos los datos, deberemos hacer un análisis económico, para elegir cual será la mejor opción. Como ya dijimos lo haremos más tarde.

3ª mejora: Poner un recuperador de calor en la instalación de aire primario

Los recuperadores de calor, son equipos cuya función es aprovechar las propiedades psicométricas (temperatura y humedad) del aire que extraemos del edificio o local, e intercambiarlas con el aire de ventilación que impulsamos del exterior. En este proceso de intercambio, no se mezclan el aire del exterior y el aire del interior.

Con ello, conseguimos pretratar (precalentar o preenfriar) el aire exterior, y, por lo tanto, reducir el consumo energético de la instalación de climatización, ya que la carga térmica a combatir por aire de ventilación, será mucho menor que si no existiera ese pretratamiento.

La eficiencia de un recuperador de calor además del tipo de intercambiador de calor utilizado, depende de las condiciones psicométricas (temperatura y humedad) del aire exterior, y del aire del local, así como del caudal que circula por él.

Debemos fijar dos conceptos fundamentales:

- A mayor caudal, menor es la eficiencia de un recuperador de calor
- A mayor diferencia de temperatura entre el aire exterior y el aire interior, más eficiencia del recuperador de calor

Los fabricantes deben aportar tablas y gráficas de eficiencia de sus equipos, en función de dichos parámetros.

La normativa española que recoge la aplicación de los recuperadores de calor es el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Veamos lo que nos dice:

En su instrucción técnica IT 1.2.4.5.2.1, indica que “en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m³/s, se recuperará la energía del aire expulsado”. Es decir, que para un caudal de extracción de 1.800 m³/h, será obligatoria la recuperación de energía de la extracción.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Como vemos, el caudal de referencia no es muy alto, por lo que la práctica totalidad de edificios (a excepción de pequeñas instalaciones), necesitarán disponer de recuperadores de calor. En nuestro caso se sobrepasa mucho esa cantidad de caudal, por lo que tendremos que ponerlo por normativa.

Sabiendo todo esto seleccionaremos dos tipos de recuperadores según su tamaño, ambos del mismo fabricante, Sodeca. Los recuperadores de calor serán los siguientes:

- Ris-4000E: que mueve un caudal máximo de 3850 m³/h con una eficiencia térmica del 58%.
- Ris-5000E: con un caudal máximo de 4680 m³/h con una eficiencia del 58%.

Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Tensión (V)	Intensidad (A)	Potencia motor (W)	Caudal máximo F6(m ³ /h)	Caudal máximo F7(m ³ /h)	Eficiencia térmica (%)	NPS irradiado dB(A)	Intensidad Total (A)	Filtro EN 779	B. eléctrica		B. agua
											Peso (Kg)	Tensión (V)	Potencia resistencia (kW)
RIS-400S	2100	1x230	2x1,1	2x225	450		60	34		F6/F7		47	
RIS-700S	2000	1x230	2x1,12	2X255	950		60	41		F6/F7		62	
RIS-1000S	2650	1x230	2x0,81	2x185	1300	1180	54	42		F6/F7		149	
RIS-1500S	2750	1x230	2x1,23	2x280	1650	1450	54	44		F6/F7		179	
RIS-1900S	2830	1x230	2x2,7	2x610	2150	2030	60	46		F6/F7		308	
RIS-2000S	1310	3x400	2x2,6	2x1500	2600	2470	60	49		F6/F7		324	
RIS-3000S	1300	3x400	2x4,1	2x2500	4300	3760	59	50		F6/F7		393	
RIS-4000S	2090	3x400	2x4,7	2x2200	5000	3850	58	51		F6/F7		498	
RIS-5000S	1867	3x400	2x6,47	2x3000	6000	4680	58	52		F6/F7		568	
RIS-260E	1880	1x230	2x0,4	2x89	280		55	31	6,4	F6/F7	40	1x230	1
RIS-400E	2100	1x230	2x1,1	2x225	450		60	34	14,8	F6/F7	48	1x230	2
RIS-700E	2000	1x230	2x1,12	2X255	950		60	41	20,5	F6/F7	70	1x230	3
RIS-1000E	2650	1x230	2x0,81	2x185	1300	1180	54	42	10,6	F6/F7	150	3x400	6
RIS-1500E	2750	1x230	2x1,23	2x280	1650	1450	54	44	16,2	F6/F7	180	3x400	9
RIS-1900E	2830	1x230	2x2,7	2x610	2150	2030	60	46	27	F6/F7	310	3x400	15
RIS-2000E	1310	3x400	2x2,6	2x1500	2600	2470	60	49	26,9	F6/F7	328	3x400	15
RIS-3000E	1300	3x400	2x4,1	2x2500	4300	3760	59	50	44,7	F6/F7	395	3x400	24
RIS-4000E	2090	3x400	2x4,7	2x2200	5000	3850	58	51	50,4	F6/F7	500	3x400	27
RIS-5000E	1867	3x400	2x6,47	2x3000	6000	4680	58	52	63,1	F6/F7	570	3x400	33
RIS-400W	2100	1x230	2x1,1	2x225	450		60	34		F6/F7	52		2,7*
RIS-700W	2000	1x230	2x1,12	2X255	950		60	41		F6/F7	63		4,7*
RIS-1000W	2650	1x230	2x0,81	2x185	1300	1180	54	42		F6/F7	150		6,75*
RIS-1500W	2750	1x230	2x1,23	2x280	1650	1450	54	44		F6/F7	180		10,12*
RIS-1900W	2830	1x230	2x2,7	2x610	2150	2030	60	46		F6/F7	310		12,82*
RIS-2000W	1310	3x400	2x2,6	2x1500	2600	2470	60	49		F6/F7	326		15,6*
RIS-3000W	1300	3x400	2x4,1	2x2500	4300	3760	59	50		F6/F7	395		20,2*
RIS-4000W	2090	3x400	2x4,7	2x2200	5000	3850	58	51		F6/F7	500		26,0*
RIS-5000W	1867	3x400	2x6,47	2x3000	6000	4680	58	52		F6/F7	570		32,0*

* Valores medidos con temperatura del aire exterior +18°C y temperatura del agua Tin/Tout 80/60 °C

Figura 53. Características técnicas del recuperador de calor

Cuya grafica de eficiencia es:

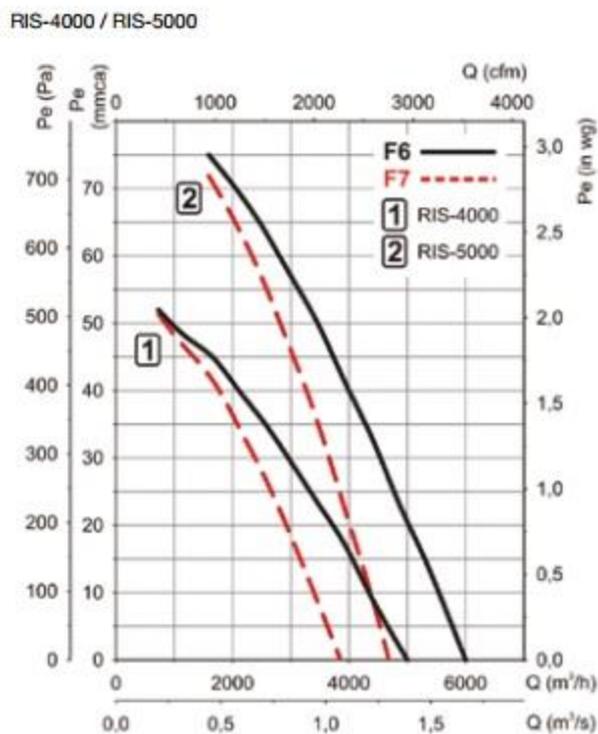


Figura 54, Grafica de eficiencia del recuperador de calor

Una vez que hemos seleccionado el tipo de recuperador de calor que vamos a instalar, comprobamos en el programa cual será la mejora que producirá.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

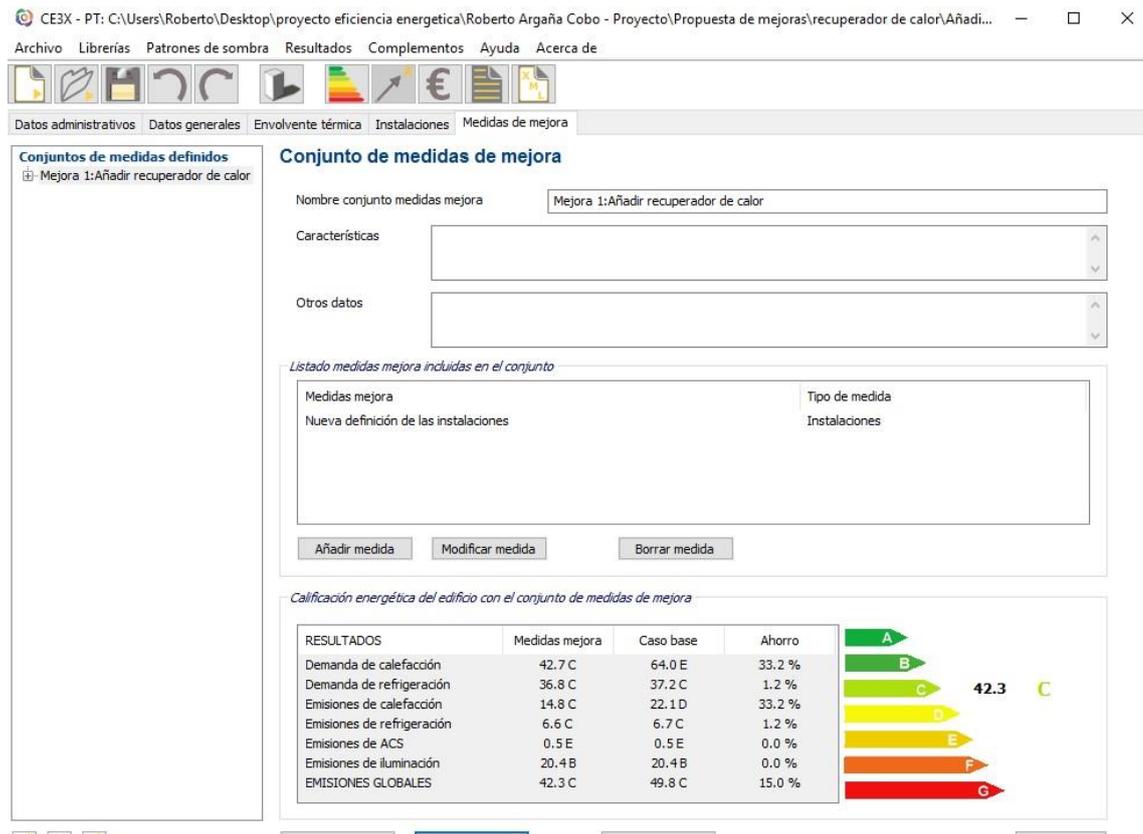


Figura 55, Mejora producida por el recuperador de calor

Se produce una mejora notable, destacando sobretodo la demanda y emisiones de calefacción.

Si calculamos un presupuesto para llevar a cabo dicha medida sería de 5532.43€ el recuperador grande y 12232.38€ los pequeños, y el incremento anual de mantenimiento sería de 60€.

Ahora que tenemos la mejora técnica que aportaría y el gasto de mejora que supondría analizaremos económicamente su viabilidad.

4ª mejora: Captadores de energía solar térmica

El Sol es una fuente de energía inagotable, limpia, respetuosa con el medio ambiente y gratuita. Hoy en día es muy importante la búsqueda de energías alternativas, no contaminantes e inagotables, las conocidas como energías renovables, que sustituyan a los combustibles fósiles, contaminantes y escasos, con el fin de preservar nuestro entorno sin perjudicar a las futuras generaciones. Teniendo en cuenta la elevada insolación durante todo el año en España, se trata de un excelente aliado, ya que su energía se puede transformar en calor.

La energía solar térmica se basa en el calentamiento de un líquido caloportador mediante un sistema muy sencillo: los colectores solares captan el calor, éste se transmite a un líquido interno que lo intercambiará con el fluido a calentar (A.C.S., calefacción, piscina ...).

Las principales aplicaciones de la energía solar térmica son la producción de A.C.S. (Agua Caliente Sanitaria), calefacción, calentamiento de piscinas, usos industriales... con este sistema se pueden satisfacer las necesidades de viviendas, residencias, hospitales, centros deportivos, camping, industria, etc...

En nuestro caso usaremos paneles solares para cubrir la mayor parte de ACS y para aportar un poco de ayuda al sistema de calefacción. Hemos elegido un modelo de colectores de vacío de la marca LUMELCO, cuyo modelo es el HP200-20, cuyas prestaciones podemos ver a continuación

en el manual técnico.

HP200			HP200 - 20	HP200 - 30
Dimensiones	Total (lxbxh) (mm)		2005 x 1418 x 97	2005 x 2127 x 97
	Superficie de absorción (m ²)		2,010	3,021
	Superficie de apertura (m ²)		2,157	3,229
	Superficie total (m ²)		2,843	4,265
Bastidor	Material		Aluminio	Aluminio
	Aislamiento		Melamina	Melamina
Tubos	Nº de Tubos		20	30
	Material		Vidrio bajo en Fe	Vidrio bajo en Fe
	Diámetro (mm)		65	65
	Espesor (mm)		1,5	1,5
Absorbedor	Tipo de absorbedor		Cobre de 0,12 mm	Cobre de 0,12 mm
	Recubrimiento		Selectivo TiNOX	Selectivo TiNOX
	Absortividad		95%	95%
	Emisividad		5%	5%
	Aislamiento		Vacío (10 ⁻⁵ mbar)	Vacío (10 ⁻⁵ mbar)
Fluido	Tipo de fluido		Propilenglicol	Propilenglicol
	Volumen de fluido (litros)		1,2	1,7
	Caudal recomendado (l/h)	Mín	120	180
		Máx	300	450
Parámetros ensayados (1)	Coeficiente óptico		0,792	0,778
	K1 (W/m ² K)		1,25	0,91
	K2 (W/m ² K ²)		0,0088	0,0100
Parámetros operativos	Temperatura de estancamiento (°C)		183,6	183,6
	Presión máxima (bar)		8	8
Tipo de tubería	Conexión hidráulica bastidor (mm)		22 x 1,2	22 x 1,2
	Tipo conexión bastidor-tubos		Heat-Pipe seca	Heat-Pipe seca
Pérdida de carga (mbar)	60 l/h		1	2,5
	300 l/h		20	29
Máximo número de paneles en serie			3	3
Peso (Kg)			50,3	75,1

(1) Conforme a los Estándar Europeos (Instituto ISFH)

Figura 56, Características técnicas de los paneles

Una vez que sabemos que panel vamos a usar y sus características técnicas, introducimos los valores al programa para ver la mejora, hemos supuesto que con estos paneles cubriremos el 70% de la demanda de ACS y el 10% de la demanda de calefacción, esta es una estimación aproximada.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

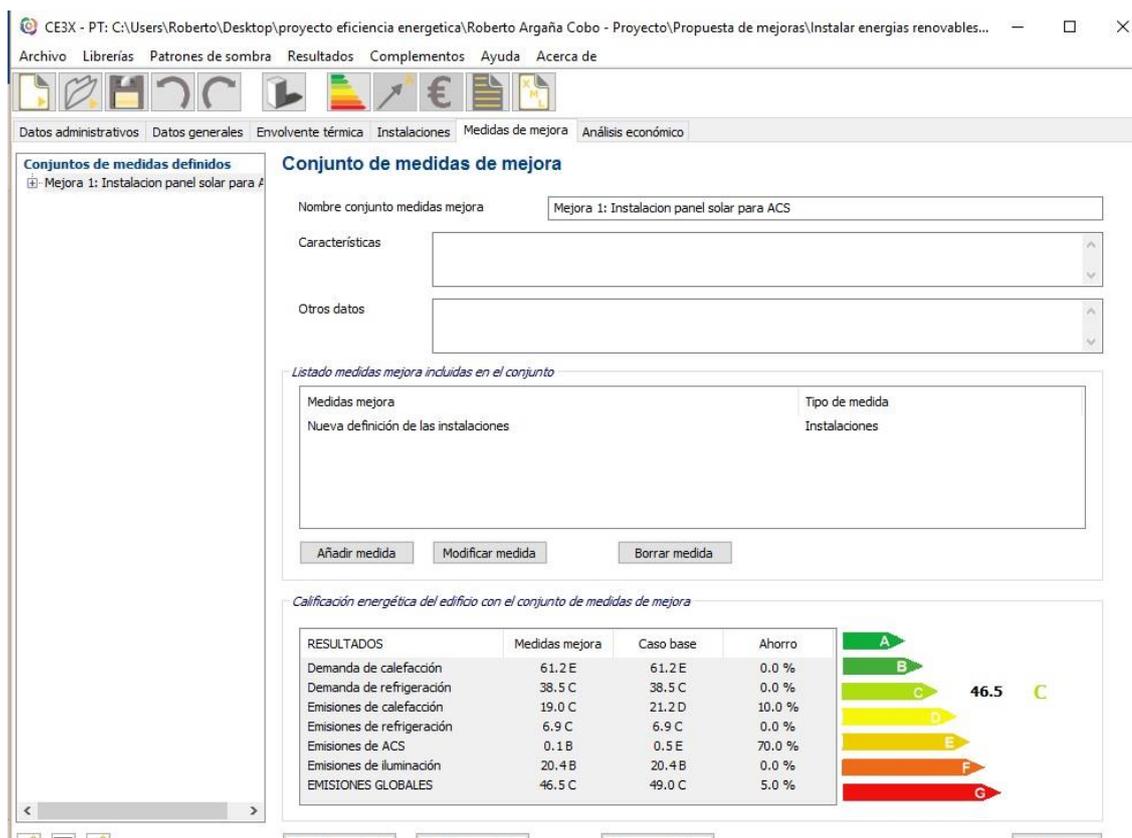


Figura 57, Mejoras de los paneles

Podemos apreciar que se produce una mejora importante, reduciendo muchísimos las emisiones de ACS, y ayudando a reducir algo las emisiones de calefacción.

Ahora realizaremos un presupuesto aproximado de lo que costaría instaurar esta mejora.

Tendríamos un coste de instalación de 5494.56€ y un incremento del coste de mantenimiento de 200€.

Ya podemos analizar económicamente la viabilidad de esta mejora y de las anteriores.

Análisis económico de las mejoras

Una vez que hemos definido las mejoras con sus características, presupuestos y la aportación que tendrían a la eficiencia energética del edificio, debemos hacer lo más importante, tomar la decisión de cuál de ellas aplicaremos. Para esto debemos hacer un análisis económico para comprobar la viabilidad económica.

Encontrar la solución al problema de la rentabilidad de las inversiones supone resolver mediante un análisis técnico-económico, la relación óptima entre el ahorro energético y la inversión realizada para mejorar la demanda y el consumo.

Algunos beneficios pueden ser cuantificables (ahorro de combustibles menor contaminación del medioambiente, etc.) y otros difícilmente ponderables (mejor calidad de vida, vivir en ambientes más confortables en invierno y en verano, situaciones que tienen que ver indirectamente con la mayor productividad). Se trata de determinar frente a las condiciones impuestas y conociendo su factibilidad técnica y su comportamiento térmico, la solución más rentable desde el punto de vista técnico-económico.

En el presente proyecto, vamos a analizar la rentabilidad de cada mejora por separado para ir descartando y seleccionando las mejoras más rentables hasta alcanzar el conjunto idóneo de mejoras sobre el que realizaremos el estudio económico de viabilidad en profundidad.

La rentabilidad de la inversión realizada la vamos a analizar durante un periodo de vida útil de 30 años, considerando una vida útil para los aislamientos y carpinterías de 40 años, y de 20 años para calderas y placas fotovoltaicas, y 25 para el recuperador de calor. Por lo tanto, se pretende analizar la rentabilidad de cada inversión de mejora durante un periodo estimado y finalmente analizar la rentabilidad de estas aplicadas a la vez sobre el edificio.

El análisis de las decisiones de inversión exige en primer lugar examinar las relaciones de equilibrio y criterios para la asignación de recursos en el

tiempo. Esto implica determinar la relación entre consumo e inversión, al mismo tiempo que requiere conocer los criterios que permiten la comparación de cantidades de dinero recibidas o consumidas en momentos de distinto tiempo.

Para poder valorar el coste del ahorro actual frente al futuro es preciso establecer una tasa de intercambio entre valores actuales y futuros, el valor de esta tasa lo determinan los mercados financieros. A esta acción se le denomina capitalización.

Capitalizar es obtener el equivalente futuro de una cantidad disponible en el momento actual. La operación inversa es determinar la cantidad de dinero actual a que equivale una cantidad disponible con certeza en el futuro. a esta operación se le denomina descuento o actualización. Por lo tanto, a los precios actuales de ahorro energético, mantenimiento y subvenciones deberemos capitalizar y descontar año a año su valor mediante la siguiente expresión:

$$A = (1+a)^t / (1+n)^t$$

donde

A=Coste de Ahorro energético

a= incremento anual de combustible

n=Interés de descuento o interés entre valores actuales y futuros

t= periodo de tiempo

De esta manera, una vez definidos los coeficientes de capitalización y descuento de un año dado “n” y aplicados sobre un valor, será comparable a sumar dinero disponible en el año 0. Esta teoría de la elección entre consumo actual y futuro proporciona las bases para el análisis de la decisión de invertir en función del criterio del valor actual. Para evaluar si una inversión es rentable, se deben evaluar todos los costes y beneficios actuales y futuros, y combinarlos en una medida individual del valor. Este objetivo se traduce en la evaluación de las inversiones en función de su rentabilidad y riesgo asociado. Para evaluar la rentabilidad de las mejoras propuestas deberemos analizar varias

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

variables económicas como son el tiempo de retorno del capital, la tasa de rentabilidad interna (T.I.R.) o el valor actual neto (V.A.N.).

El VAN se define como la suma algebraica de los valores capitalizados y descontados en cada periodo de tiempo menos el desembolso inicial de la inversión.

En nuestro caso será:

$$VAN = A \cdot S[(1+a)/(1+n)]^t - M \cdot S[(1+i)/(1+n)]^t - C$$

Para poder calcularlos correctamente debemos cuantificar los costes:

- El coste de la inversión, ya lo hemos obtenido en los apartados anteriores, al valor de inversión de cada mejora lo llamaremos "C".
- El coste de mantenimiento de la instalación "M", en las mejoras que sea necesario.
- El ahorro energético anual producido al introducir la mejora "A", y que es el responsable de que, con el paso de los años recuperemos la inversión realizada.

A estos valores fijos y conocidos de antemano hay que añadir otros que, si bien con el paso del tiempo fluctúan, deberemos suponerlos constantes para realizar el análisis de rentabilidad. Estos son:

- El incremento del coste energético "a".

Para poder valorar el ahorro energético debemos plantearnos primero el coste de la energía y la posible tendencia de crecimiento durante los próximos años sobre los que vamos a estudiar la amortización.

Lógicamente, contra más años comprenda la viabilidad del estudio mayor incertidumbre tendremos sobre la línea de crecimiento energético.

Observamos que el precio de la electricidad es el más bajo de los 10 últimos años por lo que calcular su tendencia es un poco complicado, ya que, aunque la tendencia es que está bajando el precio, tiene que

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

mantenerse o realizar una pequeña subida en un tiempo próximo, por lo que es difícil realizar una tendencia.

Por otra parte, está la evolución del gas natural que por tratarse de un combustible fósil que no fluctúa tanto es más predecible, para ello aplicaremos la siguiente fórmula:

Calculamos el porcentaje medio de crecimiento anual del gas:

$$C_{2015} = C_{2008} \cdot (1+ag_{as})^t \text{ con lo que } ag_{as} = (C_{2015} / C_{2008})^{1/7} - 1$$

$$ag_{as}\% = (0.048459 / 0.04497)^{1/7} - 1 = \mathbf{1,07\%}$$

El porcentaje de aumento del coste de gas resultante será el que aplicaremos como aumento del coste anual de la energía. En nuestro caso redondearemos a 1.5% para plantear un caso más desfavorable y tener un pequeño margen de error.

El criterio seleccionado para el estudio de la viabilidad de las inversiones que facilita la toma de decisiones de cada inversión al poder seleccionar las mejoras que incrementan el valor total del inversor, es el VAN.

El VAN es el valor actualizado neto de una inversión. Por tanto, aceptaremos aquellos cuyo VAN sea positivo, y rechazar aquellos con VAN negativo

VAN>0 Se acepta el proyecto

VAN=0 Se rechaza el proyecto

VAN<0 Se rechaza el proyecto

La tasa interna de retorno T.I.R. es aquel interés que hace nulo el V.A.N. Es decir, es un interés bancario que hace rentabilizar la inversión al cabo de "n" años, al mismo beneficio por intereses que la mejora por aporte de energía. La amortización de la inversión o recuperación del capital invertido se deberá realizar sobre el valor capitalizado del ahorro

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

energético obtenido, ya que se pretende recuperar una inversión del presente en un futuro donde el coste del ahorro energético ha aumentado exponencialmente. Sin embargo, el cálculo del VAN se debe realizar sobre el valor actualizado o descontado del dinero, ya que determina el beneficio económico futuro traído a valores del presente. Por lo tanto, la amortización o recuperación del capital invertido en unos años no implica un valor del VAN positivo a partir de ese momento, ya que el valor del VAN en ese año vendrá dado por la suma actualizada de los flujos o diferencia entre las entradas y salidas de tesorería que dicho activo ocasionará, y hasta ese momento el flujo de caja aún es negativo. La selección de las mejoras tras la obtención del VAN y TIR se realizará atendiendo a la que obtenga un mayor VAN, siempre que este sea positivo. La selección de las mejoras en función del VAN es arriesgada ya que se ha de ser consciente que esta decisión es más sensible a variaciones debido a posibles cambios futuros en la tasa de descuento y en los cambios de tipos de intereses del mercado, pero es el valor que nos define el beneficio de la inversión. Si lo que nos interesase fuera la inversión que antes se amortiza o recuperamos el capital invertido optaríamos por seleccionar las mejoras mediante el TIR.

Ahora que ya sabemos un poco más de cómo vamos a analizar las mejoras podemos entrar individualmente a analizar cada una de ellas.

1ra Mejora: Cambio de caldera.

Como ya dijimos anteriormente, la primera mejora propuesta es cambiar la vieja caldera por una nueva más eficiente, ya explicamos cada una de las opciones, la mejora que supondría y el presupuesto que tendría llevarla a cabo.

Ahora introduciremos los valores de cada una de las medidas, así como el incremento del coste de mantenimiento. También tendremos unos datos fijos que serían las facturas del consumo del edificio y los precios de los combustibles.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

CE3X - PT: C:\Users\Roberto\Desktop\proyecto eficiencia energética\Roberto Argaña Cobo - Proyecto\Propuesta de mejoras\cambio caldera\IFCA con c... - □ ×

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envolverte térmica Instalaciones Medidas de mejora Análisis económico

Facturas Datos económicos Coste de las medidas Resultado

Facturas

- Factura electricidad anual
- Factura gas natural anual

Definición de Factura Energética

Datos de la factura

Nombre: Factura electricidad anual

Combustible: Electricidad

Consumo anual: 1272291 kWh

Demandas satisfechas

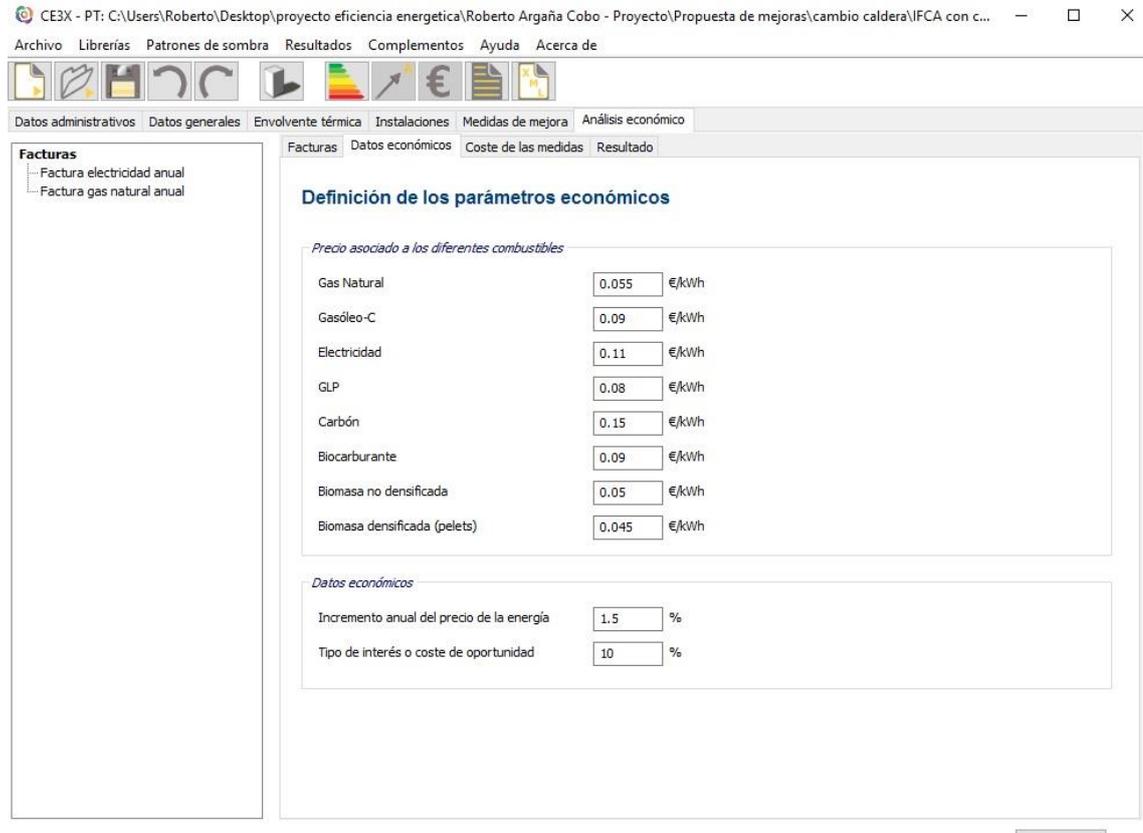
Demandas satisfechas	Distribución de consumos
<input type="checkbox"/> ACS	%
<input type="checkbox"/> Calefacción	%
<input checked="" type="checkbox"/> Refrigeración	30 %
<input checked="" type="checkbox"/> Iluminación	60 %
<input checked="" type="checkbox"/> Otros	10 %

Figura 58, Definición de las facturas (CE3x)

Estas facturas, al igual que los precios de los combustibles, van a ser las mismas para todos los casos, ya que son datos del consumo del edificio no depende de una u otra mejora. Estos gastos se detallarán más a fondo en el Anexo VIII, Consumo del edificio.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

El precio de los combustibles es un dato que varía casi instantáneamente por lo que hay que tener en cuenta que habrá que cambiarlo cada vez que usemos el programa.



Precio asociado a los diferentes combustibles		
Gas Natural	0.055	€/kWh
Gasóleo-C	0.09	€/kWh
Electricidad	0.11	€/kWh
GLP	0.08	€/kWh
Carbón	0.15	€/kWh
Biocarburante	0.09	€/kWh
Biomasa no densificada	0.05	€/kWh
Biomasa densificada (pelets)	0.045	€/kWh

Datos económicos		
Incremento anual del precio de la energía	1.5	%
Tipo de interés o coste de oportunidad	10	%

Figura 59. Definición de los precios de los combustibles (CE3x)

En esta pestaña del programa, a parte de los precios de los combustibles, también nos pide el incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés o coste de oportunidad.

Ambos conceptos los definimos previamente, para el incremento del precio de la energía nos quedaremos con la del gas natural, ya que es la más restrictiva.

El tipo de interés depende de cada uno, ya que es un dato personal, de un modo simplificado sería la inversión que quiere sacar cada uno de esta mejora, alguno le parecerá bien un 10% y a otros le parecerá poco, lo único que está claro que ese valor debe ser mayor que el porcentaje que tengan los bonos de estado, ya que estos son los que marcan el nivel de inversión sin riesgo máxima, e invertir para conseguir menos que un valor seguro iría en contra de la economía, no tendría sentido.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Actualmente estos bonos están en torno al 5%, por tanto, cualquier valor superior a este se consideraría posible.

Una vez que ya hemos definido la parte común para todas las propuestas de mejora, entraremos en profundidad en cada una de ellas.

Al introducir los al programa los datos de los costes de inversión, los incrementos del mantenimiento y la vida útil de cada una de ellas.

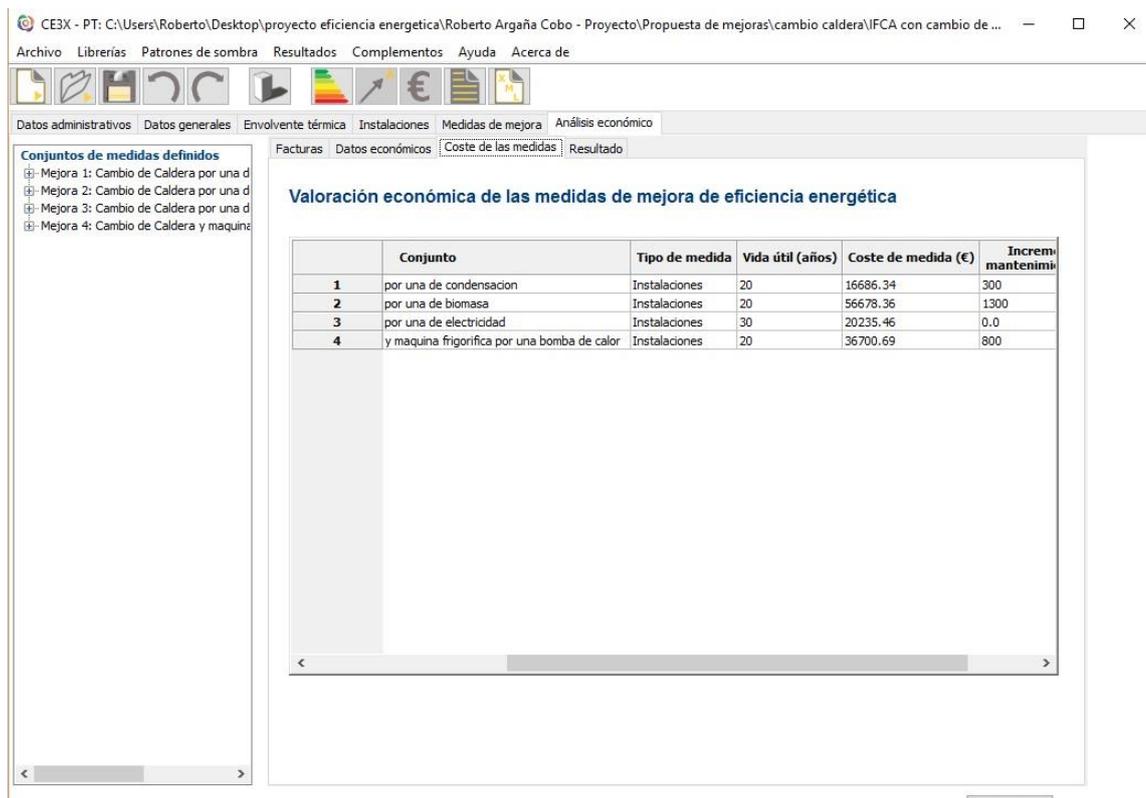


Figura 60. Costes de la mejora 1 (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Y por último solo tendríamos que observar los resultados.

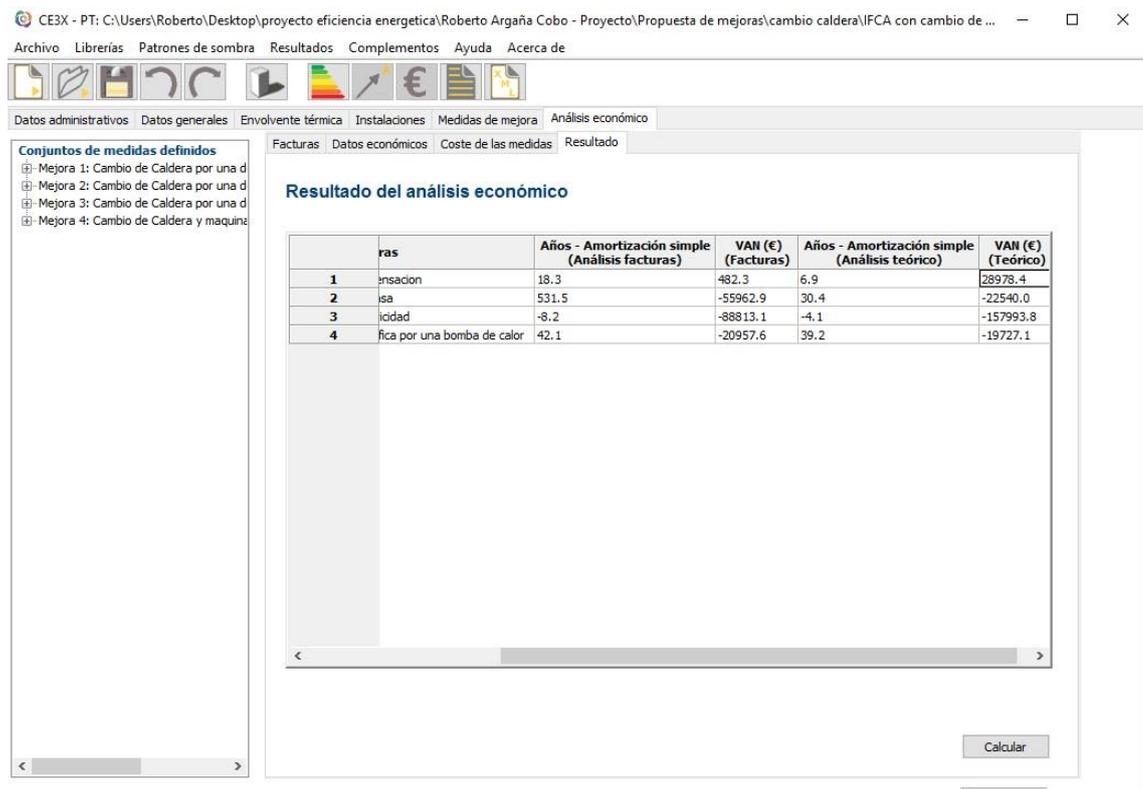


Figura 61, Resultado del análisis económico (CE3x)

El programa nos da dos opciones, una real basándose en las facturas, y una teórica con los precios de los combustibles. Obviamente le daremos más importancia al real.

En nuestro caso da igual una u otra, podemos observar que la única medida viable es la de la caldera de condensación. Ya que es la única mejora que tiene un VAN positivo. Esto se debe básicamente porque, aunque las opciones de la caldera de biomasa y la de la bomba de calor, aunque mejoran mucho más la eficiencia, son mucho más cara y tienen un coste por mantenimiento, que impide recuperar la inversión. En el caso de la caldera eléctrica simplemente es porque la mejora es tan pequeña que será imposible amortizarla incluso si la caldera costase 10 veces menos. En el programa nos da una amortización de esta caldera en años negativos, esto se debe a que, al realizar este cambio, ya no tendríamos ningún gasto de gas natural, lo que le produce un fallo al programa, aunque como ya hemos visto esta mejora es inviable por la escasa

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

mejora en la eficiencia calcularemos manualmente el VAN, y nos da una amortización a partir del 9º año. Ver Anexo VII.

Por tanto, considerando los resultados obtenidos podemos decir que cambiar la caldera vieja por una nueva de condensación, cuyas características dijimos anteriormente es una medida interesante para llevar a cabo.

2da Mejora: Mejora de la envolvente térmica

Como ya dijimos, las facturas y los datos de los precios, así como el incremento y el tipo de interés no van a cambiar, así que iremos directamente a los costes.

En esta mejora, como ya sabemos no habrá costes de mantenimiento y las mejoras se considerará que durarán 40 años.

	Conjunto	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)	Incr- manten
1	Puentes termicos	Mejora de Puentes Térmicos	40	738.18	0.0
2	Incorporar doble ventana	Sustitución/mejora de Huecos	40	3105.2	0.0
3	Pilares + Incorporar doble ventana	Sustitución/mejora de Huecos	40	3105.2	0.0
4	Pilares + Incorporar doble ventana	Mejora de Puentes Térmicos	40	738.18	0.0

Figura 62, Costes mejora 2 (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Podemos apreciar que estos costes son muy inferiores a los del cambio de la caldera.

Veremos qué pasa cuando realizamos el análisis económico.

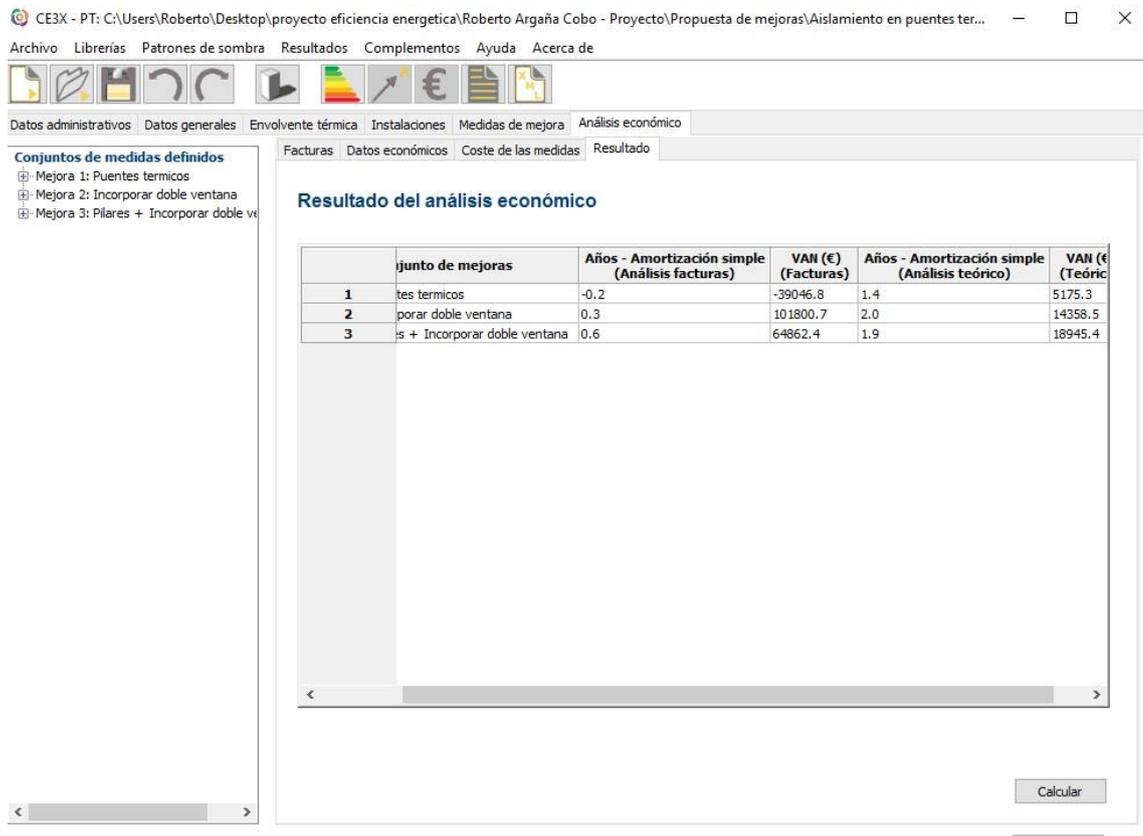


Figura 63, Análisis económico mejora 2 (CE3x)

En este caso vemos que salvo en la primera mejora, que ya habíamos descartado anteriormente, todas las inversiones son rentables.

En este momento debemos decidir si es mejor una u otra, ya que lo que parece muy claro es que es son unas mejoras considerables y viables económicamente hablando.

En este caso nos decantaremos por el segundo conjunto, es decir aplicar ambas mejoras, el aislamiento de los pilares de las fachadas y cambiar las ventanas por ventanas dobles. Hemos elegido esta mejora porque técnicamente es mucho mejor para la eficiencia energética, y en el ámbito económico son muy parejas.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

3ª mejora: Poner un recuperador de calor en la instalación de aire primario

Como ya dijimos el recuperador de calor nos ayudará a reducir el consumo energético de la instalación de climatización, ya que la carga térmica a combatir por aire de ventilación será menor.

Se produce una mejora notable, destacando sobretodo la demanda y emisiones de calefacción.

Veamos ahora analizando económicamente.

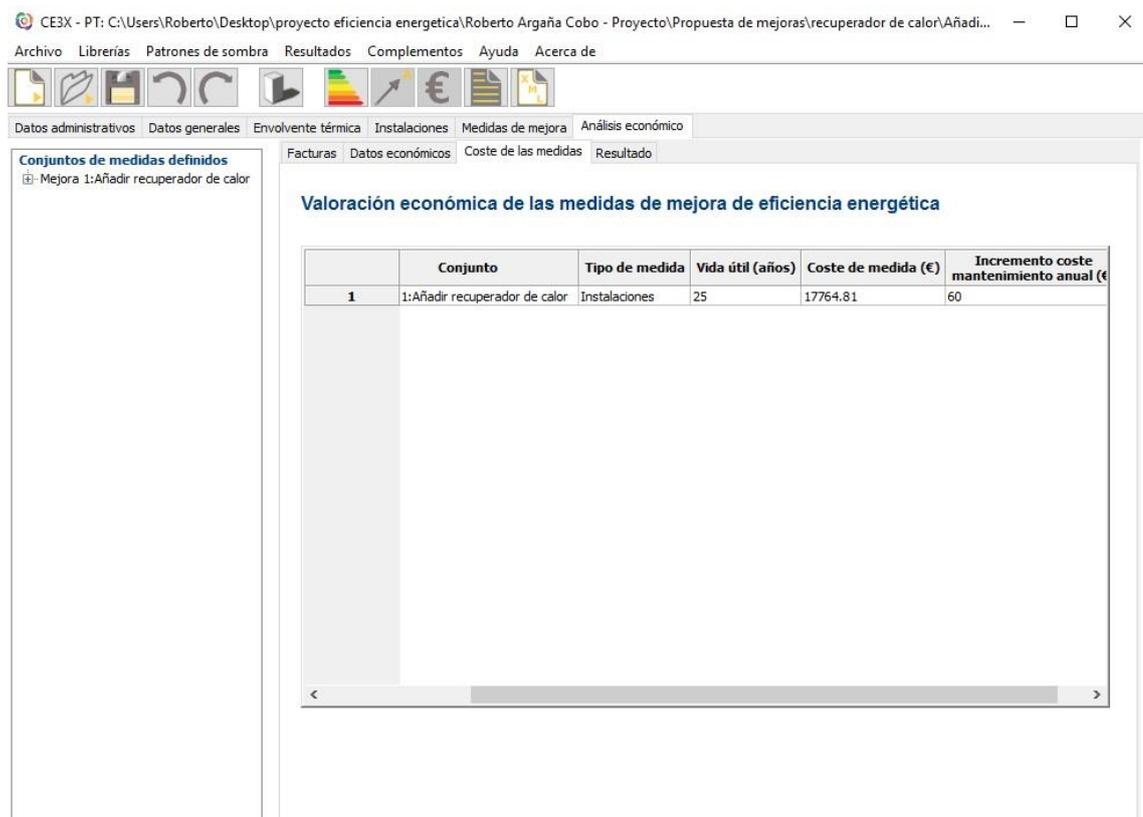


Figura 64, Costes mejora 3 (CE3x)

Introducimos los datos de su vida útil y de los costes, como ya dijimos este aparato tendrá una vida útil de unos 25 años, y sus costes serán 17764.81 € para su coste fijo y 60 € anuales de incremento de mantenimiento.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Con todo esto el análisis que nos hace el programa nos dará lo siguiente:

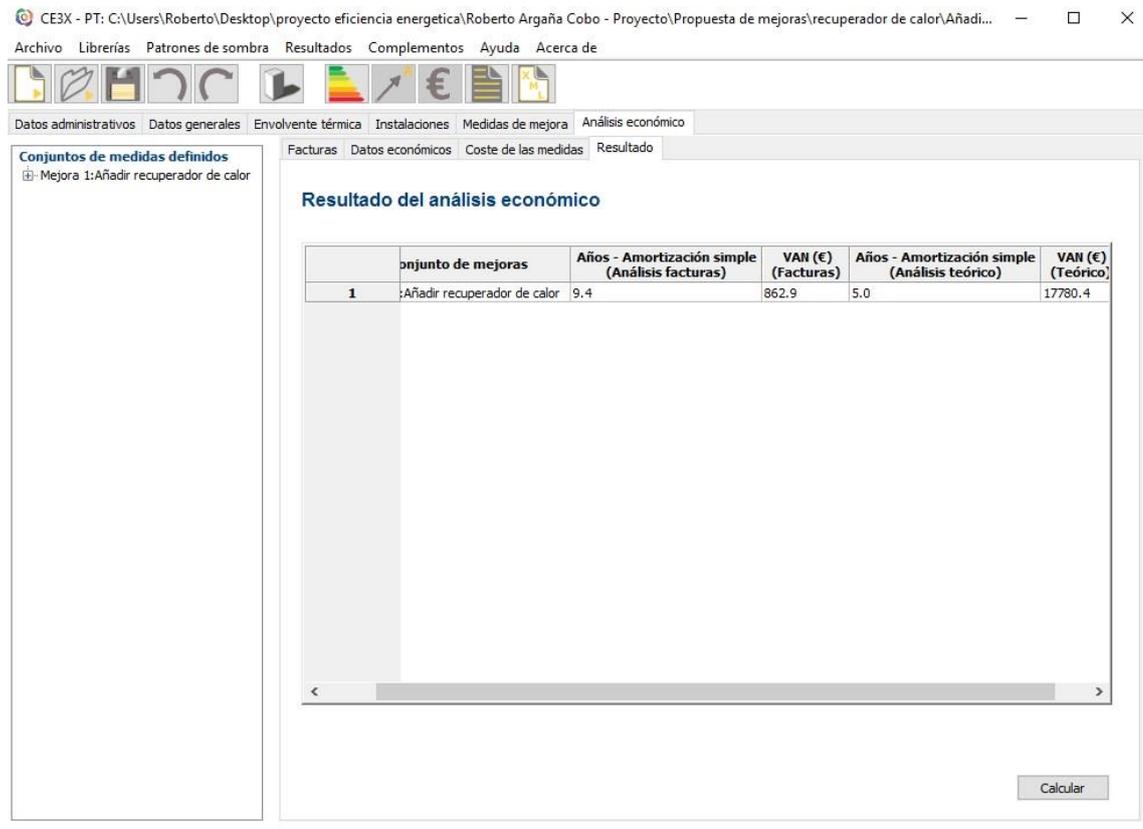


Figura 65, Análisis económico mejora 3 (CE3x)

Podemos apreciar que en este caso tanto como en el caso teórico, como en el real, teniendo en cuenta las facturas, será una medida muy viable, ya que los años de amortización son pocos, comparando con el tiempo que nos va a durar, y sacaremos un interés del 10%, con las ganancias que significan.

Luego podemos decir que instalar los recuperadores de calor es una medida muy interesante para aplicar.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

4ª mejora: Captadores de energía solar térmica

Por último analizaremos la opción de instalar unos paneles con los que cubriremos el 70% de la demanda de ACS y el 10% de la demanda de calefacción.

Si introducimos los valores en el programa

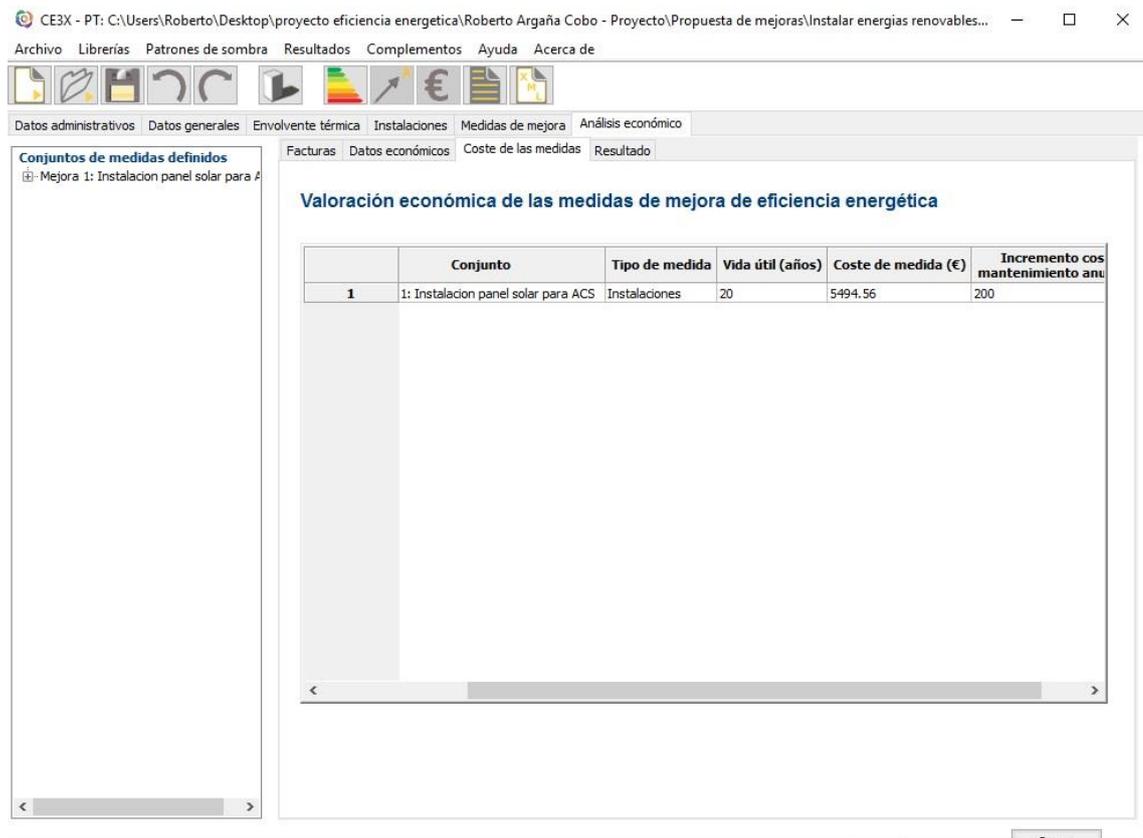


Figura 66, Costes mejora 4 (CE3x)

Recordamos que la inversión para poner paneles solares no es muy grande, 5494.56 € aunque estos paneles tienen un coste de mantenimiento de 200€ anuales. Y se estima que su vida útil es de 20 años.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

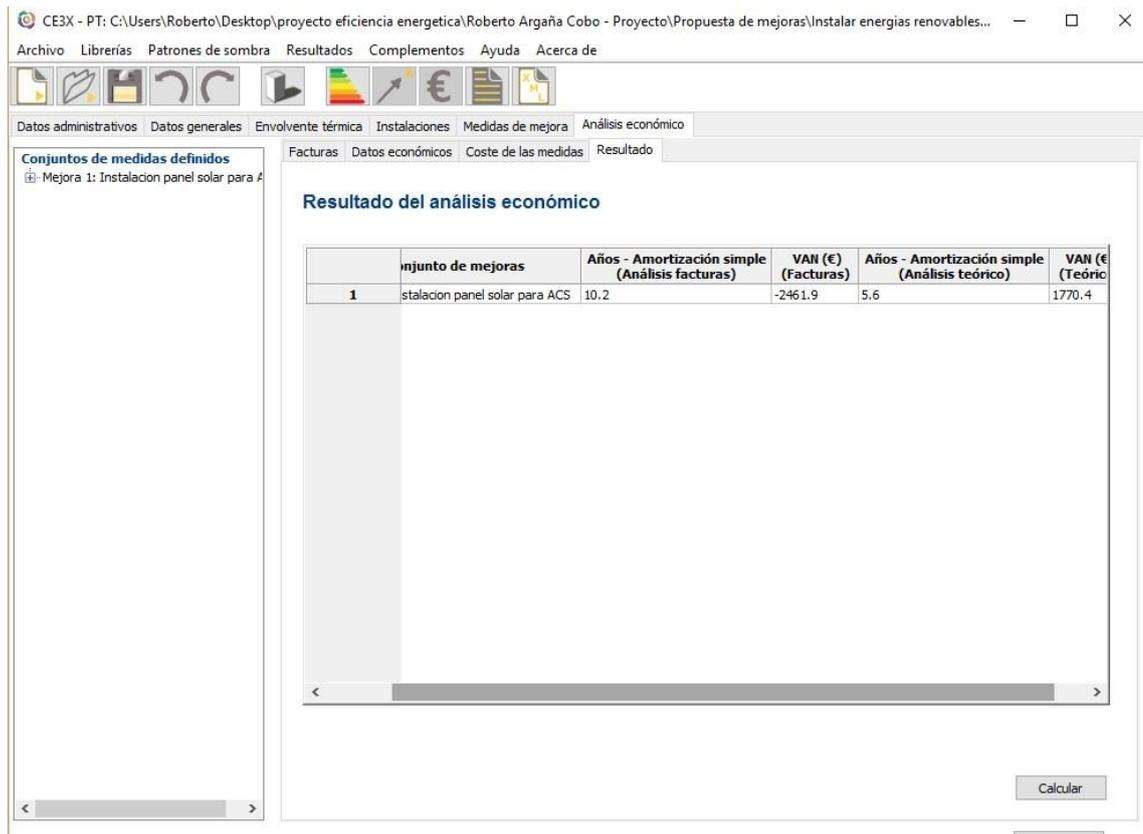


Figura 67, Análisis económico mejora 4 (CE3x)

Al ver el análisis que realiza el programa podemos ver una pequeña diferencia entre el análisis teórico y el real. Ya que para un caso sería una inversión viable y para otro no.

Esto nos lleva a pensar si realmente es una buena inversión o no. Nos planteamos la opción de si realmente queremos ahorrarnos tanto como habíamos indicado inicialmente o si nos podría valer un ahorro un poco mejor, y ayudando en otros factores, como puede ser la conciencia ecológica. Así que repetimos el análisis económico, pero estudiando el caso de tener un beneficio del 7%, que seguiría siendo superior a los bonos del estado, por lo que seguiríamos teniendo una mejora en la inversión.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

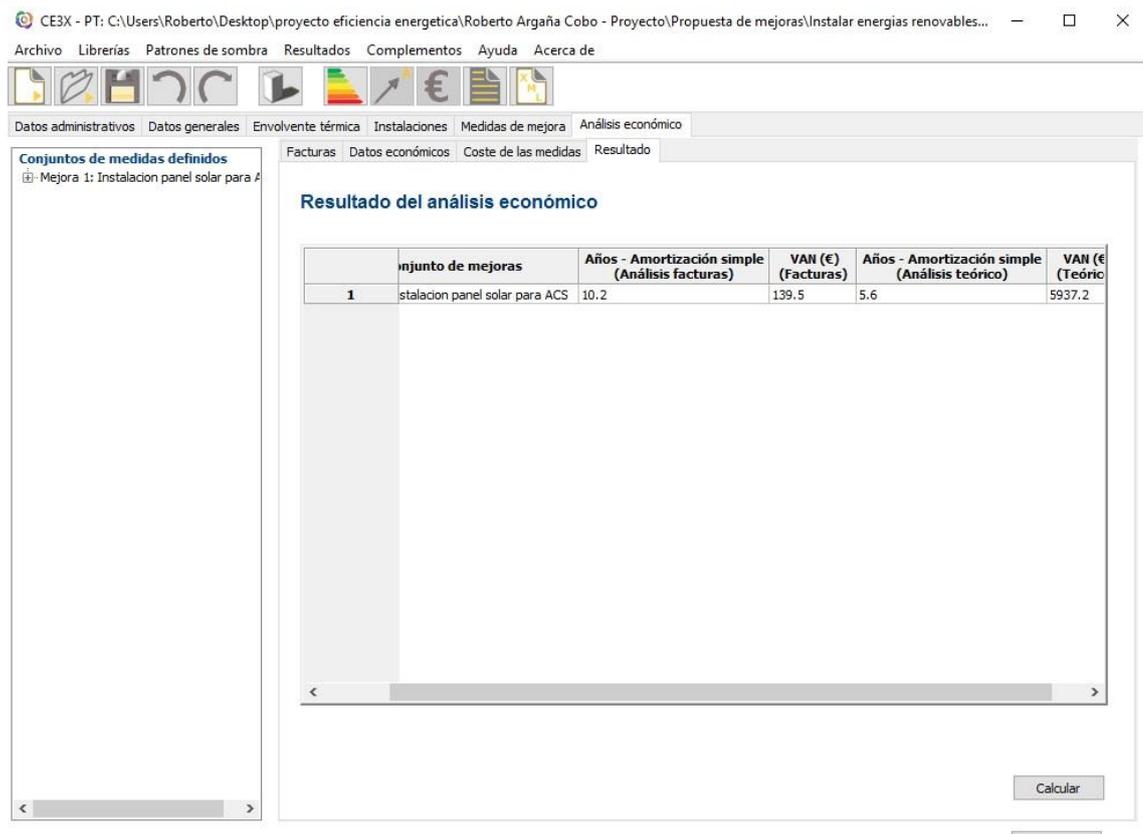


Figura 68, Análisis económico mejora 4 (CE3x)

Al bajar el interés de la inversión, el programa nos dice que en ambos casos sería un análisis positivo, por lo que deberíamos tener en cuenta instalarlo.

Otro factor a tener en cuenta son las subvenciones que da el gobierno de Cantabria por instalar estas medidas de mejoras producidas por energías renovables.

De todas formas, plantearemos la mejora final con ambas opciones, con y sin paneles.

Conclusiones y Propuesta mejora final

Una vez realizado el estudio de la eficiencia energética de dicho edificio y por todo lo que hemos explicado anteriormente, llegamos a la conclusión de que el edificio tiene una buena eficiencia energética, en parte por su reciente creación, que quedará patente con el certificado de eficiencia energética que emitiremos y con el que cumpliremos la normativa para edificios públicos construidos, de cara a una futura auditoria.

También propondremos unas mejoras, que serán viables y podrán mejorar el nivel de eficiencia energética a un coste asumible y amortizable, estas mejoras serán las siguientes.

Como ya hemos ido diciendo cada vez que analizábamos una mejora, nos quedábamos con la opción más rentable si es que la hubiera. Por tanto, hemos dicho que las mejoras a llevar a cabo serán:

- Instalar una caldera de condensación.
- Instalar aislamiento para los puentes térmicos en los pilares integrados en fachada y en los pilares de las esquinas.
- Cambiar las ventanas por dobles ventanas.
- Incorporar recuperadores de calor en los sistemas de aire.
- Instalar captadores de energía solar térmica.

Ahora juntaremos todas para observar cual sería la mejora obtenida, el coste que conllevaría y si es viable.

Ofreceremos dos opciones al cliente, la opción de instalar el paquete de mejoras con o sin los captadores de energía solar térmica, por lo que expusimos anteriormente.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Lo primero estudiaremos la mejora que tendrán ambas opciones:

Grupo de mejoras (con captadores)

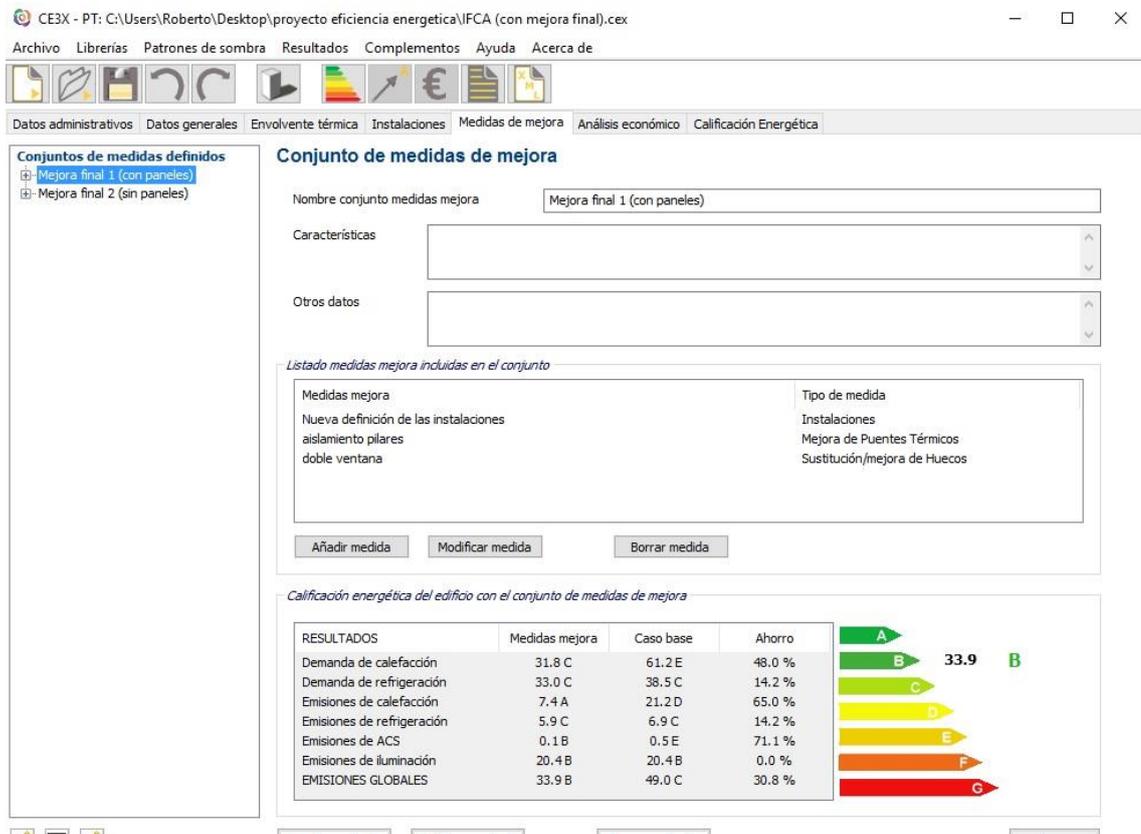


Figura 69, Mejoras con captadores (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Grupo de mejoras (sin captadores)

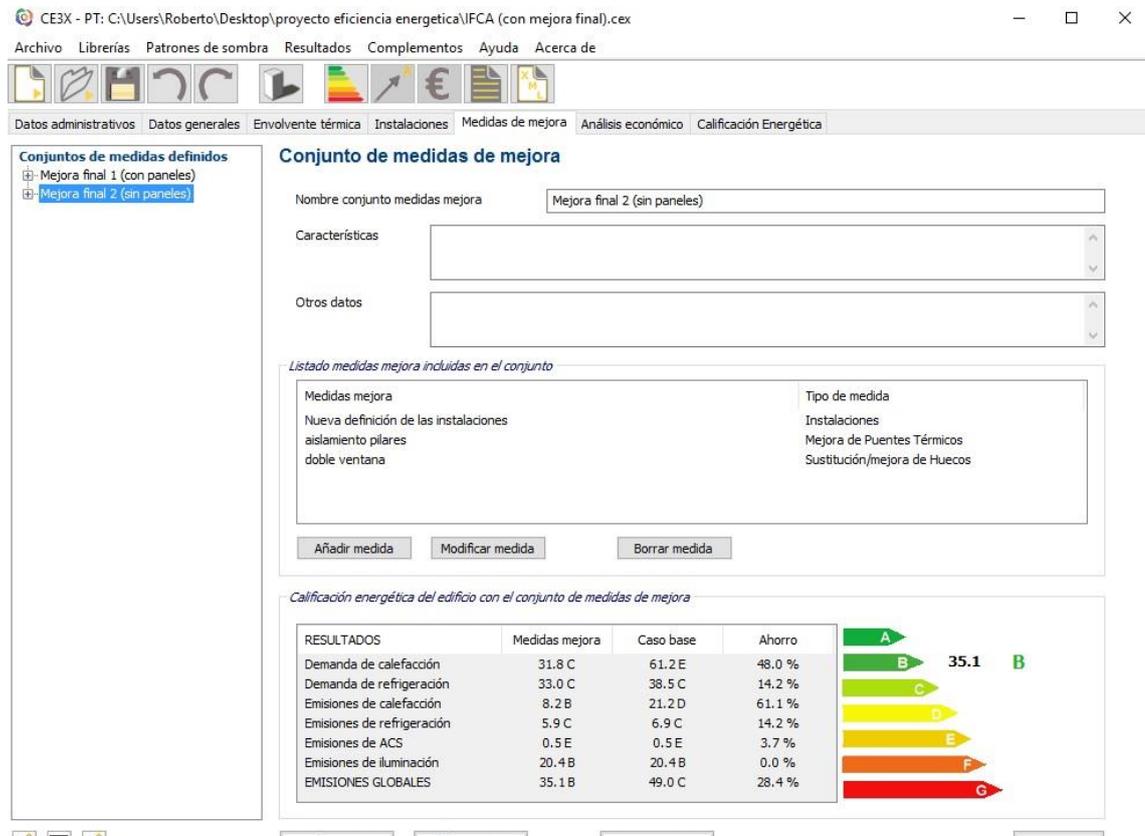


Figura 70, Mejoras sin captadores (CE3x)

Vemos que la diferencia es pequeña, y que ambas, desde el punto de vista de la mejora energética, son dos muy buenas soluciones.

Ahora nos centraremos en el aspecto económico ya que consideramos que es el aspecto más importante.

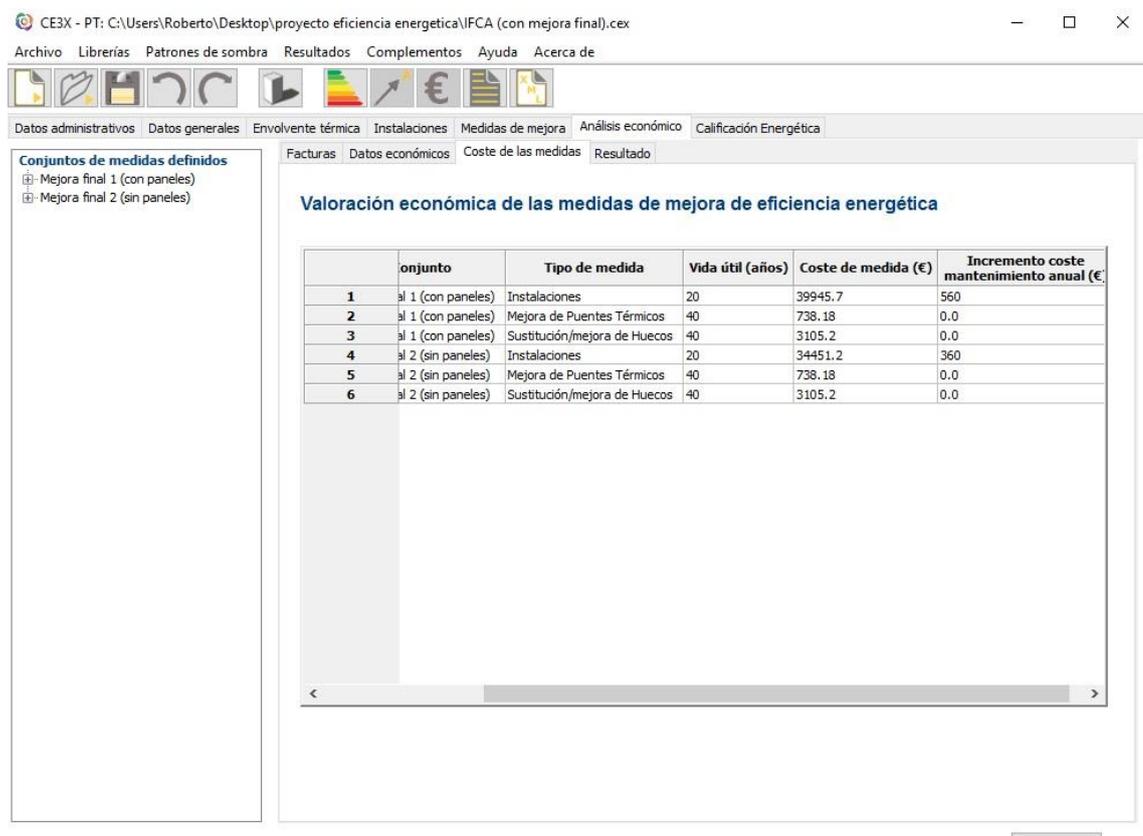
MEJORA FINAL		
Medida de mejora	Precio (€)	Mantenimiento (€)
Mejora1: Caldera condensacion (gas natural)	16686,34	300
Mejora2: Aislamiento en puentes termicos + doble ventana	3843,38	0
Mejora3: recuperador de calor aire-aire	17764,81	60
Mejora4: Instalar paneles solares	5494,56	200
	Total	43789,09
	Total sin paneles	38294,53

Figura 71, Tabla de presupuestos

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

El precio tampoco es muy concluyente, ya que el coste de ambas medidas es prácticamente la misma, la diferencia es de 5500€, lo que equivaldría a un 12.5% más si colocamos los paneles. Pero como dijimos antes, el gobierno regional tiene una serie de subvenciones para la instalación de sistemas con energías renovables, con lo que se podría reducir notablemente este aumento.

Al introducir los datos en el programa



The screenshot shows the CE3X software interface. The main window displays a table titled 'Valoración económica de las medidas de mejora de eficiencia energética'. The table has six columns: 'conjunto', 'Tipo de medida', 'Vida útil (años)', 'Coste de medida (€)', and 'Incremento coste mantenimiento anual (€)'. The table contains six rows of data, numbered 1 to 6. The first two rows (1 and 2) are for 'conjunto 1 (con paneles)', and the last two rows (5 and 6) are for 'conjunto 2 (sin paneles)'. The middle two rows (3 and 4) are for 'conjunto 1 (con paneles)' and 'conjunto 2 (sin paneles)' respectively, but they are not explicitly labeled in the 'conjunto' column. The table shows that the cost of measures is significantly higher for the 'con paneles' scenario, while the annual maintenance cost is much lower.

	conjunto	Tipo de medida	Vida útil (años)	Coste de medida (€)	Incremento coste mantenimiento anual (€)
1	al 1 (con paneles)	Instalaciones	20	39945,7	560
2	al 1 (con paneles)	Mejora de Puentes Térmicos	40	738,18	0,0
3	al 1 (con paneles)	Sustitución/mejora de Huecos	40	3105,2	0,0
4	al 2 (sin paneles)	Instalaciones	20	34451,2	360
5	al 2 (sin paneles)	Mejora de Puentes Térmicos	40	738,18	0,0
6	al 2 (sin paneles)	Sustitución/mejora de Huecos	40	3105,2	0,0

Figura 72, Costes de mejora final (CE3x)

Simplemente introducimos los valores que acabamos de desglosar, y su coste de mantenimiento, 360€ sin paneles y 560€ con ellos, recordamos que estos costes son anuales, por lo que tampoco es una diferencia demasiado grande.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Ahora que sabemos las mejoras y el coste, nos centraremos en el análisis económico.

Al analizar ambas mejoras para el caso de un tipo de interés del 10% vemos que no es una inversión viable.

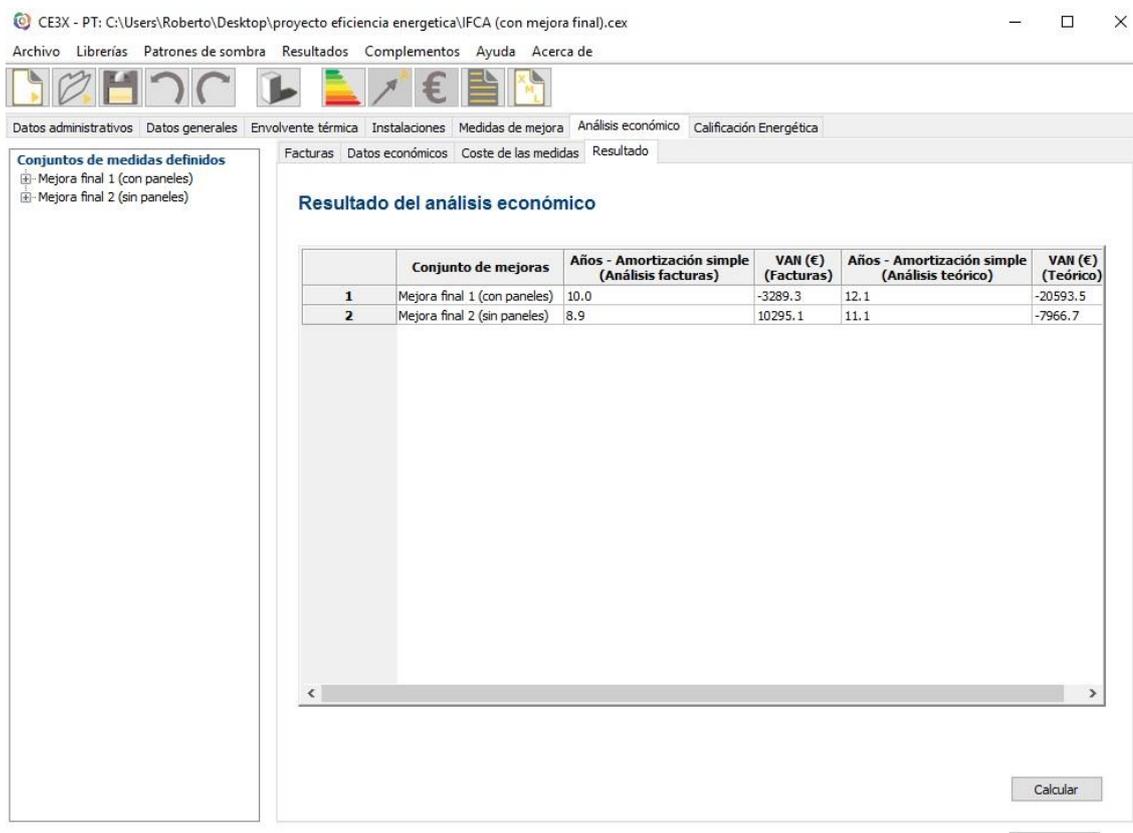


Figura 73, Análisis económico de la mejora final (CE3x)

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Así que bajamos el tipo de interés hasta el 8%, que sigue suponiendo un ahorro importante, y ya vemos que para este caso si serian ambas mejoras viables, y que tendrían una amortización en torno a 10 años, lo cual es aceptable teniendo en cuenta que estas instalaciones tienen una vida útil media de 20 años.

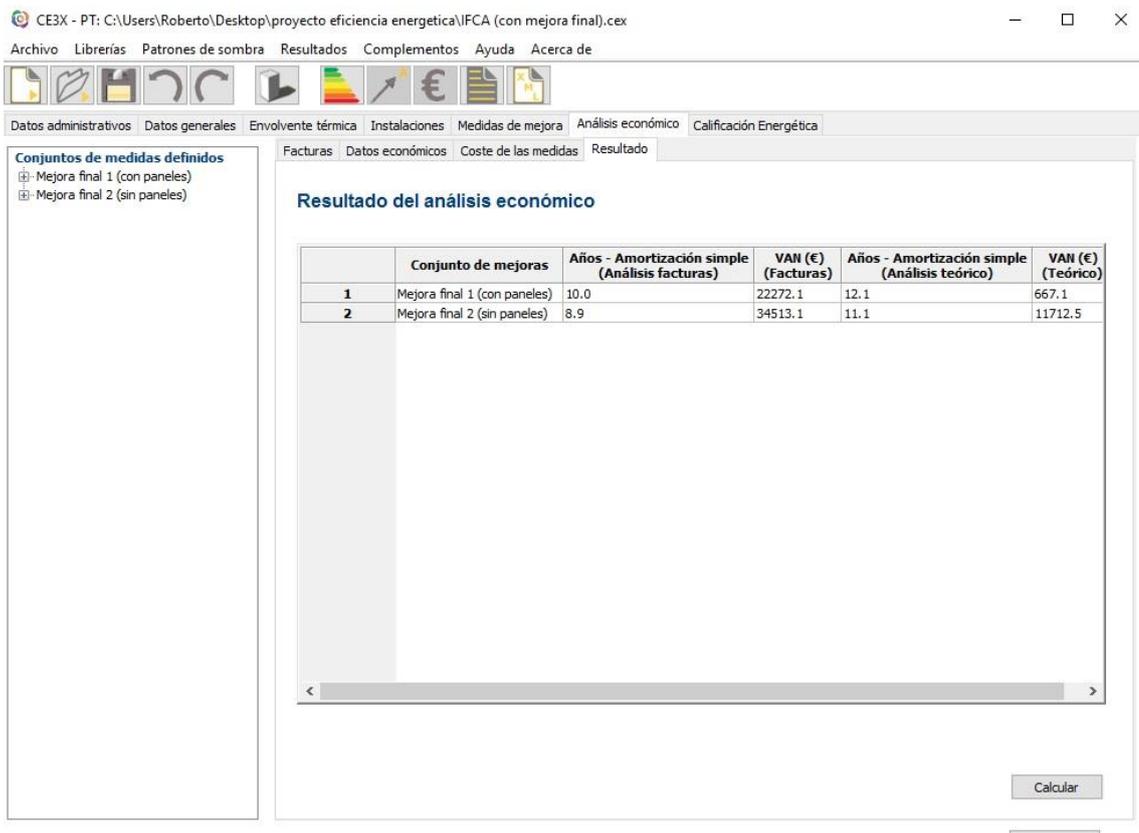


Figura 74, Análisis económico de la mejora final (CE3x)

Presupuesto:

Como ya dijimos para realizar estos presupuestos nos hemos ayudado de un generador de precios de internet especializado en la construcción.

(<http://www.generadordeprecios.info/>)

Lo primero será calcular el presupuesto que supondría quitar el viejo equipo de la caldera, ya que este gasto será fijo para todas las opciones de mejora.

ZCD005		Ud	Desmontaje de equipo de calefacción, refrigeración y A.C.S. , para sustitución por equipo con mejor eficiencia energética.					
Desmontaje de equipo mixto de calefacción y producción de A.C.S. formado por caldera convencional de gas natural, colectiva, de pie, de 232 kW de potencia calorífica máxima, y soportes de fijación, con medios manuales y mecánicos y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.								
Descompuesto	Ud	Descomposición			Rend.	Precio unitario	Precio partida	
mq07gre010a	h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 12 t y 20 m de altura máxima de trabajo.			2,063	48,65	100,36	
mo004	h	Oficial 1º calefactor.			8,272	18,26	151,05	
mo103	h	Ayudante calefactor.			8,272	16,66	137,81	
	‰	Medios auxiliares			2,000	389,22	7,78	
	‰	Costes indirectos			3,000	397,00	11,91	
						Total:	408,91	

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Ahora calcularemos el coste de las diferentes calderas, empezando por la caldera condensación

ZCG235		Ud	Caldera a gas, colectiva, de pie, de condensación, para calefacción.			
Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera de pie, de baja temperatura, con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 220 kW, peso 967 kg, dimensiones 2778x880x1035 mm, con cuadro de regulación para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. Y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, módulo para el control de 1 circuito de A.C.S. Con intercambiador de placas.						
Descompuesto	Ud	Descomposición		Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt38cbu067sb	Ud	Caldera de pie, de baja temperatura, con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 220 kW, peso 967 kg, dimensiones 2778x880x1035 mm, con cuadro de regulación para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. Y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, de 8 elementos ensamblados.		1,000	12671,10	12671,10
mt38ocg110f	Ud	Quemador presurizado modulante para gas, de potencia máxima 300 kW, con encendido electrónico.		1,000	1921,60	1921,60
mt38cbu710a	Ud	Módulo para el control de 1 circuito de A.C.S. Con intercambiador de placas.		1,000	482,44	482,44
mt35aia010a	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5 C hasta 60 C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.		10,000	0,25	2,50
mt35cun020a	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 211025.		20,000	0,39	7,80
mt37svs010a	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 3 bar de presión.		1,000	4,23	4,23
mt37sgl020d	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110 C.		2,000	6,61	13,22
mt38sss120	Ud	Pirostato de rearme manual.		1,000	67,65	67,65
mt38www050	Ud	Desagüe a sumidero, para el drenaje de la válvula de seguridad, compuesto por 1 m de tubo de acero negro de 1/2" y embudo desagüe, incluso p/p de accesorios y piezas especiales.		1,000	14,41	14,41
mt38ocg021a	Ud	Puesta en marcha del quemador para gas.		1,000	144,12	144,12
mt38www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción.		1,000	1,61	1,61
mt37www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.		1,000	1,34	1,34
mo004	h	Oficial 1º calefactor.		4,623	18,26	84,42
mo103	h	Ayudante calefactor.		4,623	16,66	77,02
	∑	Medios auxiliares		2,000	15493,46	309,87
	∑	Costes indirectos		3,000	15803,33	474,10
Coste de mantenimiento decenal: 12.191,801 en los primeros 10 años.					Total:	16277,43

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Caldera biomasa

ZCQ020		Ud	Caldera de biomasa, para la combustión de pellets.			
Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 76,8 a 249 kW, con sistema de alimentación de pellets, compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U".						
Descompuesto	Ud	Descomposición		Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt38cbh018bwj	Ud	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 76,8 a 249 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1911x1116x1906 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con parrilla móvil con sistema automático de limpieza mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión y depósito de cenizas extraíble, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción.		1,000	40621,59	40621,59
mt38cbh099e	Ud	Base de apoyo antivibraciones, para caldera.		1,000	167,68	167,68
mt38cbh097a	Ud	Limitador térmico de seguridad, tarado a 95 C, formado por válvula y sonda de temperatura.		1,000	76,82	76,82
mt38cbh085kf	Ud	Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55 C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 65 mm de diámetro y bomba de circulación para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.		1,000	3754,61	3754,61
mt38cbh320d	Ud	Sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, formado por tubo de 3048 mm de longitud, de acero inoxidable, con dos curvas, tornillo sinfín flexible, motor de vaciado, pilar y cabezal de transferencia de la ceniza.		1,000	2514,32	2514,32
mt38cbh321a	Ud	Cajón de cenizas de acero galvanizado, de 240 litros, para sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, con apertura por la parte superior.		1,000	907,74	907,74
mt38cbh091e	Ud	Conexión antivibración para conducto de humos de 250 mm de diámetro.		1,000	301,64	301,64
mt38cbh096e	Ud	Regulador de tiro de 250 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, para caldera.		1,000	327,87	327,87
mt38cbh322a	Ud	Montaje de sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible.		1,000	145,20	145,20
mt38cbh102d	Ud	Dirección de montaje y cableado de caldera de biomasa.		1,000	1369,57	1369,57
mt38cbh100c	Ud	Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa.		1,000	335,37	335,37
mt38cbh153b	Ud	Extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud total, para alimentación trifásica a 400 V, con 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U", para sistema de alimentación de caldera de biomasa.		1,000	2658,58	2658,58
mt38cbh130a	Ud	Incremento de precio de transportador helicoidal sinfín, por seccionamiento para su transporte y posterior empalme, para sistema de alimentación de caldera de biomasa.		1,000	110,54	110,54
mo004	h	Oficial 1º calefactor.		7,669	18,26	140,04
mo103	h	Ayudante calefactor.		7,669	16,66	127,77
	‰	Medios auxiliares		2,000	53559,34	1071,19
	‰	Costes indirectos		3,000	54630,53	1638,32
Coste de mantenimiento decenal: 31.735,971 en los primeros 10 años.						
					Total:	56269,45

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Caldera eléctrica

ZCG235		Ud	Caldera a gas, colectiva, de pie, de condensación, para calefacción.			
Rehabilitación energética de edificio mediante la colocación, en sustitución de equipo existente, de caldera de pie, de baja temperatura, con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 220 kW, peso 967 kg, dimensiones 2778x880x1035 mm, con cuadro de regulación para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. Y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, módulo para el control de 1 circuito de A.C.S. Con intercambiador de placas.						
Descompuesto	Ud	Descomposición		Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt38cbu067sb	Ud	Caldera de pie, de baja temperatura, con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 220 kW, peso 967 kg, dimensiones 2778x880x1035 mm, con cuadro de regulación para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. Y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, de 8 elementos ensamblados.		1,000	12671,10	12671,10
mt38ocg110f	Ud	Quemador presurizado modulante para gas, de potencia máxima 300 kW, con encendido electrónico.		1,000	1921,60	1921,60
mt38cbu710a	Ud	Módulo para el control de 1 circuito de A.C.S. Con intercambiador de placas.		1,000	482,44	482,44
mt35aia010a	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.		10,000	0,25	2,50
mt35eun020a	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V. Según UNE 211025.		20,000	0,39	7,80
mt37svs010a	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 3 bar de presión.		1,000	4,23	4,23
mt37sgl020d	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C.		2,000	6,61	13,22
mt38sss120	Ud	Pirostato de rearme manual.		1,000	67,65	67,65
mt38www050	Ud	Desagüe a sumidero, para el drenaje de la válvula de seguridad, compuesto por 1 m de tubo de acero negro de 1/2" y embudo desagüe, incluso p/p de accesorios y piezas especiales.		1,000	14,41	14,41
mt38ocg021a	Ud	Puesta en marcha del quemador para gas.		1,000	144,12	144,12
mt38www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción.		1,000	1,61	1,61
mt37www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.		1,000	1,34	1,34
mo004	h	Oficial 1º calefactor.		4,623	18,26	84,42
mo103	h	Ayudante calefactor.		4,623	16,66	77,02
	∑	Medios auxiliares		2,000	15493,46	309,87
	∑	Costes indirectos		3,000	15803,33	474,10
Coste de mantenimiento decenal: 12.191,80€ en los primeros 10 años.					Total:	16277,43

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Bomba calor

ICV005	Ud	Unidad compacta agua-aire-agua bomba de calor de producción simultánea de agua fría y de agua caliente, sistema 4 tubos, para instalación en exterior.			
Unidad compacta agua-aire-agua bomba de calor de producción simultánea de agua fría y de agua caliente, sistema de cuatro tubos, modelo Aquapack MI-630 "CIAT", con refrigerante R-407C, para instalación en exterior.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt42bcc200r	Ud	Unidad compacta agua-aire-agua bomba de calor de producción simultánea de agua fría y de agua caliente, sistema de cuatro tubos, modelo Aquapack MI-630 "CIAT", potencia frigorífica nominal de 123,2 kW y potencia calorífica nominal de 174 kW, (temperatura de salida del agua fría: 7°C, salto térmico: 5°C, y temperatura de salida del agua caliente: 50°C), caudal de agua nominal de 21,2 m³/h, caudal de aire nominal de 52000 m³/h y potencia sonora de 69,4 dBA; con interruptor de caudal; incluso transporte hasta pie de obra sobre camión.	1,000	33350,67	33350,67
mt37www060j	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,5 mm de diámetro, con rosca de 2 1/2", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	2,000	53,69	107,38
mt37www050h	Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 2 1/2", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	4,000	34,47	137,88
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	4,000	10,57	42,28
mt37sgl020d	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C.	2,000	6,61	13,22
mt42www050	Ud	Termómetro bimetalico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2", escala de temperatura de 0 a 120°C.	4,000	20,18	80,72
mt37svs010h	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 3/4" de diámetro, tarada a 4 bar de presión.	2,000	8,11	16,22
mo005	h	Oficial 1º instalador de climatización.	21,970	18,26	401,17
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	21,970	16,66	366,02
	%	Medios auxiliares	2,000	34515,56	690,31
	%	Costes indirectos	3,000	35205,87	1056,18
Coste de mantenimiento decenal: 23.207,71€ en los primeros 10 años.				Total:	36262,05

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Techo radiante

ICE019	m ²	Sistema de calefacción y refrigeración por techo radiante, con falso techo continuo.			
Sistema de calefacción y refrigeración por techo radiante, compuesto por paneles refrigerantes, de yeso laminado, para falso techo continuo, de 2000x1200 mm y 15 mm de espesor, con circuitos integrados de tubo de polietileno reticulado (PE-X) con barrera de oxígeno, de 9,9 mm de diámetro y 1,1 mm de espesor y tubería (desde el colector hasta la te de distribución) formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) con barrera de oxígeno y capa de protección de polietileno (PE) modificado, de 20 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, suspendido del forjado con estructura metálica.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt38etu100a	Ud	Panel refrigerante, de yeso laminado, para falso techo continuo, de 2000x1200 mm y 15 mm de espesor, con circuito integrado de tubo de polietileno reticulado (PE-X) con barrera de oxígeno, de 9,9 mm de diámetro y 1,1 mm de espesor, con aislamiento térmico de poliestireno expandido de 27 mm de espesor, resistente al fuego (resistencia al fuego B-s1, d0 según UNE-EN 13501-1).	0,417	146,25	60,99
mt37tpu012i	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa) con barrera de oxígeno y capa de protección de polietileno (PE) modificado, de 20 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor según ISO 15875-2.	0,100	2,54	0,25
mt38etu108a	Ud	Te de latón, de 20x9,9x20 mm, sistema de unión Quick and Easy, incluso anillos.	1,000	5,95	5,95
mt12psg160a	m	Perfil de acero galvanizado, en U, de 30 mm.	0,400	1,26	0,50
mt12psg220	Ud	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	2,000	0,06	0,12
mt12psg210a	Ud	Cuelgue para falsos techos suspendidos.	1,200	0,80	0,96
mt12psg210b	Ud	Seguro para la fijación del cuelgue, en falsos techos suspendidos.	1,200	0,13	0,16
mt12psg210c	Ud	Conexión superior para fijar la varilla al cuelgue, en falsos techos suspendidos.	1,200	0,98	1,18
mt12psg190	Ud	Varilla de cuelgue.	1,200	0,44	0,53
mt12psg050c	m	Maestra 60/27 de chapa de acero galvanizado, de ancho 60 mm, según UNE-EN 14195.	3,200	1,44	4,61
mt12psg215b	Ud	Conector para maestra 60/27.	0,600	0,91	0,55
mt12psg215a	Ud	Caballete para maestra 60/27.	2,300	0,29	0,67
mt12psg081b	Ud	Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.	17,000	0,01	0,17
mt12psg041b	m	Banda acústica de dilatación de 50 mm de anchura.	0,400	0,26	0,10
mt12psg030a	kg	Pasta para juntas, según UNE-EN 13963.	0,700	1,26	0,88
mt12psg040a	m	Cinta de juntas.	0,450	0,03	0,01
mo004	h	Oficial 1º calefactor.	0,100	17,82	1,78
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,050	16,10	0,81
mo015	h	Oficial 1º montador de falsos techos.	0,201	17,82	3,58
mo082	h	Ayudante montador de falsos techos.	0,100	16,13	1,61
	∕	Medios auxiliares	2,000	85,41	1,71
	∕	Costes indirectos	3,000	87,12	2,61
Coste de mantenimiento decenal: 15,251 en los primeros 10 años.				Total:	89,73
Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada			Aplicabilidad (1)	Obligatoriedad (2)	Sistema (3)
UNE-EN 14195:2005			112006	112007	3/4
Perfilería metálica para particiones, muros y techos en placas de yeso laminado. Definiciones requisitos y métodos de ensayo					
UNE-EN 14195:2005/AC:2006			112007	112007	
UNE-EN 13963:2006			132006	132007	3/4
Material de juntas para placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.					
EN 13963:2005/AC:2006			112007	112007	

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Pilares

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
ZTT020	m ²	Sistema "ISOVER" de eliminación de puentes térmicos mediante trasdosado directo interior de pilares integrados en fachada.			
Rehabilitación energética de fachadas y eliminación de puentes térmicos mediante el sistema "ISOVER" de aislamiento termoacústico y trasdosado directo, formado por placa de yeso laminado, de 13 mm de espesor, con un panel de lana de vidrio de 40 mm de espesor, Calibel "ISOVER", dimensiones 1200x2600 mm, resistencia térmica 1,55882 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), recibido con pasta de agarre, colocado en la cara interior de los pilares integrados en la fachada; y capa de pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, con una mano de fondo con imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa y dos manos de acabado con pintura plástica (rendimiento: 0,187 l/m² cada mano).					
mt12lw010hbQc	m ²	Placa de yeso laminado de 13 mm de espesor, con un panel de lana de vidrio de 40 mm de espesor, Calibel "ISOVER", dimensiones 1200x2600 mm, resistencia térmica 1,55882 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), calor específico 800 J/kgK, factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 1 y Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13162.	1,050	21,68	22,76
mt12psg035a	kg	Pasta de agarre, según UNE-EN 14496.	3,500	0,57	2,00
mt12psg030a	kg	Pasta para juntas, según UNE-EN 13963.	0,300	1,24	0,37
mt12psg040a	m	Cinta de juntas.	1,600	0,03	0,05
mt27pfp010b	l	Imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, para favorecer la cohesión de soportes poco consistentes y la adherencia de pinturas.	0,125	3,15	0,39
mt27pij040a	l	Pintura plástica para interior en dispersión acuosa, lavable, tipo II según UNE 48243, permeable al vapor de agua, color blanco, acabado mate, aplicada con brocha, rodillo o pistola.	0,374	1,48	0,55
mo053	h	Oficial 1º montador de prefabricados interiores.	0,360	18,26	6,57
mo100	h	Ayudante montador de prefabricados interiores.	0,128	16,69	2,14
mo038	h	Oficial 1º pintor.	0,161	17,67	2,84
mo076	h	Ayudante pintor.	0,019	16,69	0,32
	‰	Medios auxiliares	2,000	37,99	0,76
	‰	Costes indirectos	3,000	38,75	1,16
Coste de mantenimiento decenal: 9,26l en los primeros 10 años.				Total:	39,91
Total de pilares en edificio 18				Total:	718,38

Doble ventana

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
ZBV010	m ²	Sustitución de vidrios de la carpintería exterior por acristalamiento con cámara "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR".			
Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el desmontaje del acristalamiento existente en la carpintería exterior, formado por acristalamiento de doble hoja de vidrio 6+CA+6 mm , fijado sobre carpintería, con medios manuales y carga manual del material desmontado sobre camión o contenedor, y sustitución por doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4 , de 14 mm de espesor total, con calzos y sellado continuo por el exterior y perfil continuo por el interior.					
mt21veu011aaaaa	m ²	Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie menor de 2 m ² .	1,006	19,44	19,56
mt21sik010	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,290	2,40	0,70
mt21lva025	m	Perfil continuo de neopreno para la colocación del vidrio.	1,667	0,87	1,45
mt21lva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,22	1,22
mo055	h	Oficial 1º cristallero.	0,520	19,08	9,92
mo110	h	Ayudante cristallero.	0,520	18,03	9,38
	‰	Medios auxiliares	2,000	42,23	0,84
	‰	Costes indirectos	3,000	43,07	1,29
Coste de mantenimiento decenal: 9,32l en los primeros 10 años.				Total:	44,36
Para 70 ventanas que tiene el edificio				Total:	3105,2

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Recuperador de calor pequeño

ICR110		Ud	Recuperador de calor aire-aire.				
Recuperador de calor aire-aire, con intercambiador de flujo cruzado, caudal máximo de 3100 m³/h, eficiencia sensible 52,5%, para montaje horizontal dimensiones 1250x1250x600 mm y nivel de presión sonora de 52 dBA en campo libre a 1,5 m.							
Descompuesto	Ud	Descomposición			Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt42rsp020gcC1	Ud	Recuperador de calor aire-aire, con intercambiador de flujo cruzado, caudal máximo de 3100 m³/h, eficiencia sensible 52,5%, para montaje horizontal dimensiones 1250x1250x600 mm y nivel de presión sonora de 52 dBA en campo libre a 1,5 m, con caja de acero galvanizado y plastificado, color marfil, con aislamiento, clase B según UNE-EN 13501-1, soportes antivibratorios, embocaduras de 355 mm de diámetro con junta estanca y filtros G4 con eficacia del 86%, clase D según UNE-EN 13501-1, 2 ventiladores centrífugos de doble oído de accionamiento directo con motores eléctricos monofásicos de 3 velocidades de 550 W cada uno, aislamiento F, protección IP 20, caja de bornes externa con protección IP 55, aislamiento térmico y acústico.			1,000	3835,23	3835,23
mo005	h	Oficial 1º instalador de climatización.			1,314	18,26	23,99
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.			1,314	16,66	21,89
	%	Medios auxiliares			2,000	3881,11	77,62
	%	Costes indirectos			3,000	3958,73	118,76
Coste de mantenimiento decenal: 633,171 en los primeros 10 años.					Total:		4077,49
Se colocaran 3 unidades					Total:		12232,38

Recuperador de calor grande

ICR110		Ud	Recuperador de calor aire-aire.				
Recuperador de calor aire-aire, con intercambiador de flujo cruzado, caudal máximo de 4500 m³/h, eficiencia sensible 54%, para montaje horizontal dimensiones 1200x1200x820 mm y nivel de presión sonora de 46 dBA en campo libre a 1,5 m.							
Descompuesto	Ud	Descomposición			Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt42rsp020icK1	Ud	Recuperador de calor aire-aire, con intercambiador de flujo cruzado, caudal máximo de 4500 m³/h, eficiencia sensible 54%, para montaje horizontal dimensiones 1200x1200x820 mm y nivel de presión sonora de 46 dBA en campo libre a 1,5 m, con caja de acero galvanizado y plastificado, color marfil, con aislamiento, clase B según UNE-EN 13501-1, soportes antivibratorios, embocaduras de 450 mm de diámetro con junta estanca y filtros G4 con eficacia del 86%, clase D según UNE-EN 13501-1, 2 ventiladores centrífugos de doble oído de accionamiento directo con motores eléctricos trifásicos de 1 velocidad de 750 W cada uno, aislamiento F, protección IP 55, caja de bornes externa con protección IP 55, aislamiento térmico y acústico.			1,000	5212,44	5212,44
mo005	h	Oficial 1º instalador de climatización.			1,533	18,26	27,99
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.			1,533	16,66	25,54
	%	Medios auxiliares			2,000	5265,97	105,32
	%	Costes indirectos			3,000	5371,29	161,14
Coste de mantenimiento decenal: 940,511 en los primeros 10 años.					Total:		5532,43

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Paneles solares

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
ZCB010	Ud	Incorporación de captador solar térmico para instalación colectiva, sobre cubierta plana.			
Rehabilitación energética de edificio mediante la incorporación de captador solar térmico formado por batería de 3 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, LUM-2500 "LUMELCO", con panel de montaje vertical, de 2190x1275x90 mm, superficie útil 2,58 m², rendimiento óptico 0,801, coeficiente de pérdidas primario 3,195 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,016 W/m²K, según UNE-EN 12975-2, colocados sobre estructura soporte para cubierta plana, intercambiador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 300 l, altura 1640 mm, diámetro 680 mm, vaso de expansión cerrado con una capacidad de 25 l y grupo solar formado por bomba de circulación con variador de frecuencia y centralita electrónica.					
mt38cs010a	Ud	Captador solar térmico plano, LUM-2500 "LUMELCO", con panel de montaje vertical, de 2190x1275x90 mm, superficie útil 2,58 m², rendimiento óptico 0,801, coeficiente de pérdidas primario 3,195 W/m²K y coeficiente de pérdidas secundario 0,016 W/m²K, según UNE-EN 12975-2, compuesto de: marco de aluminio anodizado, vidrio solar de 3,2 mm de espesor, absorbedor con recubrimiento selectivo de titanio y soldadura láser, aislamiento térmico formado por capa de poliuretano rígido inyectado y capa de lana mineral, ambas de 25 mm de espesor, y junta de estanqueidad de EPDM.	3,000	566,87	1700,61
mt38cs020	Ud	Estructura soporte para captador solar térmico, "LUMELCO", montaje en posición vertical sobre cubierta plana, con un ángulo de inclinación del captador entre 30° y 45°.	3,000	158,53	475,59
mt38cs115	Ud	Accesorios para la conexión hidráulica de captadores solares térmicos, "LUMELCO".	2,000	10,57	21,14
mt38cs022	Ud	Kit de empalme de estructuras soporte para captador solar térmico, "LUMELCO".	2,000	9,61	19,22
mt38cs1510a	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 6 bar, modelo Duco 101906 "LUMELCO", para una temperatura máxima de 130°C.	1,000	14,41	14,41
mt38cs025	Ud	Bidón de 10 l de solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, "LUMELCO".	1,000	91,28	91,28
mt37sve010d	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	4,000	9,37	37,48
mt38csg050D1	Ud	Intercambiador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 300 l, altura 1640 mm, diámetro 680 mm, aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC, protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio.	1,000	1441,20	1441,20
mt37svs010c	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 6 bar de presión.	1,000	4,23	4,23
mt37sve010c	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	2,000	5,68	11,36
mt38vex010g	Ud	Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 25 l, 425 mm de altura, 320 mm de diámetro, con rosca de 3/4" de diámetro y 10 bar de presión.	1,000	28,89	28,89
mt38vex015	Ud	Conexión para vasos de expansión, formada por soportes y latiguillos de conexión.	1,000	59,33	59,33
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	1,000	10,57	10,57
mt38cst070b	Ud	Grupo solar, formado por bomba de circulación con variador de frecuencia y centralita electrónica con 3 sondas de temperatura (Pt100) con vainas, 2 salidas de relé, pantalla digital para consulta de las temperaturas del captador solar y del depósito y de la ganancia solar, protección antihielo, registros de las temperaturas máxima y mínima del captador solar y de los tanques de almacenaje, sensores conectables para facilitar su instalación y función inteligente para calentamiento de piscinas o A.C.S., caudalímetro, válvula de seguridad, manómetro, válvulas de llenado y vaciado, tubos flexibles con aislamiento y carcasa para aislamiento térmico.	1,000	974,25	974,25
mt38www011	Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,000	1,39	1,39
mo009	h	Oficial 1º instalador de captadores solares.	7,678	18,26	140,20
mo108	h	Ayudante instalador de captadores solares.	7,678	16,66	127,92
mo004	h	Oficial 1º calefactor.	2,029	18,26	37,05
mo103	h	Ayudante calefactor.	2,029	16,66	33,80
	∑	Medios auxiliares	2,000	5229,92	104,60
	∑	Costes indirectos	3,000	5334,52	160,04
Coste de mantenimiento decenal: 5.642,91€ en los primeros 10 años.				Total:	5494,58

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Resumen presupuesto:

Medida	Nombre y concepto de la propuesta	Precio (€)	gasto fijo*	mantenimiento (€)	precio final (€)
Mejora1: Caldera condensacion (gas natural)	caldera + colocacion	16277,43	408,91	300	16686,34
Mejora2: Caldera condensacion (electricidad)	caldera + colocacion	19825,55	409,91	0	20235,46
Mejora3: Caldera condensacion (biomasa)	caldera + colocacion	56269,45	408,91	1300	56678,36
Mejora4: Bomba de calor + techo radiante	bomba + colocacion	36202,05	408,91	800	36700,69
	techo radiante	89,73			
*Desmontaje del equipo existente					
Medida	Nombre y concepto de la propuesta	Precio (€)			precio final (€)
Mejora1: Aislamiento en puentes termicos	instalacion			738,18	738,18
Mejora2: Doble ventana	instalacion			3105,2	3105,2
Mejora3: Aislamiento en puentes termicos + doble ventana	instalacion			3843,38	3843,38
Medida	Nombre y concepto de la propuesta	Precio (€)		Mantenimiento (€)	precio final (€)
Mejora1: recuperador de calor aire-aire	Instalacion recuperador grande	5532,43		60	17764,81
	Instalacion recuperadores pequeños	12232,38			
Medida	Nombre y concepto de la propuesta	Precio (€)		Mantenimiento (€)	precio final (€)
Mejora1: Instalar paneles solares	Instalacion panel solar en cubierta	5494,56		200	5494,56
MEJORA FINAL					
Medida de mejora		Precio (€)		Mantenimiento (€)	
Mejora1: Caldera condensacion (gas natural)		16686,34		300	
Mejora2: Aislamiento en puentes termicos + doble ventana		3843,38		0	
Mejora3: recuperador de calor aire-aire		17764,81		60	
Mejora4: Instalar paneles solares		5494,56		200	
	Total	43789,09	€		
	Total sin paneles	38294,53	€		

Bibliografía:

- Manual Usuario CE3X v2015
- Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Centros Docentes fenercom2011
- Manual procedimiento auditorías energéticas
- Iluminación en centros docentes

Normativa:

- *Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.*
- Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios (RITE) (RDecreto-1027-2007-Consolidado-9092013)
- Código técnico de la edificación (Parte_I_28jun2013)
- Documento Básico Ahorro de Energía

Webs grafía:

https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_energ%C3%A9tica

<http://habitat.aq.upm.es/temas/a-eficiencia-energetica.html>

<http://certificadodeeficienciaenergetica.com/que-es-certificado-eficiencia-energetica-definicion>

<http://twenergy.com/a/que-es-la-eficiencia-energetica-39>

<http://certificadodeeficienciaenergetica.com/que-es-certificado-eficiencia-energetica-definicion>

<http://www.ifca.unican.es/>

<http://www.efinova.es/CE3X>

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

<https://www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=CONSULTA>

<http://www.certificadosenergeticos.com/rehabilitacion-energetica-envolvente-termica-aislamiento-trasdosado-interior-ce3x>

<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Paginas/certificacion.aspx>

<http://www.scalofrios.es/CEE/puentestermicos.htm>

http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DA-DB-HE-3_Puentes_termicos.pdf

<http://instalaciones-termicas.blogspot.com.es/2013/10/ce3x-carga-media-real-de-calderas-bcmb.html>

<http://www.certificadosenergeticos.com/medidas-mejora-automaticas-instalaciones-pequeno-terciario-ce3x>

<http://ovacen.com/mejora-de-la-eficiencia-energetica>

http://www.apici.es/wp-download/legislacion/CTE/DA-DB-HE-1_-_Calculo_de_parametros_caracteristicos.pdf

<http://suryaenergy.org/tutorial-sombras-ce3x/>

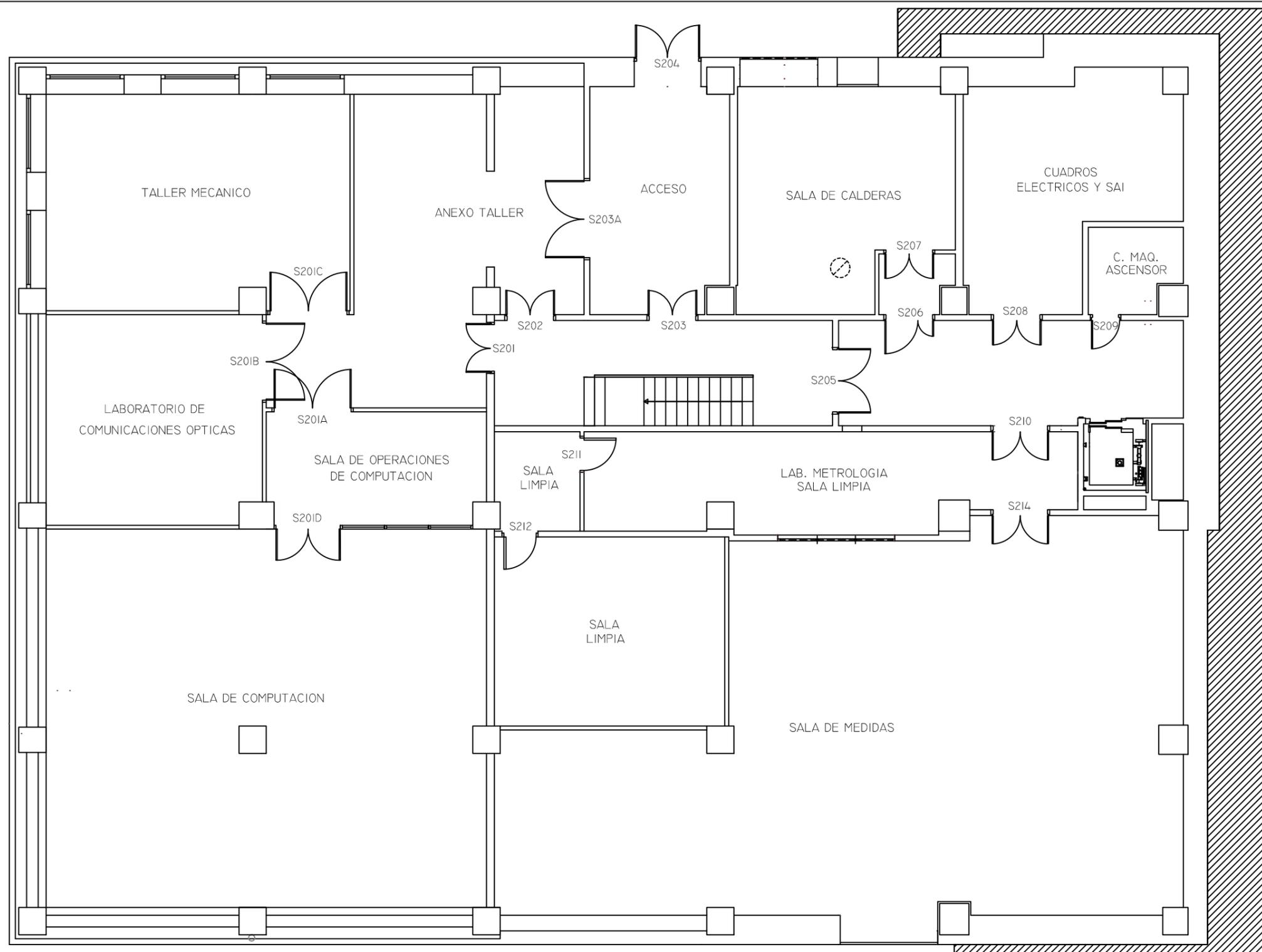
<http://www.generadordeprecios.info/>

<http://www.certificadosenergeticos.com/medidas-mejora-automaticas-instalaciones-pequeno-terciario-ce3x>

<http://www.emesico.com/es/tecnologias/biomasa/calderas-biomasa/>

<http://instalacionesyeficienciaenergetica.com/ahorro-energetico-con-recuperadores-de-calor/>

Anexo I: Planos



INSTITUTO DE FISICA

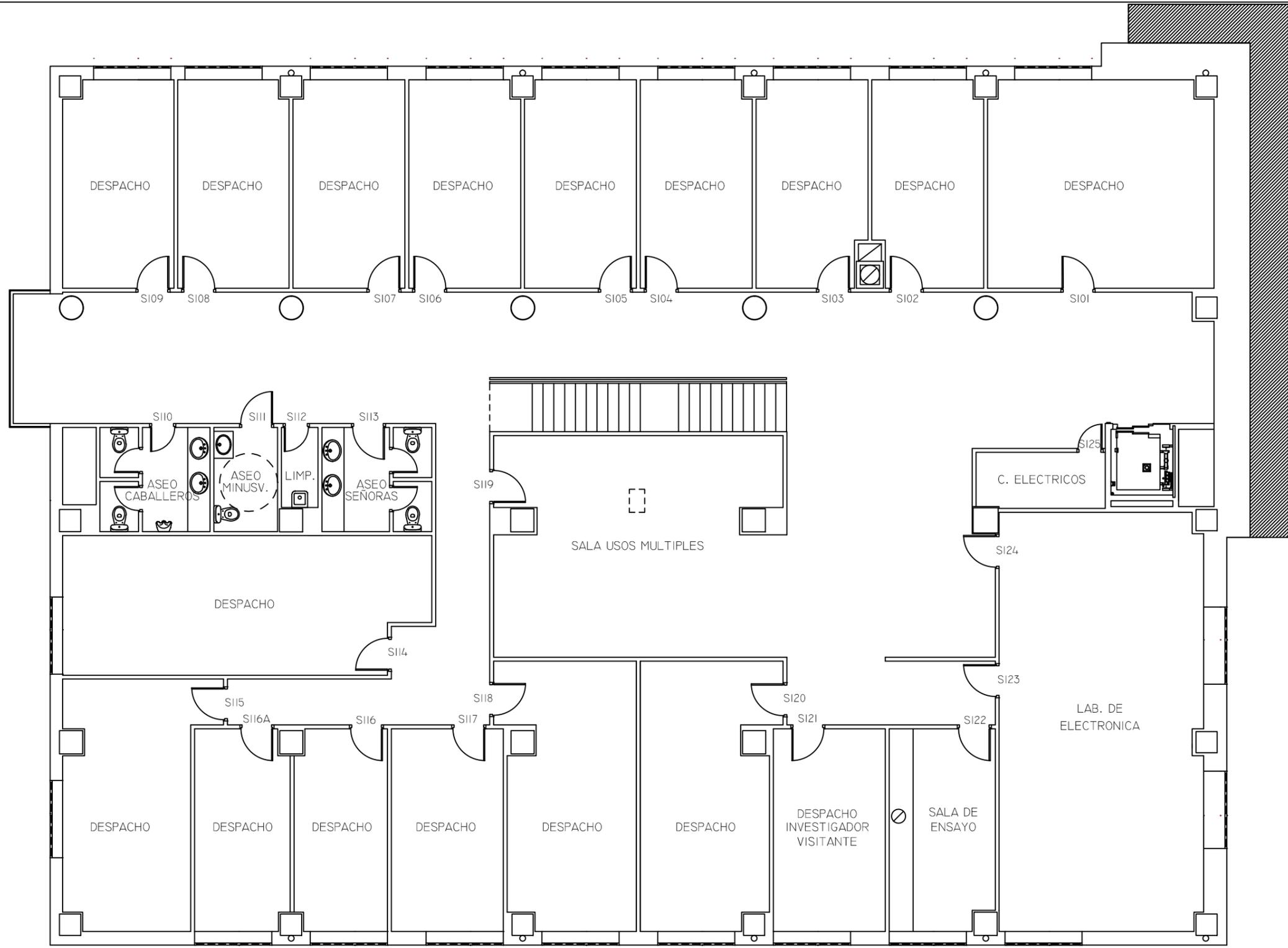
SERVICIO DE INFRAESTRUCTURAS

SOTANO 2

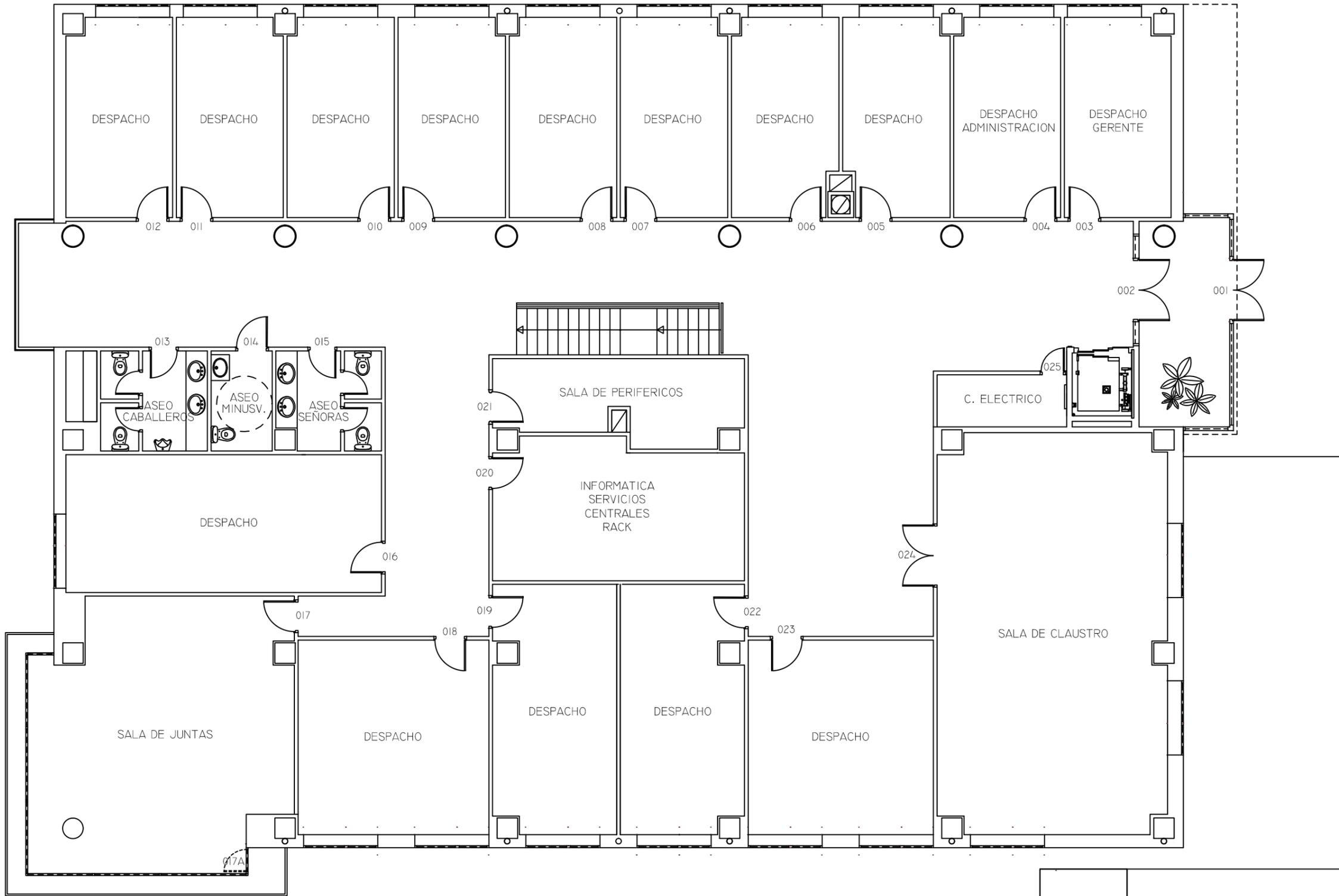
FECHA	ABRIL 2014
ESCALA	1/100
PLANO N°	1

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

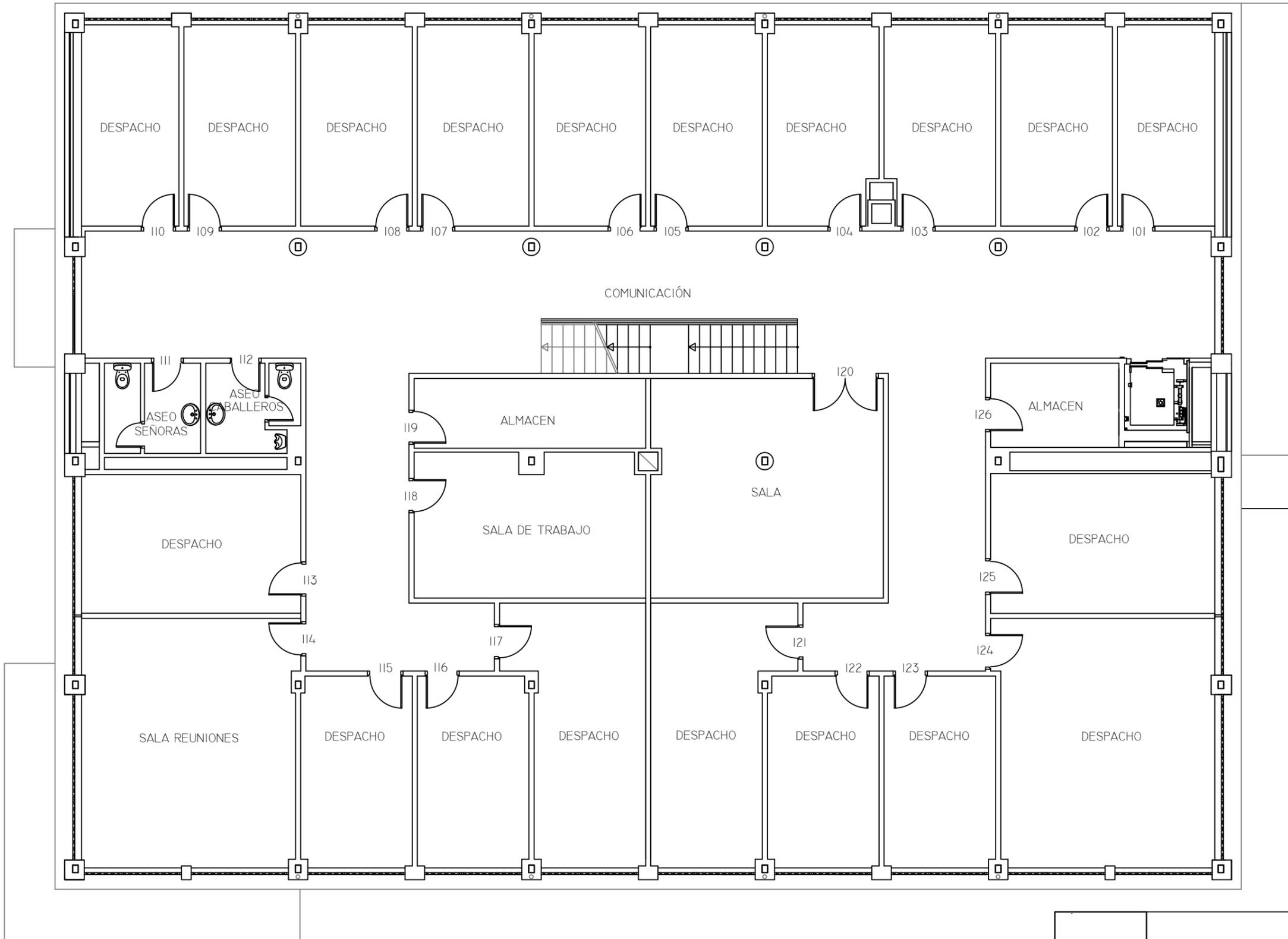
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



INSTITUTO DE FISICA	
FECHA MARZO 2007	SERVICIO DE INFRAESTRUCTURAS
ESCALA 1/100	PLANO SOTANO 1
PLANO N° 2	



INSTITUTO DE FISICA	
FECHA	MARZO 2008
ESCALA	1/100
PLANO N°	3
SERVICIO DE INFRAESTRUCTURAS	
PLANTA BAJA	



INSTITUTO DE FISICA	
FECHA	MARZO 2014
ESCALA	1/100
PLANO N°	4
SERVICIO DE INFRAESTRUCTURAS	
PLANTA PRIMERA	

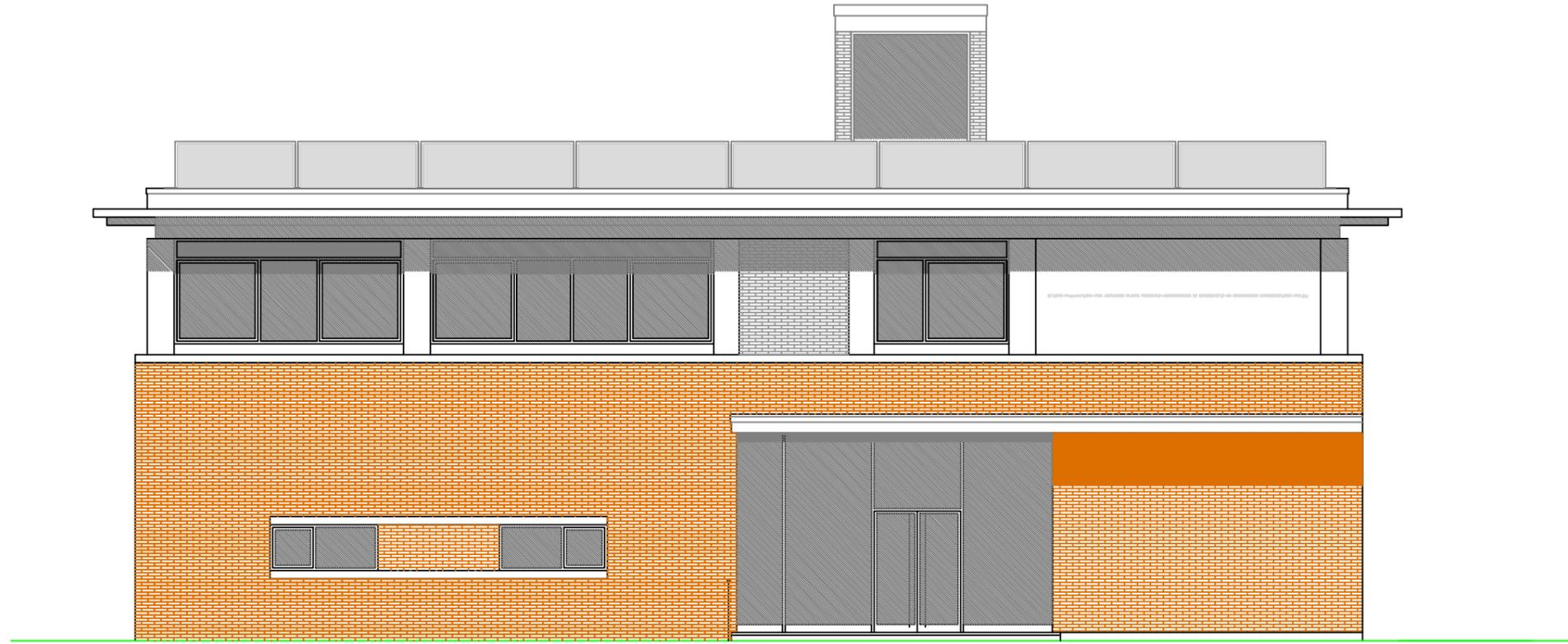


-  SUMIDERO-CAZOLETA ARQUETA-PARAGAVILLAS
-  TOMA ELECTRICA
-  CHIMENEA DE SALIDA DE HUMOS DE CALDERA
-  TOMA DE AGUA

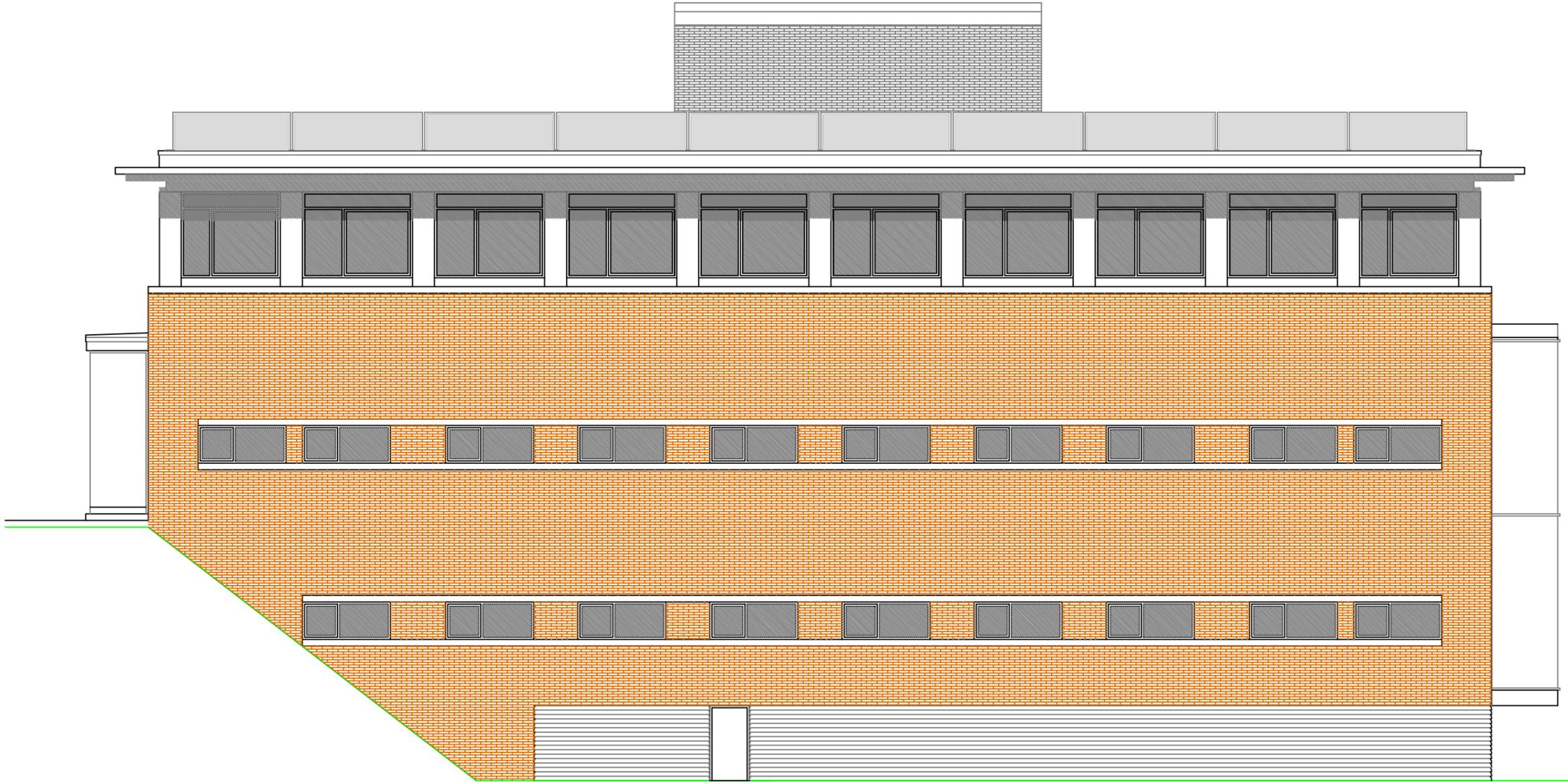
INSTITUTO DE FISICA

SERVICIO DE INFRAESTRUCTURAS

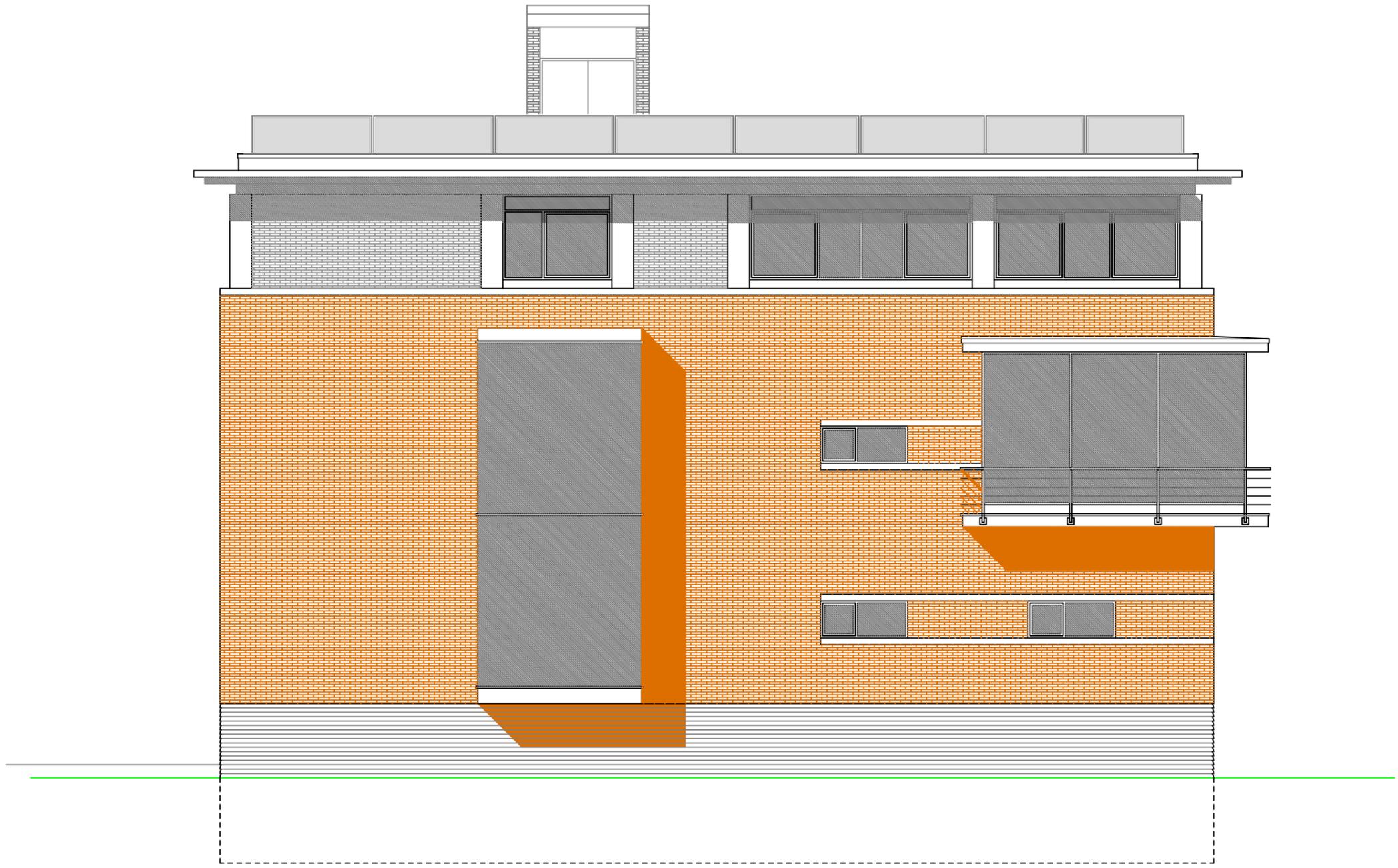
FECHA MARZO 2015
ESCALA 1/100



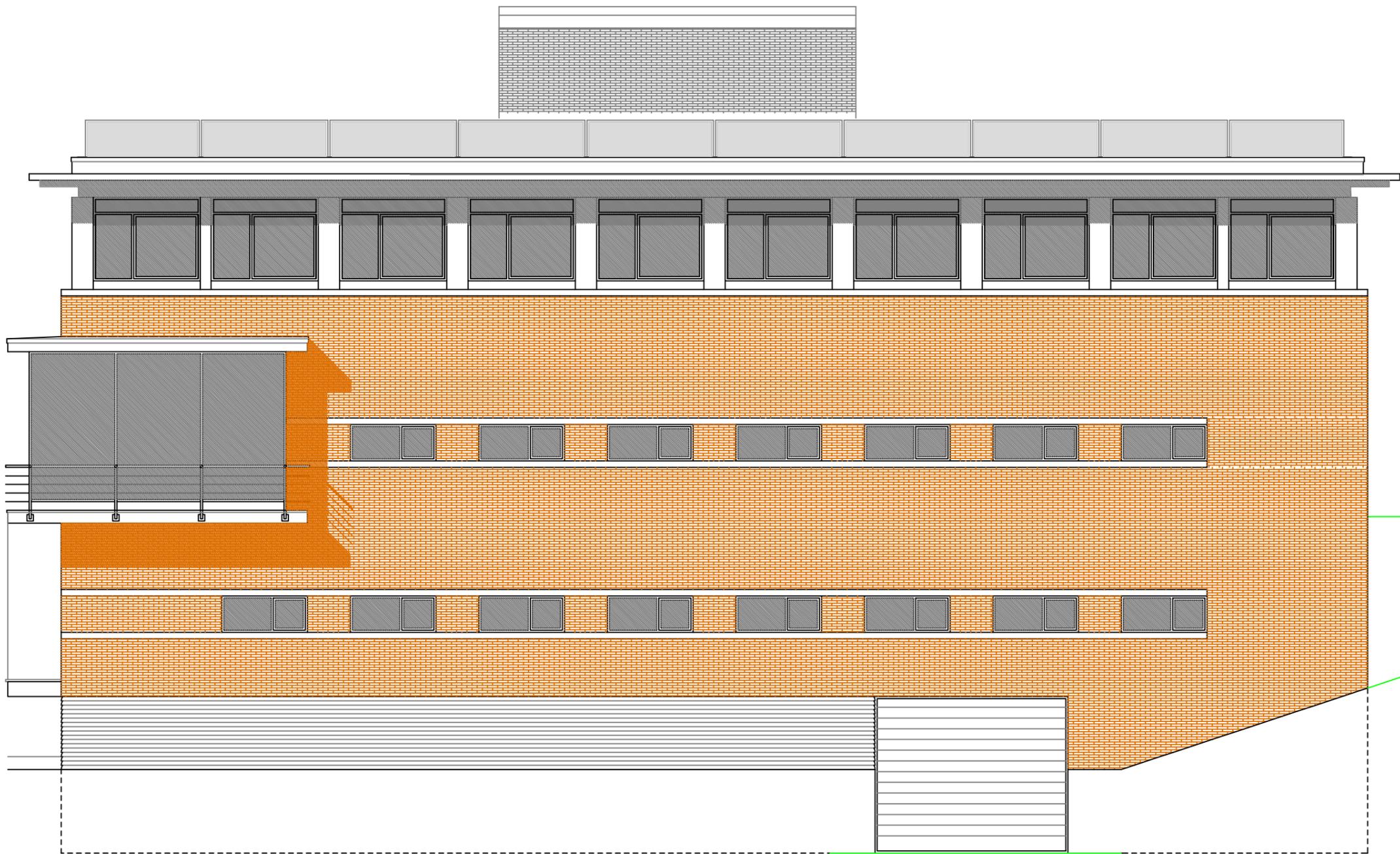
FECHA		AÑO - 2010	
ESCALA		A1=1/50, A3=1/100	
PLANO N°		A-03	
PLANO		ALZADO SUR	
EQUIPO REDACTOR		JUAN CARLOS RUIZ MONCALEAN	
PROYECTO DE EJECUCION PARA AMPLIACION DEL INSTITUTO DE FISICA DE CANTABRIA EN PLANTA PRIMERA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA			



PROYECTO DE EJECUCION PARA AMPLIACION DEL INSTITUTO DE FISICA DE CANTABRIA EN PLANTA PRIMERA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	
FECHA	AÑO - 2010
ESCALA	A1=1/50, A3=1/100
PLANO Nº	A-06
PLANO	ALZADO ESTE
EQUIPO REDACTOR	JUAN CARLOS RUIZ MONCALEAN

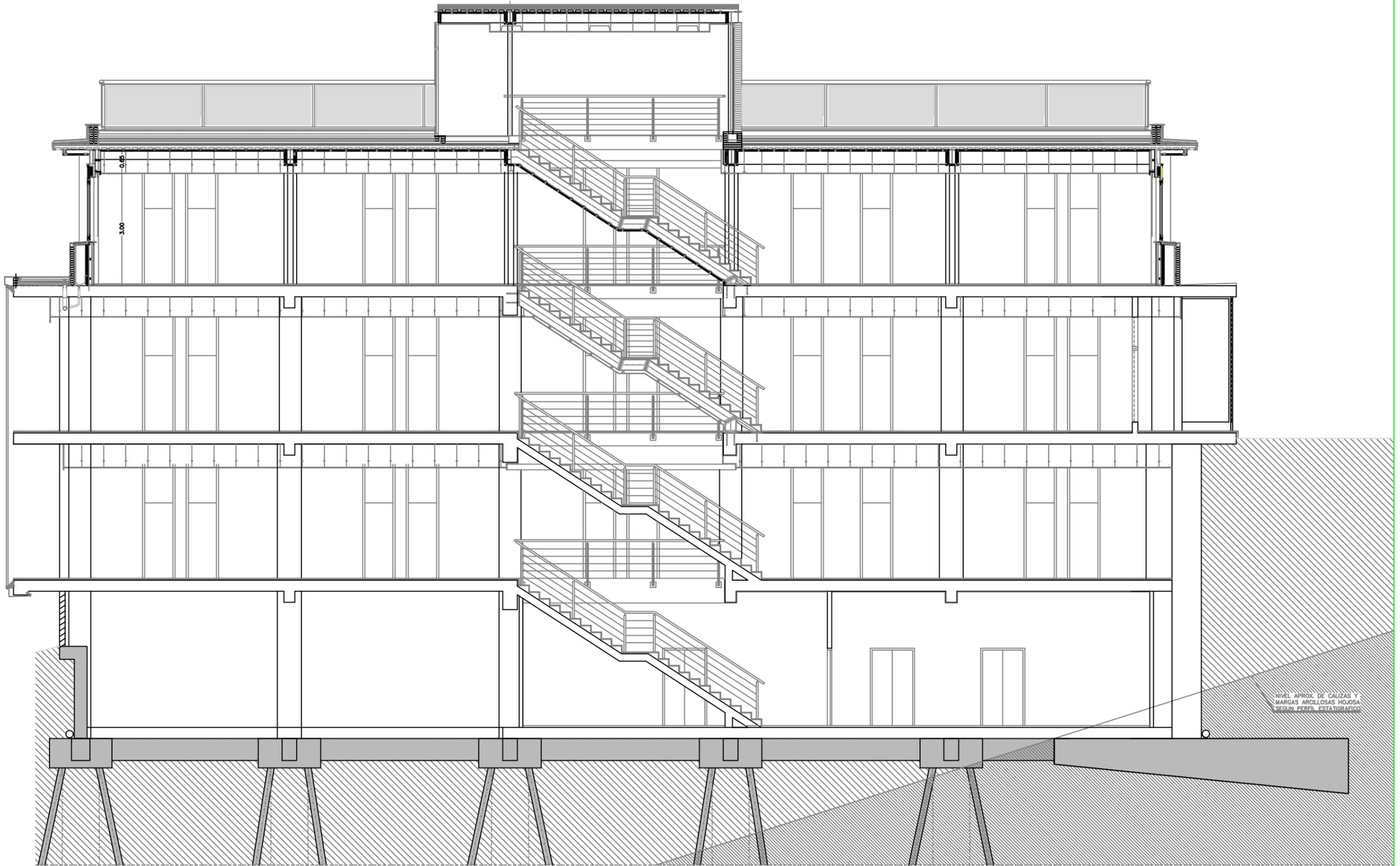


PROYECTO DE EJECUCION PARA AMPLIACION DEL INSTITUTO DE FISICA DE CANTABRIA EN PLANTA PRIMERA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	
FECHA	AÑO - 2010
ESCALA	A1=1/50, A3=1/100
PLANO N°	A-05
PLANO	ALZADO NORTE
EQUIPO REDACTOR	JUAN CARLOS RUIZ MONCALEAN



PROYECTO DE EJECUCION PARA AMPLIACION DEL INSTITUTO DE FISICA DE CANTABRIA EN PLANTA PRIMERA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	
FECHA	AÑO - 2010
ESCALA	A1=1/50, A3=1/100
PLANO N°	A-04
PLANO	ALZADO OESTE
EQUIPO REDACTOR	JUAN CARLOS RUIZ MONCALEAN

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PROYECTO DE EJECUCION PARA AMPLIACION DEL INSTITUTO DE FISICA DE CANTABRIA EN PLANTA PRIMERA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	
FECHA: AÑO - 2010 ESCALA: A1=1/50, A3=1/100 PLANO Nº: A-09	PLANO: SECCION GENERAL EQUIPO REDACTOR: JUAN CARLOS RUIZ MONCALEAN

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

Anexo II: Calculo de la ventilación del edificio

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Para calcular la ventilación del edificio, calcularemos por separado cada planta, y luego las sumaremos.

Planta S -2

Planta S -2	Superficie (m ²)	calidad aire interior (IDA)	Metodo para calcular el caudal de aire exterior	nº personas/ m ²	ocupacion	caudal (l/s*pers)	caudal (l/s*m ²)	caudal calculado	
Laboratorio Alta Energía	134,05	IDA 1	METODO A	10	13	20		268,10	
Control Laboratorio Alta Energía	45,25	IDA 1	METODO A	10	5	20		90,50	
Mantenimiento	20,75	IDA 2	METODO D				0,83	17,22	
Sala Calderas	36,60	IDA 2	METODO D				0,83	30,38	
Sala Cuadros eléctricos	13,45	IDA 2	METODO D				0,83	11,16	
Sala Máquinas ascensor	5,45	IDA 2	METODO D				0,83	4,52	
Comunicación	39,00	IDA 2	METODO D				0,83	32,37	
							ventilacion	454,26	l/s
TOTAL SUPERFICIES UTILES	294,55						ventilacion	1635,33	m ³ /h
altura libre de planta	3,70								
TOTAL VOLUMENES UTILES	1089,84						renovaciones hora	1,50	ren/h

Donde la superficie, calidad del aire, el método, el número de personas y los caudales parciales son datos conocidos. Recordamos que el aire interior solo nos cambia los datos no las formulas.

El método es el que nos dice si calcularemos el caudal de una forma o de otra.

Para el método A: sacamos la ocupación sabiendo que es la superficie entre el número de personas.

En este método el caudal calculado será: la ocupación por el caudal parcial.

Para el método D: para sacar el caudal calculado simplemente tendremos que multiplicar la superficie por el caudal parcial.

La superficie total es la suma de todas las superficies, la altura de planta es un dato conocido por los planos y el volumen útil es la multiplicación de superficie por altura.

La ventilación de planta será la suma de los caudales de aire calculados, y lo pondremos en dos unidades de medida diferente para facilitar la introducción de datos en el programa.

Por último, diremos que las renovaciones/hora será la división de la ventilación o caudal de aire total entre el volumen total de planta.

Ahora que ya sabemos cómo calcular todos los datos, pondremos los resultados para todas las plantas.

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Planta S -1	Superficie (m ²)	calidad aire interior	Metodo para calcular el caudal de aire	n° personas/ m ²	ocupacion	caudal (l/s*pers)	caudal (l/s*m ²)	caudal calculado	
Laboratorio Electrónica	57,25	IDA 1	METODO A	10	6	20		114,50	
Laboratorio Fluidos	14,10	IDA 1	METODO A	10	1	20		28,20	
Sala Informática	43,00	IDA 2	METODO A	3	14	12,5		179,17	
Zona Periféricos	12,00	IDA 2	METODO D				0,83	9,96	
Puesto Investigador -I/01	15,30	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		19,13	
Puesto Investigador -I/02	15,45	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		19,31	
Puesto Investigador -I/03	15,50	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		19,38	
Puesto Investigador -I/04	15,50	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		19,38	
Puesto Investigador -I/05	15,50	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		19,38	
Puesto Investigador -I/06	15,50	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		19,38	
Puesto Investigador -I/07	15,10	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		18,88	
Puesto Investigador -I/08	15,10	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		18,88	
Puestos Investigadores -I/09	29,90	IDA 2	METODO A	10	3	12,5		37,38	
Puestos Investigadores -I/11	33,75	IDA 2	METODO A	10	3	12,5		42,19	
Puestos Investigadores -I/12	22,25	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		27,81	
Puestos Investigadores -I/13	26,60	IDA 2	METODO A	10	3	12,5		33,25	
Puesto Investigador -I/14	16,05	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		20,06	
Puesto Investigador -I/15	23,25	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		29,06	
Puesto Investigador -I/16	23,25	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		29,06	
Puesto Investigador -I/17	16,05	IDA 2	METODO A	10	2	12,5		20,06	
Aseo masculino	7,20	IDA 2	METODO D				0,83	5,98	
Aseo femenino	7,20	IDA 2	METODO D				0,83	5,98	
Aseo adaptado	4,40	IDA 2	METODO D				0,83	3,65	
Limpieza	1,95	IDA 2	METODO D				0,83	1,62	
Comunicación	176,80	IDA 2	METODO D				0,83	146,74	
							ventilacion	888,36	l/s
TOTAL SUPERFICIES UTILES	637,95					ventilacion	3198,08	m³/h	
altura libre de planta	3,10								
TOTAL VOLUMENES UTILES	1977,65					renovacion es hora	1,62	ren/h	

Planta 0	Superficie (m ²)	calidad aire interior (IDA)	Metodo para calcular el caudal de aire exterior	n° personas/ m ²	ocupacion	caudal (l/s*pers)	caudal (l/s*m ²)	caudal calculado	
Acceso	13,5	IDA 2	Metodo D				0,83	11,21	
Vestíbulo	18,45	IDA 2	Metodo D				0,83	15,31	
Recepción	7,6	IDA 2	Metodo D				0,83	6,31	
Sala de Claustro	66,2	IDA 2	Metodo A	3,00	22	12,50		275,83	
Sala de Reuniones	51,6	IDA 2	Metodo A	3,00	17	12,50		215,00	
Sala Informática	24,85	IDA 2	Metodo A	3,00	8	12,50		103,54	
Sala Periféricos	14,1	IDA 2	Metodo A	3,00	5	12,50		58,75	
Puesto Investigador +0/01	15,3	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,13	
Puesto Investigador +0/02	15,45	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,31	
Puesto Investigador +0/03	15,5	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,38	
Puesto Investigador +0/04	15,5	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,38	
Puesto Investigador +0/05	15,5	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,38	
Puesto Investigador +0/06	15,5	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,38	
Puesto Investigador +0/07	15,1	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		18,88	
Puesto Investigador +0/08	15,1	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		18,88	
Puesto Investigador +0/09	15,45	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,31	
Puesto Investigador +0/10	15,3	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,13	
Puestos Investigadores +0/12	31,65	IDA 2	Metodo A	10,00	3	12,50		39,56	
Puestos Investigadores +0/14	28,5	IDA 2	Metodo A	10,00	3	12,50		35,63	
Puestos Investigadores +0/15	23,25	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		29,06	
Puestos Investigadores +0/16	23,25	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		29,06	
Puestos Investigadores +0/17	27,7	IDA 2	Metodo A	10,00	3	12,50		34,63	
Aseo masculino	7,2	IDA 2	Metodo D				0,83	5,98	
Aseo femenino	7,2	IDA 2	Metodo D				0,83	5,98	
Aseo adaptado	4,4	IDA 2	Metodo D				0,83	3,65	
Comunicación	146,75	IDA 2	Metodo D				0,83	121,80	
							ventilacion	1183,42	l/s
TOTAL SUPERFICIES UTILES	649,90					ventilacion	4260,31	m³/h	
altura libre de planta	3,10								
TOTAL VOLUMENES UTILES	2014,69					renovacion es hora	2,11	ren/h	

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Planta 1	Superficie (m ²)	calidad aire interior (IDA)	Metodo para calcular el caudal de aire exterior	n° personas/ m ²	ocupacion	caudal (l/s*pers)	caudal (l/s*m ²)	caudal calculado	
P. Investigación +I/01	13,25	IDA 2	Metodo A	10,00	1	12,50		16,56	
P. Investigación +I/02	15,25	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,06	
P. Investigación +I/03	15,25	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,06	
P. Investigación +I/04	15,25	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,06	
P. Investigación +I/05	15,25	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,06	
P. Investigación +I/06	15,25	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,06	
P. Investigación +I/07	15,00	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		18,75	
P. Investigación +I/08	15,00	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		18,75	
P. Investigación +I/09	15,25	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		19,06	
P. Investigación +I/10	13,25	IDA 2	Metodo A	10,00	1	12,50		16,56	
Comunicación +0/I11	149,80	IDA 2	Metodo D			12,50	0,83	124,33	
P. Investigación +I/12	20,65	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		25,81	
Sala Reuniones +I/13	35,60	IDA 2	Metodo A	3,00	12	12,50		148,33	
P. Investigación +I/14	14,10	IDA 2	Metodo A	10,00	1	12,50		17,63	
P. Investigación +I/15	14,10	IDA 2	Metodo A	10,00	1	12,50		17,63	
P. Investigación +I/16	21,05	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		26,31	
P. Investigación +I/17	21,05	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		26,31	
P. Investigación +I/18	14,10	IDA 2	Metodo A	10,00	1	12,50		17,63	
P. Investigación +I/19	14,10	IDA 2	Metodo A	10,00	1	12,50		17,63	
P. Investigación +I/20	35,40	IDA 2	Metodo A	10,00	4	12,50		44,25	
P. Investigación +I/21	22,30	IDA 2	Metodo A	10,00	2	12,50		27,88	
Sala Trabajo +I/22	22,10	IDA 2	Metodo A	3,00	7	12,50		92,08	
Laboratorio +I/23	33,50	IDA 1	Metodo A	10,00	3	20,00		67,00	
Almacén +I/24	10,95	IDA 2	Metodo D				0,83	9,09	
Almacén +I/25	6,80	IDA 2	Metodo D				0,83	5,64	
Aseo Femenino +I/26	6,70	IDA 2	Metodo D				0,83	5,56	
Aseo Masculino +I/27	6,50	IDA 2	Metodo D				0,83	5,40	
							ventilacion	863,50	l/s
TOTAL SUPERFICIES UTILES	596,80					ventilacion	3108,61	m ³ /h	
altura libre de planta	3,10								
TOTAL VOLUMENES UTILES	1850,08					renovacion	1,68	ren/h	

Cubierta	Superficie (m ²)	calidad aire interior (IDA)	Metodo para calcular el caudal de aire exterior	n° personas/ m ²	ocupacion	caudal (l/s*pers)	caudal (l/s*m ²)	caudal calculado	
Superficie útil casetón cubierta	13,20	IDA 2	Metodo D				0,83	10,96	
							ventilacion	10,96	l/s
TOTAL SUPERFICIES UTILES	13,20					ventilacion	39,44	m ³ /h	
altura libre de planta	3,10								
TOTAL VOLUMENES UTILES	40,92					renovaciones hora	0,96	ren/h	

Y sumando todas, y sacando las medias donde corresponda, nos queda que el total del edificio será:

TOTAL SUPERFICIES UTILES	2192,40					ventilacion	3400,49	l/s
altura libre de planta	3,25					ventilacion	12241,77	m ³ /h
TOTAL VOLUMENES UTILES	7166,22					renovacion es hora	1,71	ren/h

Anexo III: Calculo de transmitancias y factor solar

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Uno de los valores que nos dan tanto el programa como el certificado, es el valor de la transmitancia, para calcular este valor en las fachadas exteriores solo tenemos que saber la composición de la que está compuesta. Nosotros calcularemos la transmitancia de las dos fachadas de nuestro edificio.

Calculo de la transmitancia			
Material	espesor (e)	conductividad termica (λ)	Resistencia termica (Ri)
Placa de yeso laminado	0,046	0,25	0,184
aislante	0,03	0,028	1,071
camara de aire	0,05	-	0,080
mortero	0,02	1,3	0,015
ladrillo	0,12	0,512	0,234
	0	1	0,00
	0	1	0,00
	0	1	0,00
Resistencia termica total (Rt)			1,59 m ² K/W

$$R_t = R_{se} + R_i + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Resistencia termica (Rt)	1,76	m ² K/W
--------------------------	------	--------------------

$$U = \frac{1}{R_t}$$

transmitancia termica	0,57	W/m ² K
-----------------------	------	--------------------

Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²·K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)	0,04	0,17

R _{se}	0,04
R _{si}	0,13

Calculo de la transmitancia			
Material	espesor (e)	conductividad termica (λ)	Resistencia termica (Ri)
Placa de yeso laminado	0,046	0,25	0,184
aislante	0,03	0,028	1,071
camara de aire	0,05	-	0,080
mortero	0,02	1,3	0,015
ladrillo	0,1	0,632	0,158
	0	1	0,00
	0	1	0,00
	0	1	0,00
Resistencia termica total (Rt)			1,51 m ² K/W

$$R_t = R_{se} + R_i + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Resistencia termica (Rt)	1,68	m ² K/W
--------------------------	------	--------------------

$$U = \frac{1}{R_t}$$

transmitancia termica	0,60	W/m ² K
-----------------------	------	--------------------

Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²·K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)	0,04	0,17

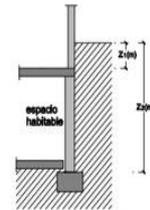
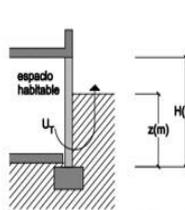
R _{se}	0,04
R _{si}	0,13

El cálculo de la fachada enterrada será un poco diferente ya que hay que sacar algún valor de unas tablas, como podemos apreciar:

Calculo de la transmitancia

Tabla 5 Transmitancia térmica de muros enterrados U_t en W/m²·K

Rm (m ² K/W)	Profundidad z de la parte enterrada del muro (m)					
	0,5	1	2	3	4	≥ 6
0,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,95	0,71
0,10	2,29	1,74	1,22	0,97	0,81	0,62
0,20	1,84	1,45	1,06	0,85	0,72	0,56
0,30	1,55	1,25	0,93	0,76	0,65	0,51
0,40	1,33	1,10	0,84	0,69	0,60	0,47
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,55	0,44
0,60	1,05	0,90	0,71	0,59	0,52	0,42
0,70	0,95	0,82	0,66	0,56	0,49	0,39
0,80	0,87	0,76	0,61	0,52	0,46	0,38
0,90	0,80	0,70	0,56	0,49	0,44	0,36
1,00	0,74	0,65	0,54	0,47	0,42	0,34
1,10	0,69	0,61	0,51	0,45	0,40	0,33
1,20	0,64	0,58	0,49	0,42	0,38	0,32
1,30	0,60	0,55	0,46	0,41	0,36	0,30
1,40	0,57	0,52	0,44	0,39	0,35	0,29
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
1,60	0,51	0,47	0,40	0,36	0,32	0,28
1,70	0,49	0,45	0,39	0,35	0,31	0,27
1,80	0,46	0,43	0,37	0,33	0,30	0,26
1,90	0,44	0,41	0,36	0,32	0,29	0,25
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24



En el caso de muros cuya composición varíe con la profundidad, como muestra la figura 4, la transmitancia térmica U_t se obtiene de la expresión:

$$U_t = \frac{U_1 \cdot z_1 + U_2 \cdot z_2 - U_{12} \cdot z_1}{z_2} \quad (5)$$

siendo,
 z₁ y z₂ la profundidad del primer y el segundo tramo respectivamente [m];
 U₁ la transmitancia térmica del primer tramo del muro, obtenida de la tabla 5 para una profundidad z = z₁ y una resistencia térmica R_m = R₁ [W/m²·K];
 U₂ la transmitancia térmica obtenida de la tabla 5 de un muro hipotético de profundidad z = z₂ y resistencia térmica R_m = R₂ [W/m²·K];
 U₁₂ la transmitancia térmica obtenida de la tabla 5 de un muro hipotético de profundidad z = z₂ y resistencia térmica R_m = R₁ [W/m²·K].

Resistencia termica muro (R _t)	1,51	m ² K/W
--	------	--------------------

* Calculada anteriormente

R_m calculada mediante la expresión $R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

Profundidad parte enterrada	5,3
-----------------------------	-----

transmitancia termica	0,34	W/m ² K
-----------------------	------	--------------------

* Se saca el valor de la tabla

U ₁	z ₁		U _t	#DIV/0!
U ₂	z ₂			
U ₁₂	z ₁₂			

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Para calcular la transmitancia en huecos, es mucho más sencillo, ya que conocemos todos los valores que vamos a necesitar.

Para el cálculo de la transmitancia térmica de huecos U_H ($W/m^2 \cdot K$) se empleará la norma UNE EN ISO 10077.

Alternativamente, la transmitancia térmica de los huecos U_H ($W/m^2 \cdot K$) se determina mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m} \quad (10)$$

siendo,

- $U_{H,v}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente [$W/m^2 \cdot K$];
- $U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario, o puerta [$W/m^2 \cdot K$];
- FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

$U_{H,v}$	1,8
$U_{H,m}$	4
FM	0,05

transmitancia termica **1,91** W/m2K

Simplemente aplicamos la formula y hallamos los valores.

Por ultimo calcularemos el factor solar.

$$f(1 - FM) \cdot g + FM \cdot 0,04 \cdot U_{a,m} \cdot \alpha \quad (11)$$

- el factor de sombra del hueco o lucernario obtenido de las tablas 11 a 15 en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de Fs se debe considerar igual a la unidad;
- la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas;
- el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal.
- la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [$W/m^2 \cdot K$];
- la absorptividad del marco obtenida de la tabla 10 en función de su color.

Tabla 10 Absorptividad del marco para radiación solar α

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	-
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	-
Negro	-	0,96	-

Factor Solar **0,42795**

U_{marco}	4
g_{vidrio}	0,823529
FM	0,25

Son datos conocidos

α **0,65**

Factor sombra **0,6724** **Si no hay dispositivo de proteccion solar poner "1"

Al igual que para la transmitancia, simplemente es aplicar un formula, sin embargo, hay que tener en cuenta todos los factores que modifican el factor de sombra.

Tabla 11 Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo

ORIENTACIONES DE FACHADA	S2-L/H<S3		S3-L/H<S1		L-L/H<S2		L/H>2	
	S	E	S	E	S	E	S	E
S-D/H<S3	0,82	0,50	0,28	0,16				
S2-D/H<S3	0,87	0,64	0,39	0,22				
D/H>S3	0,93	0,82	0,80	0,39				
S-D/H<S3	0,80	0,71	0,43	0,16				
S2-D/H<S3	0,84	0,82	0,60	0,27				
D/H>S3	0,98	0,93	0,84	0,65				

NOTA: En caso de ser un caso de fachada con un voladizo, la sombra se debe considerar desde el centro del voladizo.

F_{sombra} **0,82**

Tabla 13 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas

ORIENTACION	ANGULO DE INCLINACION (º)					
	0	30	45	60	75	90
LAMAS HORIZONTALES	SUR	0,49	0,42	0,26		
	SURESTE/SUROESTE	0,54	0,44	0,26		
	ESTE/OESTE	0,57	0,45	0,27		

ORIENTACION	ANGULO DE INCLINACION (º)							
	0	30	45	60	75	90		
LAMAS VERTICALES	SUR	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
	SURESTE	0,45	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
	ESTE	0,38	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
OESTE	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29	
	SUROESTE	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

NOTAS: Los valores de factor de sombra que se indican en estas tablas han sido calculados para una relación DL igual a inferior a 1. El ángulo se mide en sentido desde la normal a la fachada hacia el plano de las lamas, considerándose positivo en dirección horaria.

F_{sombra} **1**

Tabla 14 Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos

CASO	Toldos opacos		Toldos translucidos		
	S	E	S	E	
CASO A	30	0,02	0,04	0,22	0,24
	45	0,05	0,08	0,25	0,28
	60	0,22	0,28	0,42	0,48

CASO	Toldos opacos		Toldos translucidos		
	S	E	S	E	
CASO B	30	0,43	0,61	0,87	0,81
	45	0,20	0,30	0,40	0,50
	60	0,14	0,28	0,34	0,42

F_{sombra} **1**

Tabla 12 Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

ORIENTACIONES DE FACHADA	S3-L/RW<S1		S1-L/RW<S2		S2-L/RW<S3		RW>S3	
	S	E	S	E	S	E	S	E
S3-RW<S1	0,82	0,74	0,62	0,30				
S1-RW<S2	0,76	0,67	0,56	0,35				
S2-RW<S3	0,56	0,51	0,36	0,27				
RW>S3	0,35	0,32	0,27	0,17				
S3-L/RW<S1	0,86	0,81	0,72	0,51				
S1-L/RW<S2	0,79	0,74	0,66	0,47				
S2-L/RW<S3	0,59	0,56	0,47	0,36				
RW>S3	0,38	0,36	0,32	0,23				

NOTAS: Los valores de factor de sombra que se indican en estas tablas han sido calculados para una relación DL igual a inferior a 1. El ángulo se mide en sentido desde la normal a la fachada hacia el plano de las lamas, considerándose positivo en dirección horaria.

F_{sombra} **0,82**

Tabla 15 Factor de sombra para lucernarios

Y/Z	Y/Z				
	0,1	0,5	1,0	2,0	5,0
0,1	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44
0,5	0,43	0,48	0,48	0,51	0,52
1,0	0,43	0,48	0,52	0,55	0,58
2,0	0,43	0,50	0,55	0,60	0,66
5,0	0,44	0,51	0,58	0,66	0,75
10,0	0,44	0,52	0,59	0,68	0,79

NOTAS: Los valores de factor de sombra que se indican en esta tabla son válidos para lucernarios sensiblemente horizontales. En caso de lucernarios de planta elíptica o circular podrán tomarse como dimensiones características equivalentes los ejes mayor y menor o el diámetro.

Anexo IV: Patrón de sombras

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Como ya dijimos anteriormente, habría otra forma de calcular este patrón de forma, sería de una forma manual, es más costosa y se utiliza cuando el obstáculo no tiene una forma rectangular.

En ese caso definiríamos cada plano del obstáculo con 4 puntos, de los que mediríamos su ángulo respecto de la línea ficticia orientada al sur y que pasa por el punto PR, definido anteriormente. La distancia entre el punto PR y cada uno de los puntos del plano. Y por último con su elevación respecto al plano de la cubierta, en este caso.

Con estos datos y ayudándonos de una hoja de cálculo (“patrón de sombras”), donde realizamos una serie de cálculos trigonométricos sencillos, sacaríamos el acimut y el ángulo de elevación, que sería suficiente para definir las sombras proyectadas por cada plano. En el programa se introduciría punto a punto y plano a plano, por lo que en nuestro caso es mucho mejor la primera forma.

Patrón de sombras del caseton de la cubierta				
Puntos	azimut(α)	Dref	angulo de elevacion(β)	
	(deg)	(m)	(rad)	(deg)
1	-27	3,5129	0,79	45,38
2	-54	5,4145	0,58	33,32
3	-140	6,8033	0,48	27,62
4	-163	5,4428	0,58	33,19
Altura caseton		3,56	m	

Angulo de elevación es el arco tangente entre la altura del casetón y la distancia de referencia. Una vez que tenemos el azimut y el ángulo de elevación de los cuatro puntos, los metemos en el programa.

Anexo V: Rendimiento medio estacional

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Anteriormente definimos lo que era el rendimiento medio estacional, ahora veremos cómo se calcula manualmente, simplemente tendremos que aplicar las formulas.

Sabemos los datos de la caldera (potencia nominal, rendimiento comb. y la carga real media), las perdidas las calcularemos de unas tablas.

Y por último aplicaremos la fórmula para calcular el rendimiento medio estacional.

$$\eta_{gn} = \eta_{cn} - \left(\frac{1}{FC} - 1 \right) \cdot P_{CH,off} - \frac{1}{FC} \cdot P_{gn,env}$$

Donde:

- η_{gn} , es el rendimiento medio estacional de la caldera;
- η_{cn} , es el rendimiento de la combustión;
- FC, es el factor de carga media de la caldera;
- $P_{CH,off}$ representa las pérdidas a través de la chimenea;
- $P_{gn,env}$ representa las pérdidas a través de las paredes (envolvente) de la caldera.

Datos Caldera	Pot. Nominal	24	kW
	rendimiento comb.	90	%
	carga media real	0,2	

2) $P_{CH,off}$ Pérdidas a través de la chimenea de la caldera

Table E5 – Default values for $P_{CH,off}$ factor

Description	$P_{CH,off}$ [%]
Liquid fuel or gas fired boiler with the blower before the combustion chamber and automatic closure of air intake with burner off	0,2
Premixed burners	
Wall mounted, gas fired boiler with blower and wall flue gas exhaust	0,4
Liquid fuel or gas fired boiler with the blower before the combustion chamber and no closure of air intake with burner off	
Chimney height < 10 m	1,0
Chimney height > 10 m	1,2
Atmospheric gas fired boiler	
Chimney height < 10 m	1,2
Chimney height > 10 m	1,6

NOTE: Copied from draft prEN 15316 – 2.2.1

calderas coeficiente pérdidas por chimenea caldera

$P_{CH,off}$ 0,4

* El programa mete por defecto 0,4

Rendimiento medio estacional 61,78

3) $P_{gn,env}$ Pérdidas por las paredes (envolvente) de la caldera

$$P_{gn,env} = A - B \cdot \text{Log}\Phi_{cn}$$

Donde:

A y B son dos coeficientes que la propia norma define con unos parámetros aproximados en la siguiente tabla:

Table E4 – A and B coefficients for $P_{gn,env}$ calculation

Generator insulation type	A	B
Well insulated, high efficiency generator	1,72	0,44
Well insulated and maintained	3,45	0,88
Old generator with average insulation	6,90	1,76
Old generator, poor insulation	8,36	2,2
No insulation	10,35	2,64

Φ_{cn} es la potencia nominal del generador en kW.

	A	B
Introducir valores	8,36	2,2

$P_{gn,env}$ 5,32354

Anexo VI: Instalación de iluminación

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Para calcular y verificar la instalación de iluminación, ya que en la memoria de ejecución nos aseguraba el cumplimiento de la norma respecto a la iluminación.

Simplemente tendremos que aplicar la formula, donde conocemos todos los datos.

$$VEEI = P \times 100 / S \times E_m$$

siendo

P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];

S la superficie iluminada [m²];

E_m la iluminancia media horizontal mantenida [lux].

VEEI	3,48
P	38150
S	2192,4
E _m	500

Anexo VII: VAN

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

Como ya explicamos en la memoria, calcularemos el VAN de la mejora de la caldera eléctrica manualmente, ya que el programa nos da un error, por la circunstancia de que ya no habría gas natural en la instalación. Para calcular el VAN, solo necesitamos conocer los costes de la instalación, y estimar una tasa de interés y las subidas de las energías que utilizaremos, con esto haremos un cálculo aproximado de los cash flows anuales, la diferencia entre lo que ahorramos y gastamos de más. Y aplicaremos la formula, para ver a partir de qué año será rentable la inversión.

En nuestro caso a partir del noveno. Si tenemos en cuenta costes y mejoras, debemos desestimar esta posible mejora.

Coste de instalacion	20235,46	€								
tasa de interes	7	%								
subida electricidad	0,98	%								
subida gas natural	1,07	%								
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahorro costes anuales electricidad (€)	-3000	-2940	-2881,2	-2823,58	-2767,1	-2711,76	-2657,53	-2604,38	-2552,29	-2501,24
Ahorro costes anuales gas natural (€)	4648,8	4974,216	5322,411	5694,98	6093,628	6520,182	6976,595	7464,957	7987,504	8546,629
Ahorro coste anual total (€)	1648,80	2034,22	2441,21	2871,40	3326,52	3808,42	4319,07	4860,58	5435,21	6045,39
(1+k) ^N	1,07	1,14	1,23	1,31	1,40	1,50	1,61	1,72	1,84	1,97
	1540,93	1776,76	1992,76	2190,58	2371,77	2537,71	2689,70	2828,90	2956,40	3073,17
tasa de interes	0,07	porcentaje por 1								
VAN	-18694,53	-16917,76	-14925,01	-12734,43	-10362,66	-7824,95	-5135,25	-2306,35	650,05	3723,22

Anexo VIII: Consumo edificio

Estudio de la eficiencia energética de un edificio de uso docente-administrativo

El servicio de infraestructuras de la Universidad de Cantabria nos proporcionó una tabla con los consumos de electricidad y gas natural del año pasado, con estos datos estimaremos las facturas para el análisis económico de las mejoras.

IFCA								
Tabla de consumos (Electricidad y Gas natural)								
Mes	Elect (kWh)	Gasto (€)	Mes	Gas (m ³)	Gas (kWh)	precio (€/m ³)*	Gasto (€)	
enero	94.456	13.672,33	enero	1951	22826,7	0,65	1268,15	
febrero	88.587	12.836,03	febrero	1906	22300,2	0,65	1238,9	
marzo	98.405	11.854,78	marzo	1574	18415,8	0,65	1023,1	
abril	97.394	11.221,69	abril	200	2340	0,65	130	
mayo	100.547	11.404,64	mayo	0	0	0,65	0	
junio	113.269	14.393,28	junio	0	0	0,65	0	
julio	120.910	16.180,58	julio	1	11,7	0,65	0,65	
agosto	115.487	11.910,72	agosto	3	35,1	0,65	1,95	
septiembre	112.810	13.170,14	septiembre	0	0	0,65	0	
octubre	112.678	12.443,25	octubre	3	35,1	0,65	1,95	
noviembre	105.041	12.389,12	noviembre	586	6856,2	0,65	380,9	
diciembre	112.707	14.454,56	diciembre	928	10857,6	0,65	603,2	
total	1.272.291	155.931,12		7.152	83.678,40			4.648,80

* El precio incluye el IVA

Anexo IX: Certificado energético

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Edificio Juan Jordá, Instituto de Física de Cantabria		
Dirección	Edificio Juan Jordá, Campus Universidad de Cantabria, Avda. de los Castros s/n		
Municipio	Santander	Código Postal	39005
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
Zona climática	C1	Año construcción	2005
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	32320C0VP3133A0001YQ		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

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

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Roberto Argaña Cobo	NIF(NIE)	72077376E
Razón social	.	NIF	.
Domicilio	Joaquin Costa 15 B 2º Izq		
Municipio	Santander	Código Postal	39005
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
e-mail:	rarganacobo@gmail.com	Teléfono	696547601
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.1		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
 <p style="text-align: center;">263.8 C</p>	 <p style="text-align: center;">49.0 C</p>

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

Fecha: 4/5/2016

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

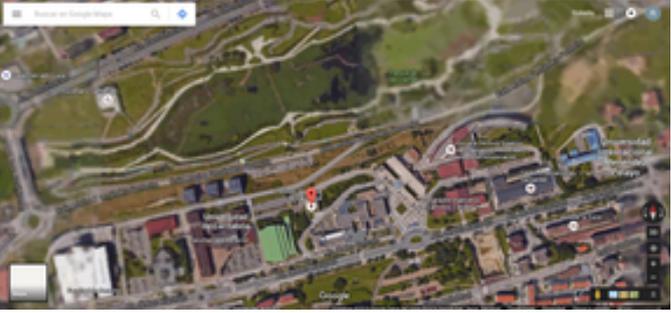
Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	2192.4
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Fachada SUR	Fachada	172.17	0.57	Conocidas
Fachada SUR Enterrada	Fachada	99.23	0.34	Estimadas
Fachada ESTE Enterrada	Fachada	21.43	0.39	Estimadas
Fachada ESTE	Fachada	318.95	0.57	Conocidas
Fachada ESTE Sotano	Fachada	36.97	0.60	Conocidas
Fachada OESTE Enterrada	Fachada	5.46	0.58	Estimadas
Fachada OESTE Sotano	Fachada	39.87	0.60	Conocidas
Fachada OESTE	Fachada	314.24	0.57	Conocidas
Fachada NORTE Sotano	Fachada	38.68	0.60	Conocidas
Fachada NORTE	Fachada	185.2	0.57	Conocidas
Suelo NOROESTE	Suelo	17.5	0.84	Estimadas
Suelo	Suelo	682.47	0.36	Estimadas
Cubierta Ajardinada	Cubierta	720.0	0.38	Estimadas
Cubierta NOROESTE	Cubierta	17.5	0.83	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas ampliacion SUR	Hueco	24.19	2.37	0.43	Conocido	Conocido
Ventanas edificio SUR	Hueco	6.8	2.95	0.49	Conocido	Conocido
Ventanal SUR	Hueco	30.96	1.91	0.31	Conocido	Conocido
Ventanas ampliacion ESTE	Hueco	53.75	2.37	0.53	Conocido	Conocido
Ventanas edificio ESTE	Hueco	32.3	2.95	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas edificio OESTE	Hueco	25.5	2.95	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas ampliacion OESTE	Hueco	53.75	2.37	0.53	Conocido	Conocido
Ventanal OESTE	Hueco	25	1.91	0.79	Conocido	Conocido
Ventanas ampliacion NORTE	Hueco	24.19	2.37	0.64	Conocido	Conocido
Ventanas edificio NORTE	Hueco	5.1	2.95	0.64	Conocido	Conocido
Ventanal NOROESTE	Hueco	25	1.91	0.79	Conocido	Conocido
Ventanal NORTE	Hueco	55.44	1.91	0.79	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	72.9	Gas Natural	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		183.9	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diario de ACS a 60° (litros/día)	160.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	72.9	Gas Natural	Estimado
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	17.40	3.48	500.00	Conocido
TOTALES	17.40			

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

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	2192.4	Intensidad Media - 12h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	Intensidad Media - 12h
----------------	----	-----	------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	49.0 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	D	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	E
		21.15		0.50	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	C	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	B
		6.93		20.44	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]¹</i>					

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

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	27.36	59988.47
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	21.65	47467.98

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	263.8 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	E	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	D
		99.88		2.36	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	C	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	B
		40.89		120.64	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]¹</i>					

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
61.2 E	38.5 C
<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Apartado no definido

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

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

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	4/5/2016
---	----------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Edificio Juan Jordá, Instituto de Física de Cantabria		
Dirección	Edificio Juan Jordá, Campus Universidad de Cantabria, Avda. de los Castros s/n		
Municipio	Santander	Código Postal	39005
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
Zona climática	C1	Año construcción	2005
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	32320C0VP3133A0001YQ		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

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

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Roberto Argaña Cobo	NIF(NIE)	72077376E
Razón social	.	NIF	.
Domicilio	Joaquin Costa 15 B 2º Izq		
Municipio	Santander	Código Postal	39005
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
e-mail:	rarganacobo@gmail.com	Teléfono	696547601
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.1		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
<p style="text-align: center;">263.8 C</p>	<p style="text-align: center;">49.0 C</p>

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

Fecha: 4/5/2016

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

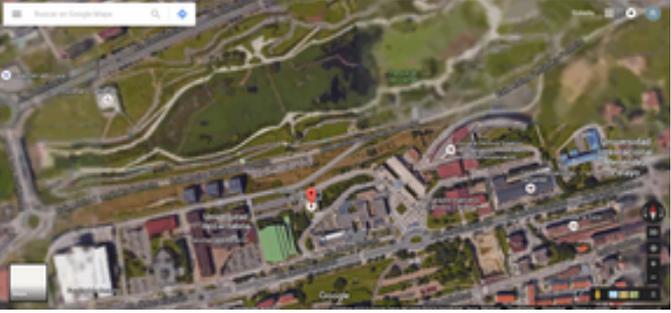
Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	2192.4
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Fachada SUR	Fachada	172.17	0.57	Conocidas
Fachada SUR Enterrada	Fachada	99.23	0.34	Estimadas
Fachada ESTE Enterrada	Fachada	21.43	0.39	Estimadas
Fachada ESTE	Fachada	318.95	0.57	Conocidas
Fachada ESTE Sotano	Fachada	36.97	0.60	Conocidas
Fachada OESTE Enterrada	Fachada	5.46	0.58	Estimadas
Fachada OESTE Sotano	Fachada	39.87	0.60	Conocidas
Fachada OESTE	Fachada	314.24	0.57	Conocidas
Fachada NORTE Sotano	Fachada	38.68	0.60	Conocidas
Fachada NORTE	Fachada	185.2	0.57	Conocidas
Suelo NOROESTE	Suelo	17.5	0.84	Estimadas
Suelo	Suelo	682.47	0.36	Estimadas
Cubierta Ajardinada	Cubierta	720.0	0.38	Estimadas
Cubierta NOROESTE	Cubierta	17.5	0.83	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas ampliacion SUR	Hueco	24.19	2.37	0.43	Conocido	Conocido
Ventanas edificio SUR	Hueco	6.8	2.95	0.49	Conocido	Conocido
Ventanal SUR	Hueco	30.96	1.91	0.31	Conocido	Conocido
Ventanas ampliacion ESTE	Hueco	53.75	2.37	0.53	Conocido	Conocido
Ventanas edificio ESTE	Hueco	32.3	2.95	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas edificio OESTE	Hueco	25.5	2.95	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas ampliacion OESTE	Hueco	53.75	2.37	0.53	Conocido	Conocido
Ventanal OESTE	Hueco	25	1.91	0.79	Conocido	Conocido
Ventanas ampliacion NORTE	Hueco	24.19	2.37	0.64	Conocido	Conocido
Ventanas edificio NORTE	Hueco	5.1	2.95	0.64	Conocido	Conocido
Ventanal NOROESTE	Hueco	25	1.91	0.79	Conocido	Conocido
Ventanal NORTE	Hueco	55.44	1.91	0.79	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	72.9	Gas Natural	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		183.9	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diario de ACS a 60° (litros/día)	160.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	72.9	Gas Natural	Estimado
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	17.40	3.48	500.00	Conocido
TOTALES	17.40			

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

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	2192.4	Intensidad Media - 12h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	Intensidad Media - 12h
----------------	----	-----	------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	49.0 C		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	D	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	E
	21.15		0.50	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]¹</i>	<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	C	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	B
	6.93		20.44	

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

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	27.36	59988.47
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	21.65	47467.98

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	263.8 C		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	E	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	D
	99.88		2.36	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]¹</i>	<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	C	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	B
	40.89		120.64	

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

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

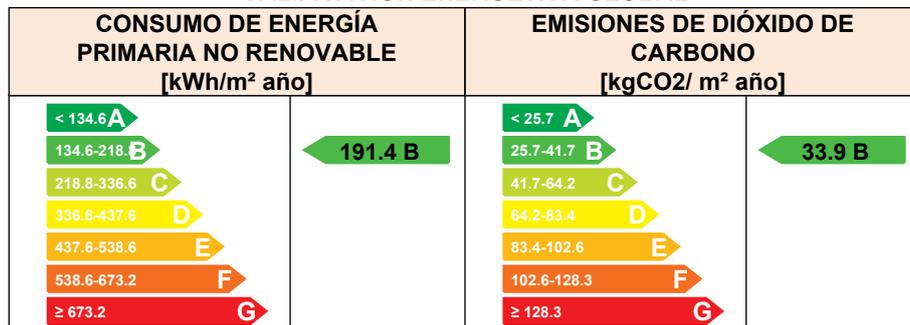
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

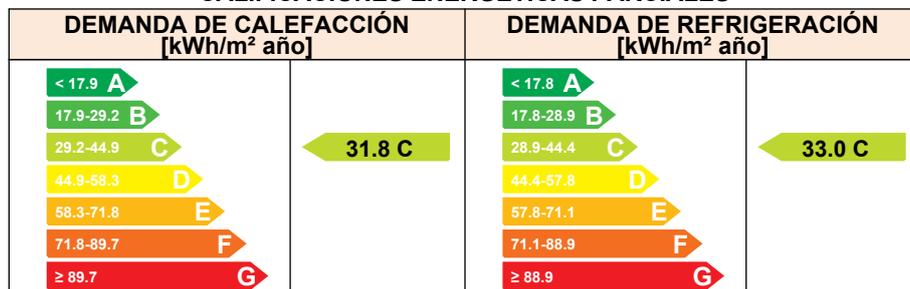
ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Cambio de caldera por una de condensación, instalación de un recuperador de calor, mejora de la envolvente térmica e instalación de energía solar térmica

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	29.39	65.0 %	17.96	14.2 %	0.57	71.1 %	61.74	0.0 %	109.66	35.0 %
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	34.97 B	65.0 %	35.09 C	14.2 %	0.68 A	71.1 %	120.64 B	0.0 %	191.38 B	27.4 %
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	7.41 A	65.0 %	5.94 C	14.2 %	0.14 B	71.1 %	20.44 B	0.0 %	33.93 B	30.8 %
Demanda [kWh/m ² año]	31.84 C	48.0 %	33.03 C	14.2 %						

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

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

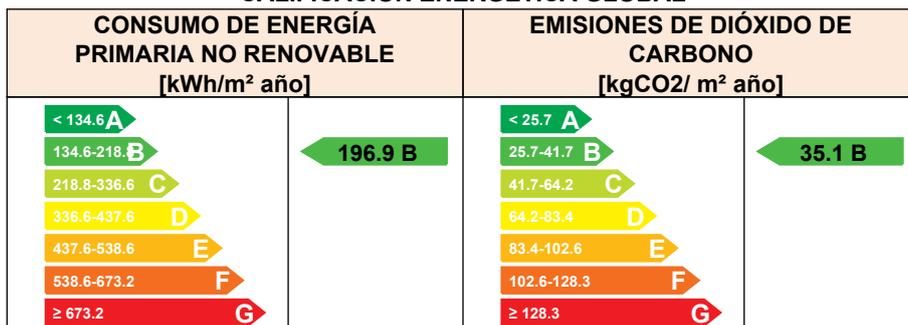
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

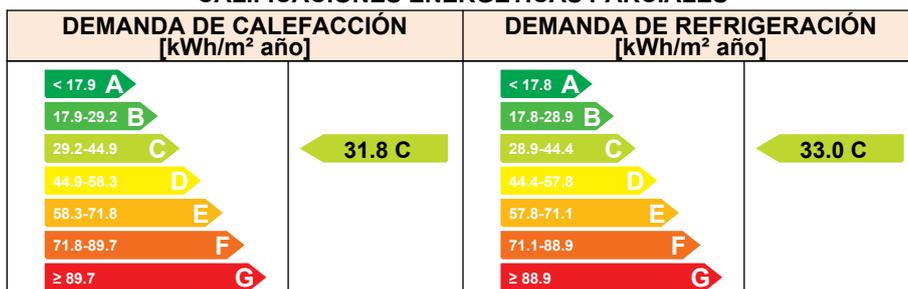
43789.09 €

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	32.66	61.1 %	17.96	14.2 %	1.91	3.7 %	61.74	0.0 %	114.26	32.2 %
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	38.86 B	61.1 %	35.09 C	14.2 %	2.27 D	3.7 %	120.64 B	0.0 %	196.86 B	25.4 %
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	8.23 B	61.1 %	5.94 C	14.2 %	0.48 E	3.7 %	20.44 B	0.0 %	35.09 B	28.4 %
Demanda [kWh/m ² año]	31.84 C	48.0 %	33.03 C	14.2 %						

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

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

38294.53 €

Otros datos de interés

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

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

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	4/5/2016
---	----------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Cambio de caldera por una de condensación, instalación de un recuperador de calor, mejora de la envolvente térmica e instalación de energía solar térmica

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

43789.09 €

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	191.38 B		33.93 B

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
	31.84 C		33.03 C

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total						
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original					
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	29.39	65.0 %	17.96	14.2 %	0.57	71.1 %	61.74	0.0 %	109.66	35.0 %					
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	34.97	B	65.0 %	35.09	C	14.2 %	0.68	A	71.1 %	120.64	B	0.0 %	191.38	B	27.4 %
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	7.41	A	65.0 %	5.94	C	14.2 %	0.14	B	71.1 %	20.44	B	0.0 %	33.93	B	30.8 %
Demanda [kWh/m ² año]	31.84	C	48.0 %	33.03	C	14.2 %									

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Fachada SUR	Fachada	172.17	0.57	172.17	0.57
Fachada SUR Enterrada	Fachada	99.23	0.34	99.23	0.34
Fachada ESTE Enterrada	Fachada	21.43	0.39	21.43	0.39
Fachada ESTE	Fachada	318.95	0.57	318.95	0.57
Fachada ESTE Sotano	Fachada	36.97	0.60	36.97	0.60
Fachada OESTE Enterrada	Fachada	5.46	0.58	5.46	0.58
Fachada OESTE Sotano	Fachada	39.87	0.60	39.87	0.60
Fachada OESTE	Fachada	314.24	0.57	314.24	0.57
Fachada NORTE Sotano	Fachada	38.68	0.60	38.68	0.60
Fachada NORTE	Fachada	185.20	0.57	185.20	0.57
Suelo NOROESTE	Suelo	17.50	0.84	17.50	0.84
Suelo	Suelo	682.47	0.36	682.47	0.36
Cubierta Ajardinada	Cubierta	720.00	0.38	720.00	0.38
Cubierta NOROESTE	Cubierta	17.50	0.83	17.50	0.83

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m ² K]
Ventanas ampliacion SUR	Hueco	24.19	2.37	1.80	24.19	1.62	1.37
Ventanas edificio SUR	Hueco	6.8	2.95	2.40	6.8	1.90	1.69
Ventanal SUR	Hueco	30.96	1.91	1.80	30.96	1.42	1.37

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

Ventanas ampliacion ESTE	Hueco	53.75	2.37	1.80	53.75	1.62	1.37
Ventanas edificio ESTE	Hueco	32.3	2.95	2.40	32.3	1.90	1.69
Ventanas edificio OESTE	Hueco	25.5	2.95	2.40	25.5	1.90	1.69
Ventanas ampliacion OESTE	Hueco	53.75	2.37	1.80	53.75	1.62	1.37
Ventanal OESTE	Hueco	25	1.91	1.80	25	1.42	1.37
Ventanas ampliacion NORTE	Hueco	24.19	2.37	1.80	24.19	1.62	1.37
Ventanas edificio NORTE	Hueco	5.1	2.95	2.40	5.1	1.90	1.69
Ventanal NOROESTE	Hueco	25	1.91	1.80	25	1.42	1.37
Ventanal NORTE	Hueco	55.44	1.91	1.80	55.44	1.42	1.37

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	72.9 %	-	Caldera Estándar		97.5 %	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		183.9 %	-	Maquina frigorífica		183.9 %	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]	[kWh/m ² año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	72.9 %	-	Caldera Estándar		110.0 %	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² 100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m ²]	VEEI post mejora [W/m ² 100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
Edificio Objeto	17.4	3.5	500	17.4	3.5	500
TOTALES	17.4	-	-	17.4	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio Objeto	2192.4	Intensidad Media - 12h

ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
-	-	-	-	-
TOTALES	-	-	-	-

Post mejora

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Contribuciones energéticas	10	-	70	-
TOTALES	10.0	-	70.0	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Cambio de caldera por una de condensación, instalación de un recuperador de calor y mejora de la envolvente térmica

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

38294.53 €

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]	
	196.86 B		35.09 B

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
	31.84 C		33.03 C

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	32.66	61.1 %	17.96	14.2 %	1.91	3.7 %	61.74	0.0 %	114.26	32.2 %
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	38.86 B	61.1 %	35.09 C	14.2 %	2.27 D	3.7 %	120.64 B	0.0 %	196.86 B	25.4 %
Emissiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	8.23 B	61.1 %	5.94 C	14.2 %	0.48 E	3.7 %	20.44 B	0.0 %	35.09 B	28.4 %
Demanda [kWh/m ² año]	31.84 C	48.0 %	33.03 C	14.2 %						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Fachada SUR	Fachada	172.17	0.57	172.17	0.57
Fachada SUR Enterrada	Fachada	99.23	0.34	99.23	0.34
Fachada ESTE Enterrada	Fachada	21.43	0.39	21.43	0.39
Fachada ESTE	Fachada	318.95	0.57	318.95	0.57
Fachada ESTE Sotano	Fachada	36.97	0.60	36.97	0.60
Fachada OESTE Enterrada	Fachada	5.46	0.58	5.46	0.58
Fachada OESTE Sotano	Fachada	39.87	0.60	39.87	0.60
Fachada OESTE	Fachada	314.24	0.57	314.24	0.57
Fachada NORTE Sotano	Fachada	38.68	0.60	38.68	0.60
Fachada NORTE	Fachada	185.20	0.57	185.20	0.57
Suelo NOROESTE	Suelo	17.50	0.84	17.50	0.84
Suelo	Suelo	682.47	0.36	682.47	0.36
Cubierta Ajardinada	Cubierta	720.00	0.38	720.00	0.38
Cubierta NOROESTE	Cubierta	17.50	0.83	17.50	0.83

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m ² K]
Ventanas ampliacion SUR	Hueco	24.19	2.37	1.80	24.19	1.62	1.37
Ventanas edificio SUR	Hueco	6.8	2.95	2.40	6.8	1.90	1.69
Ventanal SUR	Hueco	30.96	1.91	1.80	30.96	1.42	1.37

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

Ventanas ampliacion ESTE	Hueco	53.75	2.37	1.80	53.75	1.62	1.37
Ventanas edificio ESTE	Hueco	32.3	2.95	2.40	32.3	1.90	1.69
Ventanas edificio OESTE	Hueco	25.5	2.95	2.40	25.5	1.90	1.69
Ventanas ampliacion OESTE	Hueco	53.75	2.37	1.80	53.75	1.62	1.37
Ventanal OESTE	Hueco	25	1.91	1.80	25	1.42	1.37
Ventanas ampliacion NORTE	Hueco	24.19	2.37	1.80	24.19	1.62	1.37
Ventanas edificio NORTE	Hueco	5.1	2.95	2.40	5.1	1.90	1.69
Ventanal NOROESTE	Hueco	25	1.91	1.80	25	1.42	1.37
Ventanal NORTE	Hueco	55.44	1.91	1.80	55.44	1.42	1.37

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	72.9 %	-	Caldera Estándar		97.5 %	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		183.9 %	-	Maquina frigorífica		183.9 %	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]	[kWh/m ² año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	232.6	72.9 %	-	Caldera Estándar		110.0 %	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	32320C0VP3133A0001YQ	Versión informe asociado	4/5/2016
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	30/5/2016

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² 100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m ²]	VEEI post mejora [W/m ² 100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
Edificio Objeto	17.4	3.5	500	17.4	3.5	500
TOTALES	17.4	-	-	17.4	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio Objeto	2192.4	Intensidad Media - 12h