
**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA EL AHORRO Y
CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS
PASIVOS Y ACTIVOS DE CAPTACIÓN SOLAR EN LA
REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS.**

13 sep. 17

AUTOR:

JESUS SEBASTIAN ALFARO

TUTOR ACADÉMICO:

CAROLINA APARICIO FERNANDEZ



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

ETS d'Enginyeria d'Edificació
Universitat Politècnica de València

Resumen

Proyecto de Rehabilitación de edificio de laboratorios y despachos, para conseguir la mejor eficiencia energética en función de la situación, orientación, estado constructivo, para llegar a un equilibrio a nivel de funcionamiento entre elementos constructivos y fuentes de energía renovables. Manteniendo un coste idóneo con la situación económica del mercado. Las soluciones adoptadas que se proponen permiten reducir en la mayor medida posible las demandas de calefacción y refrigeración del edificio y sus respectivas emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

Rehabilitation project for building of laboratories and offices, in order to achieve the best energy efficiency depending on the situation, orientation, constructive state, to reach a balance of performance between construction elements and renewable energy sources. Maintaining an appropriate cost with the economic situation of the market. The proposed solutions allow to reduce as much as possible the demands of heating and cooling of the building and their respective emissions of carbon dioxide to the atmosphere.

Palabras clave: Rehabilitación integral de edificios, mediante sistemas constructivos pasivos y activos.

Integral rehabilitation of buildings, through passive and active construction systems.

Agradecimientos

Agradezco al Ciemat por facilitar y aportar la base del trabajo del edificio 42, tras su rehabilitación.

Juan Carlos Gutiérrez García de la Unidad de Arquitectura y Obras. CIEMAT

Nuria Martín Chivelet de la Unidad de Energía Solar Fotovoltaica. CIEMAT

Miguel Alonso Abella de la Unidad de Energía Solar Fotovoltaica. CIEMAT

José Antonio Ferrer Tevar Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación. CIEMAT

María del Rosario Heras Celemín Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación. CIEMAT

Ricardo Barroso Cela Ingeniero Industrial. BM Ingenieros

Acrónimos utilizados

- [1] IDAE. (2011). Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020. Madrid: IDAE.
- [2] España (2013). Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE Ahorro de energía, del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo.
- [3] España (2007), Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones Térmicas en los Edificios.
- [4] España (2013). 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.
- [5] MIYABI y el Centro Nacional de Energías Renovables, (2012). Guía IDAE: Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X. Madrid: IDAE.
- [6] MIYABI y el Centro Nacional de Energías Renovables, (2012). Guía IDAE: Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X. Madrid: IDAE.
- [7] IDAE, (2008). Soluciones de Acristalamiento y Cerramiento Acristalado. Madrid: IDAE.
- [8] Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción con la colaboración de CEPCO y AICIA. (2010). Catálogo de elementos constructivos del CTE. Madrid: Ministerio de vivienda, Gobierno de España.
- [9] Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes (ANDIMAT), (2012) Guía IDAE: Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios . Madrid: IDAE.
- [10] ANAPE, (2012). Guía de Aplicaciones de Aislamiento en Edificación según especificaciones UNE-EN-13163 . Madrid: ANAPE.

Contenido

Resumen.....	1
Agradecimientos	2
Acrónimos utilizados	3
Índice	4
Capítulo 1.Introducción- Antecedentes	6
1.1. Situación actual.	10
1.2. Marco normativo.....	11
Capítulo 2.	13
Toma de datos y posibles soluciones.....	13
2.1. Definición constructiva.....	13
2.1.1. Estructura.	13
2.1.2. Envoltente. Fachadas y cubiertas.	13
2.1.3. Características de los huecos	16
2.1.4. Instalación de ACS.	17
2.1.5. Instalación de Climatización.....	19
2.1.5. Instalación de ventilación.....	26
2.1.6. Instalación de Iluminación.	26
2.2.- Resultados obtenidos en la calificación energética del edificio completo, antes de las mejoras.	28
2.3.- Estudio de posibles mejoras de eficiencia energética a ser practicadas en la envoltente térmica del edificio	40
2.4. Sustitución de las carpinterías y de los vidrios existentes.	40
2.5. Instalación de protecciones solares	42
2.6. Mejora del aislamiento. Aumento del nivel de aislamiento en los muros de la fachada	45
2.7.- Mejora de aislamiento. Cubierta invertida	53
2.8. Conjunto de mejoras	57
2.8.1. Propuestas más óptimas	57
2.8.2. Conjuntos de mejoras	57
Capítulo 3.	61
Proyecto de Rehabilitación	61
3.1. Descripción de las obras a realizar	61
3.2. Resultados obtenidos en la calificación Energética del edificio completo, después de las mejoras.....	89

Capítulo 4. Conclusiones	98
Capítulo 5.	100
Referencias Bibliográficas	100
Capítulo 6.	101
Índice de Figuras	101
Anexo I Fotográfico	103
Anexo II Esquema de principio climatización	110
Anexo III Planos	112
Anexo IV Inventario de patrones CE ₃ X	133
Anexo V Informe descriptivo de la medida de mejora	158

Capítulo 1. Introducción- Antecedentes

Edificio nº 42 del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), está situado en la Avenida Complutense nº 11, Madrid 28040, se construyó en dos fases diferenciadas:

- En una primera fase, datada a principios de los años setenta del pasado siglo XX, se edificó la parte correspondiente a la fachada este y parte de las fachadas norte y sur. Este edificio (A en el esquema de la Fig. 1), en forma de C, abrazaba un edificio de tipología de nave industrial destinado a experimentaciones.
- En una segunda fase, se demolió la nave citada y se completó el edificio, con su patio central, adquiriendo la fisonomía y distribución que ha llegado a nuestros días sin apenas variaciones. Esta fase fue finalizada en el año 1987.

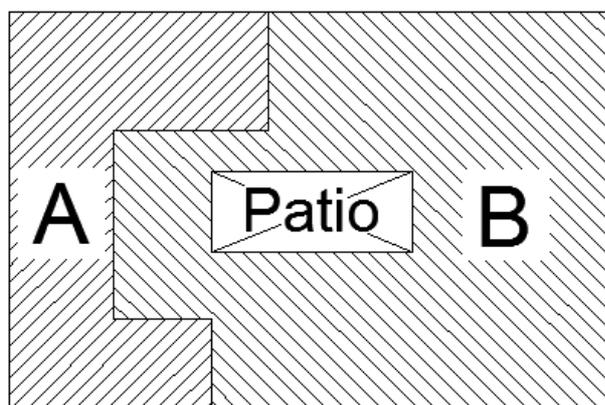


Figura 1. Esquema de las dos fases de construcción del edificio 42

El uso del edificio es el de Laboratorios y Despachos al Servicio de la Administración. En este caso, el Ciemat lo ha dedicado desde su ampliación de 1987 a albergar a las Unidades y Divisiones encargadas de los temas de investigación en Energías Renovables, principalmente Eólica, Fotovoltaica, Biomasa y Eficiencia Energética en la Edificación.

- En los primeros años del presente siglo se detectó que la junta de dilatación entre las dos fases del edificio comenzaba a abrirse cada vez más. En el año 2002 se iniciaron una serie de campañas de análisis de las patologías y de auscultación de los movimientos entre ambas partes del edificio y, a la vista de que la parte más antigua del edificio estaba basculando y asentando con relación a la más moderna y en previsión de posibles riesgos a los ocupantes de esa zona, el Ciemat optó por el recalce de una parte del edificio, realizándose un proyecto en diciembre de 2003 que posibilitó el inicio de las obras; estas se paralizaron en octubre de 2005 por decisión de la empresa constructora, lo que forzó una serie de decisiones

estratégicas a medio plazo y una serie de actuaciones inmediatas entre las que se incluyó el desalojo de ese sector del edificio, procediendo a realojar a los usuarios, con sus laboratorios, en diversas ubicaciones del Ciemat, concentrándose la mayor parte en unas construcciones prefabricadas que se situaron, con carácter provisional, frente a las fachadas este y norte del edificio 32. Esta situación se mantiene desde el año 2006 hasta nuestros días.



Figura 2. Figura 2a) Construcción de la primera fase del edificio 42, año 1975. Figura 2b)

Fuente: CIEMAT

- Se realizaron diversos trabajos de consolidación y estabilización, análisis, propuestas de reconversión e incluso demolición completa del edificio, pasando los años sin que se le terminara de dar una solución definitiva al mismo, que continuaba parcialmente desalojado.
- Llegado el momento de la fecha en la que el edificio debía pasar la preceptiva ITE (Inspección Técnica de Edificios), en 2011, ocurrió que éste tuvo, como no podía ser de otra manera, Dictamen Desfavorable en los apartados de estructura, fachadas y cubiertas, lo que dio lugar a la Orden de Ejecución del Ayuntamiento de Madrid con expediente nº 711/2011/22466
- A la vista de todo esto se planificó la recuperación del edificio dado que las otras alternativas nunca llegaron a materializarse, por lo que en 2013 se abordó la obra de sustitución de la cimentación de la parte más antigua del edificio en la que se habían detectado los asentamientos. Una vez comprobada la idoneidad de la solución ejecutada y a la vista de que el edificio ha quedado estabilizado definitivamente, el Ciemat programó una serie de intervenciones en cascada con el fin de dar cumplimiento a la Orden de Ejecución y solucionar el grave problema de ubicación de un buen número de personas y laboratorios en unas instalaciones provisionales, que a pesar de ello ya llevan casi 10 años dando servicio, cada vez con mayores dificultades.

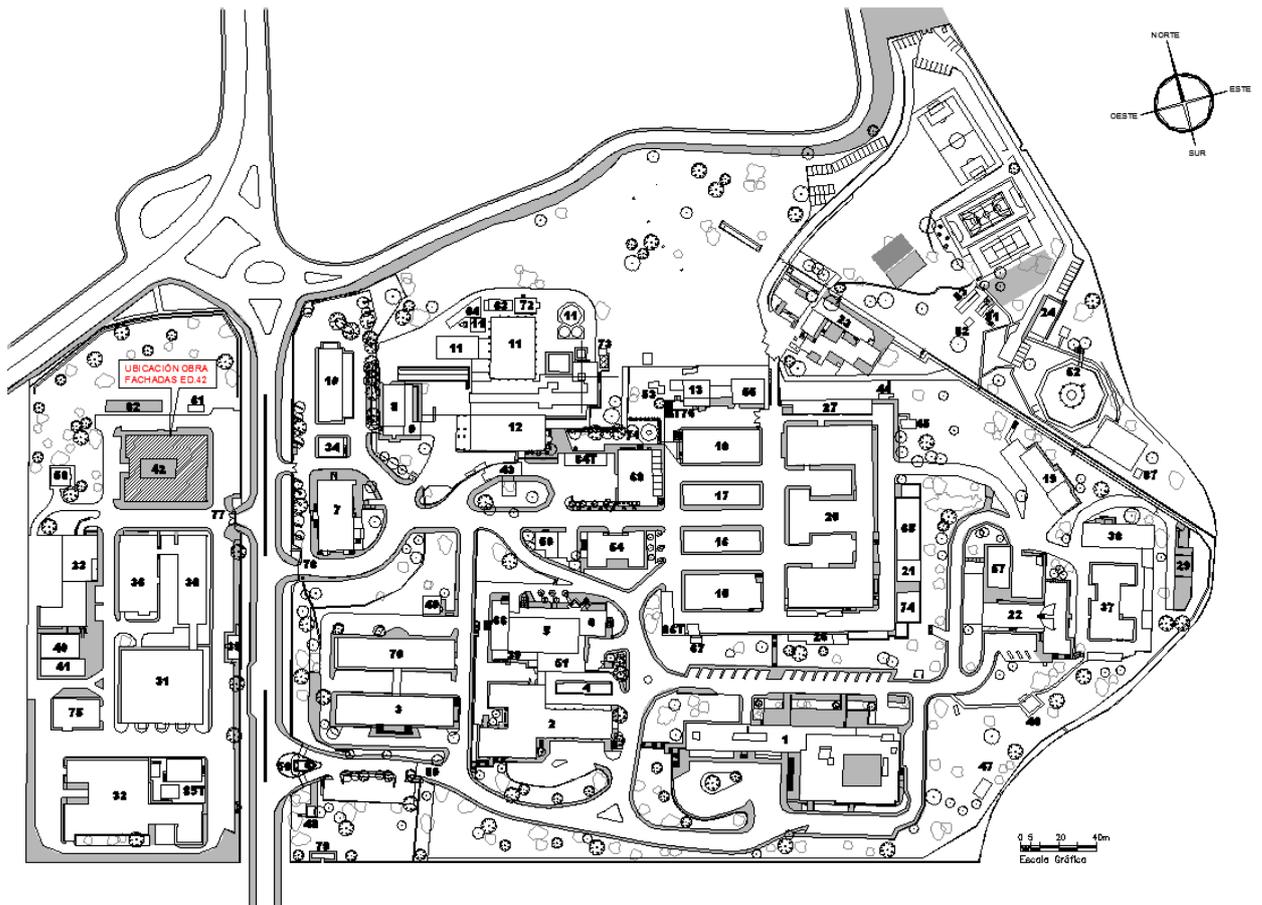


Figura 3.- Situación del edificio 42 dentro de las instalaciones del Ciemat. Fuente: CIEMAT

- Una vez finalizada la sustitución de la cimentación en septiembre de 2013, se ha continuado con los trabajos de rehabilitación de las cubiertas, finalizados en 2014, y con los de rehabilitación de las fachadas, finalizados en 2015. Con estos trabajos se ha cumplimentado, en noviembre de 2015, el Certificado de Idoneidad de la ITE en el que se acredita que el edificio ha recuperado sus condiciones de seguridad constructiva.



Figura 4. Vista Aérea Cenital del edificio 42. Fuente: Google Earth (año 2014)

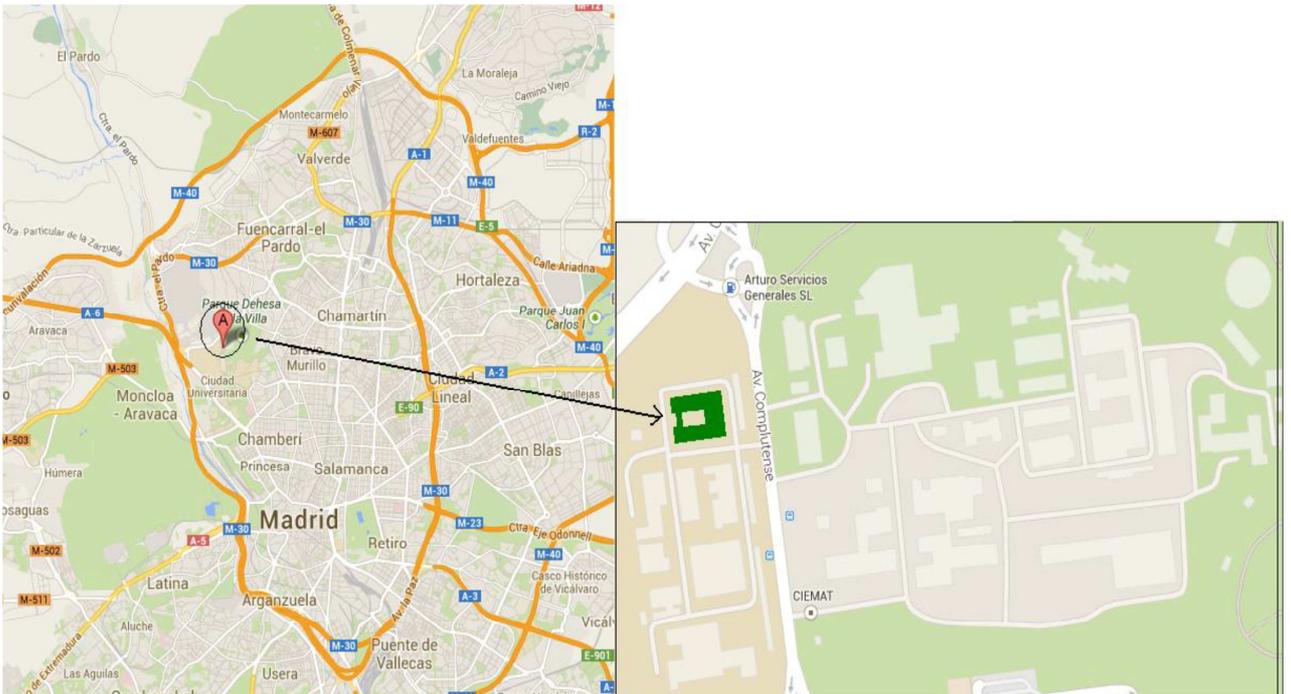


Figura 5. Situación y emplazamiento del edificio en Madrid. Fuente: Google Earth (año 2017)

Orientación

El edificio 42 es una construcción aislada, de forma rectangular, dotado de un patio interior en su centro, con acceso a él desde la avenida Complutense. Tal y como se puede apreciar en la Figura 6, tiene una desviación de 7 grados al este, según el norte geográfico.



Figura 6. Orientación del edificio 42. Fuente: Google Earth

1.1. Situación actual.

En nuestra vida diaria somos usuarios de más de un edificio: nuestra propia residencia y el lugar de trabajo, para empezar, pero también somos usuarios de otros edificios, como los que prestan servicios docentes, sanitarios, culturales, etc. En cada uno de ellos se consume energía para satisfacer las necesidades de calefacción, refrigeración, disponibilidad de agua caliente sanitaria, ventilación, iluminación, cocción, lavado, conservación de los alimentos, ofimática, etc. La suma de este consumo representaba en España en el año 2010 el 26.1% [1] del consumo de energía final, un porcentaje que tiende, además, a incrementarse.

Existe un amplio colectivo de edificios en situación de pobreza energética, con problemas en la envolvente e instalaciones muy antiguas y poco eficientes. Por éste motivo, es necesario plantear medidas que contribuyan a la reducción de esta demanda mediante el efecto combinado de los materiales de la envolvente, del refuerzo del aislamiento térmico de los edificios, y del uso de energías renovables.

Desde la política internacional se están haciendo esfuerzos para aumentar la eficiencia energética en el parque edificatorio mediante una serie de directivas.

En España, la Certificación de eficiencia energética de los edificios es una exigencia derivada de la transposiciones de la Directiva 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios, la Directiva 2006/32/CE, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos, y la Directiva 2010/31/UE que es la revisión de la primera.

El edificio 42 forma parte del CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), Organismo Público de Investigación adscrito al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad a través de la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación cuyos objetivos son los ámbitos de la energía, el medio ambiente y los campos tecnológicos relacionados con ambos. Éste edificio se enmarca dentro del colectivo de edificios que presentan envolventes e instalaciones muy antiguas y energéticamente poco eficientes.

1.2. Marco normativo.

La calificación energética y la eficiencia energética en la edificación se encuentran actualmente en España bajo el siguiente marco normativo:

Código Técnico de la Edificación (CTE).

El Código Técnico de la Edificación (CTE) [2] es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). Formado por documentos básicos siendo de especial interés el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE). Este Documento Básico (DB) tiene por objetivo establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) [3].

Establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones técnicas destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.

Real Decreto 235/2013. Certificación de eficiencia energética de edificios existentes [4].

Real Decreto por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios, tanto de nueva construcción, como existentes.

En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asigna a cada edificio una Clase Energética de Eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

Es de especial interés en este estudio el Real Decreto 235/2013 mencionado en el punto anterior.

Este Real Decreto establece las bases para la emisión del certificado energético.

En él se definen los siguientes conceptos:

- La calificación de eficiencia energética es el resultado del cálculo del consumo de energía necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Clasifica los edificios dentro de una serie de siete letras, donde la letra G corresponde al edificio menos eficiente y la letra A al edificio más eficiente según el consumo de energía y las emisiones de CO₂ comparadas con un edificio base de similar tipología y localización.
- La certificación de eficiencia energética es el proceso por el cual se otorga una calificación de eficiencia energética en un edificio en forma de certificado y de etiqueta de eficiencia energética.

- El certificado de eficiencia energética [4] es un documento que verifica la conformidad de calificación de eficiencia energética obtenida y que permite la expedición de la etiqueta de eficiencia energética del edificio.
- *La etiqueta de eficiencia energética* [4] es el distintivo que señala el nivel de calificación de eficiencia energética obtenida por el edificio o parte del edificio.

Para este estudio se ha escogido la opción de calificación simplificada y obtenemos la calificación del edificio 42 del CIEMAT utilizando el programa CE3X versión 1.1.: Herramienta informática promovida por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE, y por el Ministerio de Fomento, que permite obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente [5].

Toma de datos y posibles soluciones

La configuración del edificio es en plantas sótano, planta baja y primera planta. El conjunto tiene una superficie construida aproximada 1350 m², con un volumen de unos 19000 m³.

Planta	Uso	Superficie útil (m ²)
Sótano 2	Laboratorios	134.36
Sótano 1	Laboratorios, Oficinas, Salas de calderas	1,338.08
Planta 0	Oficinas, Laboratorios	1,338.08
Planta 1	Oficinas, Laboratorios	1,338.08
Cuarto en cubierta	Sala de control (monitorización)	57.42
TOTAL		4,206.02

La franja horaria en la que el edificio funciona a pleno rendimiento, es decir, se encuentra en la totalidad de la carga interna de ocupación es de unas 9 horas al día. Existe flexibilidad de horarios por lo que se considera una actividad media de 12 horas.

2.1. Definición constructiva.

2.1.1. Estructura.

Se compone de muros portantes de fábrica de ladrillo perforado y pilares de hormigón armado. El forjado es unidireccional de bovedilla cerámica y vigueta de hormigón in situ.

Las particiones interiores son en su mayoría de fábrica de ladrillo de hueco doble de 7 cm de espesor, aunque podemos encontrar algún tabique de mampara de aluminio y paneles de madera o de cartón-yeso instalados en modificaciones de distribución posteriores que se han realizado.

2.1.2. Envoltente. Fachadas y cubiertas.

- Fachadas en contacto con el aire

El edificio está diseñado con forma rectangular, dotado de un patio interior. Está constituido por fachadas compuestas por medio pie de tabicón enfoscado con mortero de cemento pintado al exterior, cámara de 5 cm. con aislamiento de poliestireno expandido de 4 cm., y trasdosado de ladrillo hueco doble, guarnecido y enlucido de yeso y pintado.

Un detalle de la composición de la fachada puede verse en la figura 7.



Figura 7. Detalle de la composición de la fachada. Fuente: CIEMAT

A continuación se muestran fotografías de las fachadas en función de diferentes orientaciones:



Figura 8. Figura 8a). Fachada principal este y fachada principal oeste. Figura 8b). Fuente: CIEMAT

La fachada oeste está dotada de un retranqueo y de un pasillo por el cual se accede al patio interior del edificio. Dicha configuración se ha tenido en cuenta a la hora de introducir los elementos de la envolvente del edificio en el programa CE3X, para determinar la calificación del edificio.



Figura 9. Figura 9a). Fachada principal norte y fachada principal sur. Figura 8 b). Fuente: CIEMAT

- Fachadas en contacto con el terreno

El edificio 42 se encuentra emplazado en un área con pendiente de dirección este oeste, por lo que la zona Este del sótano 1 se encuentra enterrada descendiendo la altura de soterramiento a medida que el edificio avanza hacia su lado oeste, llegando a ser nula la cota enterrada en esta parte del edificio.

- Cubierta

El edificio tiene una cubierta plana transitable. En ella se sitúan la Unidad de Tratamiento de Aire (UTA) del edificio, una torre de refrigeración y sistemas autónomos de climatización de algunos laboratorios propios del edificio.



Figura 10. Figura 10a). Vista aérea de la cubierta del edificio y vista 'in-situ' de la cubierta. Figura 10b). Fuente: CIEMAT

En ella también se localizan equipos experimentales propiedad de las diferentes Unidades de I+D que trabajan en el centro cuyo control se realiza en un cuarto instalado en esa misma cubierta.



Figura 11. Equipos experimentales en cubierta. Fuente: CIEMAT

La cubierta está formada por un forjado unidireccional de semiviguetas de hormigón, bovedillas cerámicas y capa de compresión de 3 cm sobre el cual se extiende una capa de mortero que crea las pendientes sobre la que se extiende una capa de asfalto impermeabilizante y, por último, 5 cm de aislante poliestireno con 1 cm de mortero, en losas rectangulares. La superficie de la cubierta es de 1338.04 m².

2.1.3. Características de los huecos

Ventanas

El edificio consta de ventanas en todas las fachadas, compuestas por vidrio simple de 5 mm de espesor y la carpintería del marco es de aluminio sin rotura de puente térmico (RPT). Son de hojas correderas y fijos, y no están dotadas de elementos para producir la rotura del puente térmico, algo normal si tenemos en cuenta la fecha de su puesta en obra.



Figuras 12.

Figura 12a) Vista desde el exterior del Edificio y Vista desde el interior del edificio figura 12b).

Fuente: CIEMAT

Todas ellas están posicionadas a haces interiores de fachada, por lo que presentan un retranqueo de 20 cm de anchura con relación al plano exterior general de la fachada.

Puertas

Al edificio 42 se accede mediante 6 puertas situadas en diferentes fachadas del mismo. Cuatro de ellas destinadas al acceso de personal al edificio, una por la fachada norte y las tres restantes por el patio interior en sus fachadas norte, este y sur, y otras dos que comunican a diferentes laboratorios del lado oeste del edificio.

2.1.4. Instalación de ACS.

El edificio dispone de una caldera estándar de 80 KW de potencia para la producción de agua caliente sanitaria la cual alimenta a dos depósitos acumuladores de 500 litros de capacidad cada uno. En la siguiente tabla se describe las características técnicas de la caldera:

Características	Valor	unidad
Marca	VISSMANN	...
Modelo	PAROMAT-TRIPLEX	...
Tipo	TN 008	...
Nº de fabricación	7324066100135	...
Tipo de combustible	Gasóleo	...
Año de fabricación	2001	...
Potencia nominal	80	Kw
Capacidad de agua de la caldera	157	Litros
Presión máxima de servicio	4	bar
Tª máxima de servicio	120	°C
Voltaje nominal	230	V
Frecuencia nominal	50	Hz
Máxima corriente consumida	max. 6	A



Figura 13. Imagen Caldera de ACS. Fuente: CIEMAT

Características de los depósitos de acumulación de agua caliente sanitaria.

Características	Valor	unidad
Marca	VISSMANN	...
Modelo	VITOCCELL300EVI3 003643	...
Nº de fabricación	7261771101579 7261771101578	...
Nº de depósitos	2	...
Año de fabricación	2001	...
Potencia nominal	57x2	Kw
Capacidad de acumulación	500x2	Litros
Caudal	6	m3/h



Figura 14. Imagen de los Depósitos de acumulación de ACS. Fuente: CIEMAT

2.1.5. Instalación de Climatización.

Para cubrir la demanda de calefacción y refrigeración, el edificio tiene una instalación principal compuesta por dos calderas, una torre de refrigeración y una enfriadora de compresión mecánica. Todo ello da servicio a todo el edificio, excepto a una zona del sótano 1, que no está climatizada.

Tanto las calderas como la máquina enfriadora por compresión mecánica se encuentran en el sótano 1 y la torre de refrigeración en la cubierta del edificio. Forman parte de un sistema de climatización centralizada del cual son equipos generadores de energía térmica (calor o frío). Esta energía es conducida a las estancias a climatizar por medio de conductos de impulsión y de retorno, bombas de recirculación de agua y equipos emisores o unidades de tratamiento de aire (UTA, en este caso concreto son climatizadores de fancoil). El sistema de funcionamiento es de agua-aire.

Anteriormente a cada estancia del edificio le llegaba el aire de ventilación tratado en un climatizador (UTA de aire primario) situada en la cubierta, el cual realizaba un ajuste inicial de las temperaturas. El ajuste final de climatización se haría con terminales añadidos (ventiloconvectores, más conocidos como fancoils) situados en cada despacho.

Actualmente la Unidad de Tratamiento de Aire primario está desconectada del sistema debido a su antigüedad y deterioro. El aire aportado por ella no llegaba a todos los puntos y debido a la evolución del edificio y los problemas que ha tenido era un punto de origen de olores en dependencias varias, incontrolados, ya que los conductos presentan daños por los que los problemas asociados a la red de saneamiento llegaban a los locales.

La demanda de climatización se cubre hoy en día sólo mediante los fancoils de cada local alimentados por fluido caliente procedente de las calderas cuando se demanda calefacción o por fluido frío procedente de la enfriadora cuando se demanda refrigeración.

El aire de los fancoils no se recircula, por lo que tampoco se recirculan olores de unos locales a otros; La regulación de climatización se hace en cada local o despacho teniendo en cuenta sus necesidades específicas.

En el Anexo II se puede ver el esquema de principios del sistema centralizado de climatización.

A continuación se detallan las características de cada uno de los equipos.

CALDERA 01: RL532

Características	Valor	unidad
Marca	VISSMANN	...
Modelo	PAROMAT-TRIPLEX	...
Tipo	RL 538	...
Nº de fabricación	722369400656	...
Tipo de combustible	Gasóleo	...
Año de fabricación	2001	...
Potencia nominal	380	Kw
Capacidad de agua de la caldera	230	Litros
Presión máxima de servicio	6	bar
Temperatura máxima de servicio	120	oC
Voltaje nominal	230	V
Frecuencia nominal	50	Hz
Máxima corriente consumida	max. 6	A
Caudal	5.4	m3/h



Figura 15. Imagen de Caldera 02 de climatización Modelo PAROMAT-TRIPLEX RL 532. P nominal 380KW. Fuente: CIEMAT

CALDERA 02: RL423

Características	Valor	unidad
Marca	VISSMANN	...
Modelo	PAROMAT-TRIPLEX	...
Tipo	RL 423	...
Nº de fabricación	722375200902	...
Tipo de combustible	Gasóleo	...
Año de fabricación	2001	...
Potencia nominal	230	Kw
Capacidad agua caldera	117	Litros
Presión máxima de servicio	6	bar
Tª máxima de servicio	120	oC
Voltaje nominal	230	V
Frecuencia nominal	50	Hz
Máxima corriente consumida	max. 6	A
Caudal	3,3	m3/h



Figura 16. Imagen de Caldera 02 de climatización Modelo PAROMAT-TRIPLEX RL 423.
P nominal 230KW. Fuente: CIEMAT

TORRE DE REFRIGERACIÓN

Características	Valor	unidad
Marca	APAREL	...
Tipo	TC215PFV	...
Nº de serie	14599-2/04	...
Año de fabricación	2004	...
Potencia nominal	499	Kw
Peso en carga	1650	Kg
Peso en vacío	640	Kg



Figura 17. Imagen de la Torre de refrigeración. Fuente: CIEMAT

ENFRIADORA DE COMPRESIÓN MECÁNICA

Características	Valor	unidad
Marca	HITSA	...
Modelo	EH-140-4	...
Nº de serie	1203004	...
Año de fabricación	...	...
Refrigerante	R-22 4x28kg	
Sistema de funcionamiento	Agua-Agua	
Intercambiadores interiores	Potencia: 368	kW
	Presión: 40,5	Bar
	nº: 1	
	Caudal: 17.6	dm3/s
Intercambiadores exteriores	Presión: 40,5	Bar
	nº: 4	
	Caudal: 22.48	dm3/s
Potencia del motor	102	kW
Voltaje nominal	3~380	V
Frecuencia nominal	50	Hz
Peso en funcionamiento	2915	kg
Rendimiento nominal (COP)	3.6	...





Figura 18. Imagen de la enfriadora por compresión mecánica. Fuente: CIEMAT

Transporte primario:

El circuito primario es el recorrido realizado desde los equipos generadores de energía hasta los distribuidores de la misma: Fancoils.

La instalación está compuesta por dos sistemas de distribución, uno llamado sistema de distribución a 2 tubos y otro, sistema de distribución a 4 tubos, ambos llegan a los fancoils distribuidos por las diferentes estancias del edificio.

La distribución a 2 tubos, compuesto por un tubo de ida y otro de retorno, se caracteriza por el aporte estacional específico de cada temporada. Este circuito permite distribuir el aire primario calentado durante la temporada de calefacción, o bien distribuir el aire acondicionado durante la temporada de refrigeración, pero no permite que ambos sistemas de climatización se den de manera simultánea.

La distribución a 4 tubos permite la simultaneidad de refrigeración en una zona y calefacción en otra. Para ello el circuito se distribuye por parejas de ida y retorno, a calefacción y refrigeración. Los sistemas de regulación de cada uno de los ambientes se encargan de poner en marcha el sistema necesario.

Bombas de impulsión/recirculación

Las bombas de impulsión y recirculación son las encargadas de impulsar el agua desde las máquinas generadoras hasta los fancoils y viceversa.

Dentro de este sistema se encuentran 9 tipos de bombas:

- Una bomba de anticondensación de la caldera 1.
- Una bomba de anticondensación de la caldera 2.
- Una bomba de anticondensación de la caldera 3.
- Una bomba para distribución de frío primario a los fancoils de 4 tubos.

- Una bomba para distribución de calor primario a los fancoils de 4 tubos
- Una bomba para distribución de frío/calor a los fancoils de 2 tubos.
- Una bomba para distribución de calor primario a depósitos de ACS.
- Una bomba de retorno de calor de los depósitos de ACS a las calderas.
- Una bomba del circuito de la torre de refrigeración-enfriadora.

CONCEPTO	MARCA	TIPO	POTENCIA	VOLTAJE	INTENSIDAD
B. ANTICONDENSACIÓN CALDERA 1	SEDICAL	SM 50/5-B	120-250 W	3~ 230 V.	0,2 A
B. ANTICONDENSACIÓN CALDERA 2	SEDICAL	SM 40/3 B	55-105 W 33-60 W	3~ 400 V.	0,3-0,2 A.
B. ANTICONDENSACIÓN CALDERA 3	SEDICAL	SM-32/3 B	52 - 80 W		0,37 A
B. CIRCULACIÓN CALOR A DEPÓSITOS DE ACS.	SEDICAL	SA 25/4-B	85 - 108 W	1~230 V	0,5 A
B. CIRCULACIÓN CALOR RETORNO DE DEPÓSITOS DE ACS.	GRUNFOS	UP20-45N150	115 W	1~230 V	0,5 A
B. CIRCULACIÓN FRÍO/CALOR PRIMARIO A FANCOILS A 2 TUBOS	SEDICAL	SIM100/2 90-4.0/K 6160111	4 KW	3~380 V	8,7 A
B. CIRCULACIÓN CALOR PRIMARIO A FANCOILS A 4 TUBOS.	SEDICAL	SIM100/2 90-4.0/K 6160111	4 KW	3~380 V	8,7 A
B. CIRCULACIÓN FRÍO PRIMARIO A FANCOILS A 4 TUBOS.	INTERCAL	8/80/25	5,5 KW	3~ 380-660 V.	12-7 A.
B. CIRCUITO DE TORRE DE REFRIGERACIÓN-ENFRIADORA.	INTERCAL	8/80/25	5,5 KW	3~ 380-660 V.	12-7 A.

Emisores en los locales

La climatización en los locales se realiza a través de los fancoils (ventiloconvectores). La batería del fancoil recibe agua caliente o fría producida en las calderas o enfriadora respectivamente y trasfiere la energía al aire y el ventilador lo impulsa a los locales.

Se detallan en la siguiente tabla las características de los fancoils instalados en el edificio.

Elemento	Nº de elementos	Producción	Marca	Tipo de ventilador	Potencia eléctrica (kw)	
					Calor	Frío
Fancoil	86	Aire frío/calor	GOULD-OTEDISA	Ventilador de caudal constante	0.6	0.6

Transporte de retorno

Conductos que llevan el agua de retorno desde los fancoils hasta los diferentes equipos generadores para volver a ser tratada y comenzar de nuevo el ciclo.

2.1.5. Instalación de ventilación.

El edificio dispone de una climatizadora que anteriormente, además de usarse para renovación del aire interior también daba aporte de aire primario tratado.

Como ya se ha mencionado anteriormente, ésta Unidad de Tratamiento del Aire (UTA) ha dado lugar a problemas de olores, por lo que se encuentra parada actualmente.



Figura 19. Imagen de la enfriadora por compresión mecánica. Fuente: CIEMAT

2.1.6. Instalación de Iluminación.

Las luminarias del edificio son fluorescentes. En los pasillos las luminarias de tubos fluorescentes están compuestas por dos tubos de 18 W cada uno y las luminarias de los despachos se componen de cuatro tubos de 36 W cada uno.



Figura 20. Imagen de la luminaria de 4 tubos en los despachos. Fuente: CIEMAT



Figura 21. Imagen de la luminaria de 2 tubos en los pasillos. Fuente: CIEMAT

Tipo de luminaria	Nº de luminarias del edificio	Nº de tubos fluorescentes por luminaria	Potencia de los tubos fluorescentes (W)	Potencia total (W)
Luminarias de 4 tubos fluorescentes	336	4	36	48384
Luminarias de 2 tubos fluorescentes	54	2	18	3456

2.2.- Resultados obtenidos en la calificación energética del edificio completo, antes de las mejoras.

Una vez introducidos los datos necesarios (ver el documento “Certificación energética y propuesta de mejora de eficiencia energética en el edificio 42 del Ciemat”), se ha obtenido la siguiente calificación:

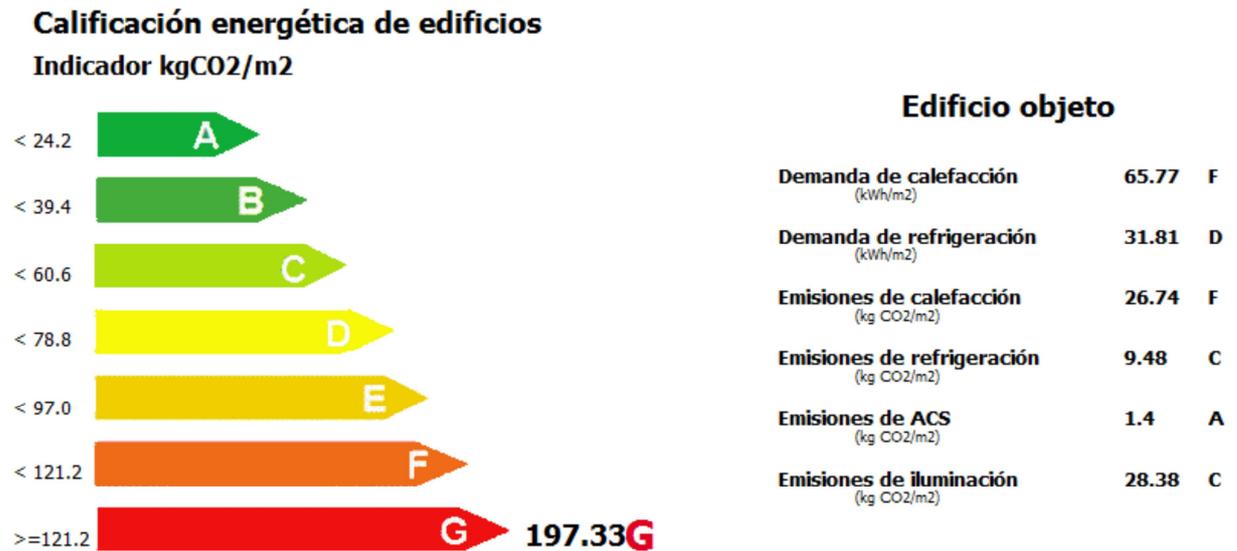


Figura 22. Calificación energética obtenida con el programa CE3X para el edificio 42 zonificado.
Fuente: CE3X versión 1.1.

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

En el lado izquierdo (Figura 13) tenemos las emisiones globales de CO₂ del edificio y en el lado derecho se muestran los valores de demanda y emisiones para cada caso en concreto.

La calificación global es de G, mientras que las emisiones son 197.33 kgCO₂/m².

Se observa que para el edificio estudiado la demanda de calefacción (65.77 kWh/m², F) representa un valor más elevado que la demanda de refrigeración (31.81 kWh/m², D), siendo la mitad el valor aproximado el de la demanda de refrigeración.

El valor de la demanda de calefacción es más elevado debido probablemente a:

- Huecos de fachada: La falta de estanqueidad del conjunto formado por vidrios simples y la carpintería de las ventanas, ya que es carpintería sin rotura de puente térmico, lo que genera las pérdidas de calor.
- Fachada: Pérdidas térmicas producidas por el deterioro y por la pérdida de la eficacia del aislamiento colocado en la cámara de aire de las fachadas, así como la presencia de puentes térmicos.
- Climatología: El clima de Madrid en periodos invernales se caracteriza por bajas temperaturas, siendo necesario la climatización de los edificios.

En cuanto a las emisiones de CO₂ también son más elevadas en calefacción que en refrigeración obteniendo valores de 26.74 kg CO₂/m² (calificación G) en el primer caso y 9.48 kg CO₂/m² (calificación C) en el segundo.

Las emisiones de CO₂ están directamente relacionadas con el consumo, ya que a mayor consumo se produce más generación de emisiones; estas están producidas por los equipos generadores de fuentes energéticas.

Como la demanda de calefacción es mayor que la de refrigeración, es lógico suponer que también lo sean sus valores de emisiones.

Los resultados de las emisiones en ACS son de 1.4 kg CO₂/m² (calificación A).

Al tratarse de un edificio terciario de oficinas, el consumo de ACS representa una proporción muy pequeña respecto al de climatización e iluminación. Los valores obtenidos reflejan la escasa importancia de la instalación de ACS frente a las otras instalaciones y nos orientan a la hora de determinar sobre qué elementos del edificio deberemos actuar para mejorar su eficiencia energética.

El programa calcula unas emisiones en iluminación de 28.38 kgCO₂/m² (calificación C).

El edificio cuenta con unas luminarias de tubos fluorescentes convencionales, de consumo elevado respecto a las nuevas tecnologías disponibles en el mercado.

Se adjunta anexo IV con el inventario de patrones CE₃X.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIO.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	EDIFICIO 42		
Dirección	Av Complutense, 40,		
Municipio	Madrid	Código Postal	28040
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
Zona climática	D3	Año construcción	1975
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8887410VK3788H0001ZJ		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input type="radio"/> Vivienda <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual	<input checked="" type="radio"/> Terciario <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos		NIF	
Razón social	Av Complutense, 40,	CIF	
Domicilio	Av Complutense, 40,		
Municipio	MADRID	Código Postal	28040
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad Madrid de
e-mail			
Titulación habilitante según normativa vigente			
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ⁵ X v1.1		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 21/5/2014

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 [m ²]	4206
--	------



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta en contacto con el aire	Cubierta	1338.08	0.80	Conocido
FACHADA NORTE EN CONTACTO CON EL TERRENO	Fachada	66.71	0.67	Estimado
FACHADA SUR EN CONTACTO CON EL TERRENO	Fachada	66.71	0.67	Estimado
FACHADA ESTE EN CONTACTO CON EL TERRENO	Fachada	96.85	0.54	Estimado
FACHADA NORTE PRINCIPAL	Fachada	434.82	0.81	Conocido
FACHADA SUR PRINCIPAL	Fachada	456.5	0.81	Conocido
FACHADA ESTE PRINCIPAL	Fachada	315.84	0.81	Conocido
FACHADA OESTE PRINCIPAL(a)	Fachada	145.53	0.81	Conocido
FACHADA OESTE PRINCIPAL(b)	Fachada	120.4	0.81	Conocido
FACHADA OESTE PRINCIPAL(c)	Fachada	145.53	0.81	Conocido
FACHADA ORIENTADA AL SUR (EN LADO OESTE)	Fachada	28.01	0.81	Conocido
FACHADA ORIENTADA AL NORTE (EN LADO OESTE)	Fachada	28.01	0.81	Conocido
FACHADA NORTE PASILLO DE ENTRADA	Fachada	19.34	0.81	Conocido
FACHADA SUR PASILLO DE ENTRADA	Fachada	19.34	0.81	Conocido
FACHADA SUR CUARTO DE CUBIERTA (a)	Fachada	9.68	0.81	Conocido
FACHADA SUR CUARTO DE CUBIERTA (b)	Fachada	8.95	0.81	Conocido
FACHADA ESTE CUARTO DE CUBIERTA (a)	Fachada	13.34	0.81	Conocido
FACHADA ESTE CUARTO DE CUBIERTA (b)	Fachada	5.73	0.81	Conocido

Fecha
Ref. Catastral

22/3/2014
8887410VK3788H0001Z

Página 2 de 10

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Modo de obtención
FACHADA OESTE CUARTO DE CUBIERTA	Fachada	5.73	0.81	Conocido
FACHADA NORTE EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	24.99	1.03	Estimado
FACHADA SUR EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	24.99	1.03	Estimado
FACHADA ESTE EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	48.39	1.03	Estimado
FACHADA OESTE EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	48.39	1.03	Estimado
FACHADA NORTE DEL PATIO INTERIOR	Fachada	226	0.81	Conocido
FACHADA SUR DEL PATIO INTERIOR	Fachada	226	0.81	Conocido
FACHADA ESTE DEL PATIO INTERIOR	Fachada	122.73	0.81	Conocido
FACHADA OESTE DEL PATIO INTERIOR	Fachada	133.42	0.81	Conocido
SUELO EN CONTACTO CON CÁMARA SANITARIA	Partición Interior	1338.08	0.89	Estimado
SUELO EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Suelo	134.36	0.39	Estimado
SUELO EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR PLANTA 0	Suelo	20.54	1.50	Conocido

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención, Transmitancia	Modo de obtención, Factor solar
N-(3.42x1.51)	Hueco	61.97	5.70	0.82	Estimado	Estimado
N-(2.91x1.51)	Hueco	8.79	5.70	0.82	Estimado	Estimado
N-(3.38x1.51)	Hueco	10.21	5.70	0.82	Estimado	Estimado
N-(3.22x1.51)	Hueco	19.45	5.70	0.82	Estimado	Estimado
N-(3.42x0.65)	Hueco	2.22	5.70	0.82	Estimado	Estimado
N-(3.22x0.65)	Hueco	4.19	5.70	0.82	Estimado	Estimado
N-(2.95x0.45)	Hueco	1.33	5.70	0.82	Estimado	Estimado
S-(3.42x1.51)	Hueco	30.99	5.70	0.82	Estimado	Estimado
S-(2.68x1.51)	Hueco	8.09	5.70	0.82	Estimado	Estimado
S-(3.45x1.51)	Hueco	20.84	5.70	0.82	Estimado	Estimado
S-(3.49x1.31)	Hueco	36.58	5.70	0.82	Estimado	Estimado
E-(3.49x1.51)	Hueco	89.59	5.70	0.82	Estimado	Estimado
E-puerta	Hueco	8.32	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Oa-(3.40x1.51)	Hueco	46.21	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Ob-(3.32x1.51)	Hueco	20.05	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Ob-(3.54x1.51)	Hueco	10.69	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Ob-puerta1	Hueco	6.58	5.70	0.82	Estimado	Estimado
Ob-puerta2	Hueco	6.72	0.00	0.00	Estimado	Estimado
Oc-(3.40x1.51)	Hueco	46.21	5.70	0.82	Estimado	Estimado
NPI-(3.12X1.51)	Hueco	28.27	5.70	0.82	Estimado	Estimado
NPI-(2.74X1.51)	Hueco	24.82	5.70	0.82	Estimado	Estimado
NPI-(3.44X1.51)	Hueco	10.39	5.70	0.82	Estimado	Estimado
NPI-puerta	Hueco	8.03	5.70	0.82	Estimado	Estimado
SPI-(3.12X1.51)	Hueco	28.27	5.70	0.82	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención, Transmitancia	Modo de obtención, Factor solar
SPI-(2.74x1.51)	Hueco	24.82	5.70	0.82	Estimado	Estimado
SPI-(3.44x1.51)	Hueco	10.39	5.70	0.82	Estimado	Estimado
SPI-puerta	Hueco	8.03	5.70	0.82	Estimado	Estimado
EPI-(2.90x1.51)	Hueco	17.52	5.70	0.82	Estimado	Estimado
EPI-(3.44x1.51)	Hueco	10.39	5.70	0.82	Estimado	Estimado
OPI-(2.90x1.51)	Hueco	17.52	5.70	0.82	Estimado	Estimado
OPI-(3.44x1.51)	Hueco	10.39	5.70	0.82	Estimado	Estimado
SP2-(0.96x2)	Hueco	1.92	0.00	0.00	Estimado	Estimado
OP2-(1.48x1.30)	Hueco	1.92	5.70	0.82	Estimado	Estimado
OP2-puerta	Hueco	2.05	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera calefacción pot.nom 380W	Caldera Estándar	380	70.00	Gasóleo-C	Estimado
Caldera calefacción pot.nom 230W	Caldera Estándar	230	67.60	Gasóleo-C	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Enfriadora de compresión mecánica	Maquina frigorífica		243.20	Electricidad	Estimado

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera 3: ACS	Caldera Estándar	80	62.5	Gasóleo-C	Estimado

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Torre de refrigeración	Torre de refrigeración: 1 velocidad	Refrigeración	640716.0

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Fancoil calor	Velocidad constante	Calefacción	89784.00
Fancoil frío	Velocidad constante	Refrigeración	66254.40
Bomba circulación anticondensación caldera 1	Velocidad constante	Calefacción	435.00
Bomba circulación anticondensación caldera 2	Velocidad constante	Calefacción	182.70
Bomba circulación anticondensación caldera 3	Velocidad constante	Calefacción	241.90

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Bomba circulación calor a depósitos ACS	Velocidad constante	Calefacción	653.20
Bomba circulación calor retorno de depósitos de ACS.	Velocidad constante	Calefacción	347.80
Bomba circulación frío/calor primario a fancoils a 2 tubos	Velocidad constante	Calefacción	24192.00
Bomba circulación frío primario a fancoils a 4 tubos	Velocidad constante	Calefacción	14124.00
Bomba circuito torre de refrigeración-enfriadora	Velocidad constante	Calefacción	14124.00

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² -100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Zona acondicionada	15.77	3.19	500.00	Conocido
Zona no acondicionada pasillos	6.61	1.32	500.00	Conocido

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

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	4206	Intensidad Media - 12h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Intensidad Media - 12h
----------------	----	-----	------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	197.33 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		F		A	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		26.74		1.40	
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
C		C			
<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>			
197.33		9.48		28.4	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>					
197.33					

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

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

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

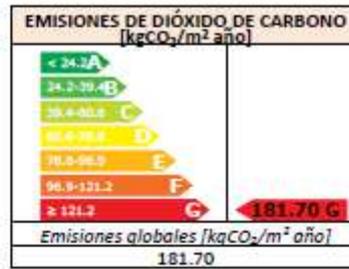
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
	65.77 F		31.81 D				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				65.77		31.81	
				65.77		31.81	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	783.76 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		A	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		100.63		2.76	
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
C		C			
<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>			
783.76		38.12		114.14	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>					
783.76					

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

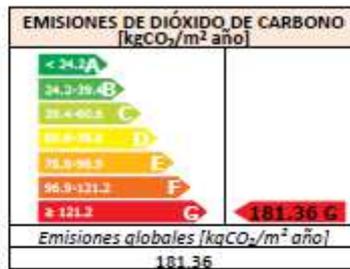


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	28.23	C	30.61	D						
Diferencia con situación inicial	37.5 (57.1%)		1.2 (3.8%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	43.19	C	36.68	C	2.76	A	114.14	C	724.88	G
Diferencia con situación inicial	57.4 (57.1%)		1.4 (3.8%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		58.9 (7.5%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	11.48	C	9.12	C	1.40	A	28.38	C	181.70	G
Diferencia con situación inicial	15.3 (57.1%)		0.4 (3.8%)		0.0 (0.3%)		0.0 (0.1%)		15.6 (7.9%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: conjunto óptimo 3</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de ventanas en fachadas O y E con lamas horizontales - Sustitución de ventanas en fachadas S con lamas horizontales - Adición de aislamiento térmico por el exterior o fachada ventilada - Cubierta invertida - Sustitución de ventanas en orientación N.

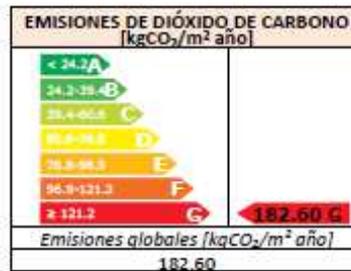


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción	Refrigeración	ACS	Iluminación	Total
Demanda [kWh/m ² año]	30.69 C	26.08 C			
Diferencia con situación inicial	35.1 (53.3%)	5.7 (18.0%)			
Energía primaria [kWh/m ² año]	46.96 C	31.25 B	2.76 A	114.14 C	723.22 G
Diferencia con situación inicial	53.7 (53.3%)	6.9 (18.0%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	60.5 (7.7%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	12.48 C	7.77 C	1.40 A	28.38 C	181.36 G
Diferencia con situación inicial	14.3 (53.3%)	1.7 (18.0%)	0.0 (0.3%)	0.0 (0.1%)	16.0 (8.1%)

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: conjunto óptimo 4</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de ventanas en fachadas O y E con lamas verticales - Sustitución de ventanas en fachadas S con lamas verticales - Adición de aislamiento térmico por el exterior o fachada ventilada - Cubierta invertida - Sustitución de ventanas en orientación N.



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción	Refrigeración	ACS	Iluminación	Total
Demanda [kWh/m ² año]	36.87 D	21.85 C			
Diferencia con situación inicial	28.9 (43.9%)	10.0 (31.3%)			
Energía primaria [kWh/m ² año]	56.41 C	26.18 B	2.76 A	114.14 C	727.60 G
Diferencia con situación inicial	44.2 (43.9%)	11.9 (31.3%)	0.0 (0.0%)	0.0 (0.0%)	56.2 (7.2%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	14.99 D	6.51 B	1.40 A	28.38 C	182.60 G
Diferencia con situación inicial	11.7 (43.9%)	3.0 (31.3%)	0.0 (0.3%)	0.0 (0.1%)	14.7 (7.5%)

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: conjunto óptimo 10</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de ventanas en fachadas O y E con lamas verticales - Sustitución de ventanas en fachadas S con lamas verticales - Adición de aislamiento térmico por el exterior o fachada ventilada - Sustitución de ventanas en orientación N.

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

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

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
-

2.3.- Estudio de posibles mejoras de eficiencia energética a ser practicadas en la envolvente térmica del edificio

Este análisis realizado ha venido a constatar de manera científica lo que ya se intuía simplemente con un vistazo superficial al edificio: que precisa de una intervención importante para mejorar su eficiencia energética. El hecho circunstancial de que en ese edificio se citen para su trabajo diario los mejores investigadores de este país dentro del campo de las energías renovables y la eficiencia energética ha servido de estímulo para programar una intervención general importante, que será evaluada a posteriori para comprobar la bondad de las soluciones implementadas y los beneficios reales obtenidos, que ya se intuyen importantes a la vista de los resultados teóricos que más adelante se exponen. En este mismo sentido, la integración de varios campos de paneles fotovoltaicos en las fachadas del edificio, servirán para poner en juego muchas de las capacidades de los investigadores en el campo fotovoltaico, también residentes del edificio, y comprobar su idoneidad en un prototipo real.

En paralelo se están efectuando los estudios necesarios para acondicionar una buena parte de los locales del edificio, actualmente desalojados, y para el cambio de los sistemas de climatización y calefacción del edificio. De esta manera, cuando dentro de unos años se hayan concluido las intervenciones, podrá volverse a efectuar un análisis del edificio y conocer su nueva calificación energética una vez efectuadas las mejoras.

Se han estudiado las medidas pasivas para mejorar el ahorro energético para poder ser practicadas sobre la envolvente del edificio, así como la combinación de las más óptimas agrupada en conjuntos, y de esta manera observar cuál serían los ahorros finales de consumo de energía y emisiones de CO₂ a la atmósfera. Las medidas estudiadas y propuestas han sido las siguientes:

- Sustitución de las carpinterías y de los vidrios existentes.
- Instalación de protecciones solares
- Mejora del aislamiento. Aumento del nivel del aislamiento en los muros de la fachada
- Mejora del aislamiento. Cubierta invertida

2.4. Sustitución de las carpinterías y de los vidrios existentes.

Objetivo.

Las carpinterías de aluminio de hojas correderas actuales, presentan un comportamiento poco aislante debido a la propia conductividad del material metálico y a los cierres así como a los mecanismos de deslizamiento, ya que permiten la entrada de aire y las pérdidas de calor. Además carecen de elementos que produzcan la rotura del puente térmico. Los vidrios del conjunto presentan importantes pérdidas por transmisiones térmicas ya que son vidrios monolíticos de 5mm de espesor. Además se cuenta con perfiles estrechos y grandes superficies acristaladas.

Por otra parte, la alta conductividad del marco y del vidrio favorece las condensaciones superficiales en la cara interior con las consecuentes patologías ligadas a humedades en metales y enlucidos interiores. La situación de partida es la más desfavorable térmicamente y por tanto cualquier intervención supone una mejora.

El objetivo será el de reducir la demanda de energía mediante la sustitución de las ventanas compuestas por vidrios UVAs (unidad de vidrio aislante, conocido anteriormente como doble acristalamiento) con o sin vidrio de baja emisividad más los marcos de menor transmitancia térmica,

creando un conjunto que limite las pérdidas energéticas (un metro cuadrado de hueco pierde del orden de cinco veces más energía que la misma superficie de cerramiento).

Desde otro punto de vista, puede ser beneficioso el propiciar la ganancia de la radiación solar en el espacio interior a través de los huecos de la fachada para así conseguir un calentamiento pasivo en invierno mediante esta técnica natural de calefacción.

Grado de aplicabilidad

Esta medida debe ser cuidadosamente contrastada con datos en base anual, ya que efectos favorables en periodos invernales pueden causar el efecto contrario en periodos estivales. En consecuencia dicha medida ha de ser complementada con instalaciones de protección solar.

Influencia sobre la demanda energética

Las actuaciones sobre el acristalamiento originan modificaciones en la ganancia de calor solar y en las pérdidas por transmisión afectando a la demanda de calefacción y a la demanda de refrigeración.

Los factores que intervienen en la caracterización de la carpintería del hueco son: el coeficiente U (transmitancia térmica del material), el tamaño de la sección de los marcos y de los cercos y su absorptividad, que unidos a la transmitancia térmica y al factor solar del vidrio, influirán en el Coeficiente Global de Transmitancia Térmica, U, del hueco y en el factor solar modificado del mismo.

La permeabilidad al aire del hueco influirá también sobre la demanda energética.

Por otro lado, la radiación solar incidente sobre el hueco será mayor o menor en función de la orientación del hueco y de la época del año.

En la siguiente figura se puede observar la radiación solar media acumulada diaria en la ciudad de Madrid, en función de la orientación del edificio.

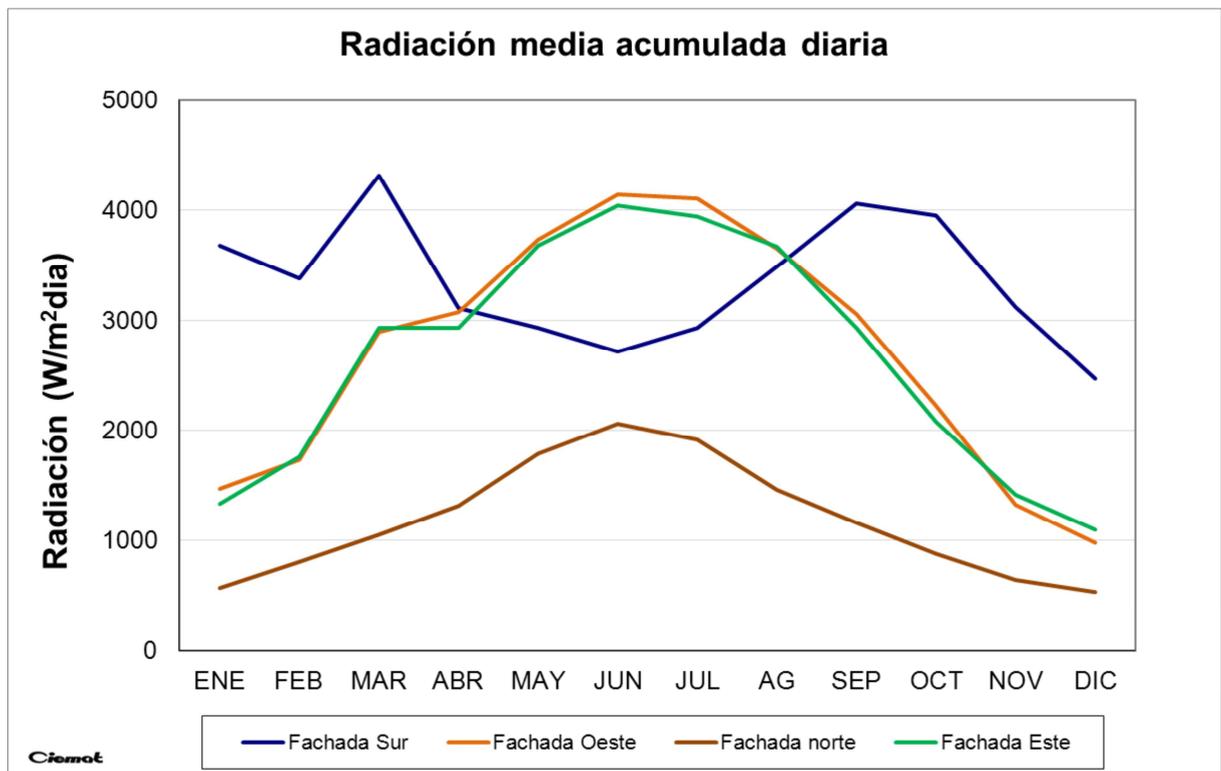


Figura 23. Radiación solar media acumulada diaria en la ciudad de Madrid. Fuente CIEMAT

De acuerdo con la forma y orientación del edificio la fachada sur recibe en invierno cerca del triple de radiación solar que cualquier otra fachada. Durante el verano la situación se invierte y la cara sur recibe mucha menos radiación en comparación con la cubierta y las fachadas este y oeste.

En orientación norte, se necesita limitar las pérdidas por transmisión (valores bajos de transmitancia térmica del hueco) y aumentar la ganancia solar en periodos invernales (valores altos de factor solar del vidrio), no siendo importante en esta orientación la disminución de ganancia solar en periodos estivales.

En orientación sur, es de suma importancia el aumentar la ganancia solar en invierno y restringir las pérdidas térmicas por transmisión. Por ello los vidrios han de tener un alto factor solar y tanto la carpintería como el vidrio han de tener bajas transmitancias térmicas. Se ha de tener en cuenta posibles sobrecalentamientos en esta orientación durante las épocas calurosas, valorando posibles sistemas de sombreado que limiten la entrada de radiación solar en verano sin entorpecer la ganancia en invierno.

En orientación este y oeste, es primordial limitar la ganancia solar en periodos estivales implementando vidrios de bajo factor solar. En épocas infracalentadas se han de limitar las pérdidas por transmisión por lo que la transmitancia global del hueco ha de ser pequeña.

Se debería proponer el cambio de ventanas y vidrios con diferentes características de sus elementos en función de su orientación. Pero dado el volumen de la obra y el coste económico de la misma, se ha tenido ir a una solución de idénticas características para las distintas orientaciones.

2.5. Instalación de protecciones solares

Objetivo

El objetivo de esta medida es el de disminuir la demanda energética de refrigeración mediante el uso de elementos de sombra asociados a las superficies vidriadas.

Para utilizar un elemento de sombreado se deben estudiar diferentes aspectos como son: la orientación del hueco o de la ventana donde se va a colocar, la geometría de los elementos constructivos relativos al cambio de la posición solar y la geografía de la localidad, así como el tiempo y la cantidad de radiación solar directa que puede traspasar el hueco en la edificación durante el año.

Grado de aplicabilidad

En edificios con un porcentaje significativo de huecos orientados a oeste, este o sur, en verano se puede conseguir la disminución sensible de la demanda energética en refrigeración.

Influencia sobre la demanda energética.

Teniendo en cuenta que el soleamiento es a su vez una forma de aportar energía al edificio de una forma natural y, por lo tanto, reducir la demanda de calefacción, se ha de limitar la penalización de este aporte en periodos invernales.

Implementación técnica

Con el fin de predecir qué tipo de protección solar permitirá un ahorro mayor de la demanda, se han realizado los siguientes supuestos:

- Protección solar mediante voladizo en orientaciones sur, este y oeste.
- Protección solar mediante lamas horizontales en orientaciones sur este y oeste.
- Protección solar mediante lamas verticales en orientaciones sur, este y oeste.

Se descartan las protecciones solares mediante toldos por ser un edificio destinado a oficinas.

Ahorro de energía

El porcentaje de ahorro en la demanda de energía se ha calculado a partir de:

- El porcentaje de ahorro en la demanda de calefacción es calculado respecto a la demanda de calefacción del edificio actual.
- El porcentaje de ahorro en la demanda de refrigeración es calculado respecto a la demanda de refrigeración del edificio actual.
- El porcentaje de ahorro de la demanda anual es calculado respecto a la suma de las demandas de calefacción y refrigeración del edificio actual.

Protección solar mediante voladizo en las orientaciones sur, este y oeste.

Los voladizos horizontales fijos por un lado eliminan los rayos solares que tienen una mayor altura solar, pero por otro reducen la entrada de luz natural al interior de las oficinas. Es por ello necesario optimizarlos de manera que maximicen el mayor aporte energético a lo largo de todo el año, teniendo en cuenta las ganancias solares directas y la iluminación natural.

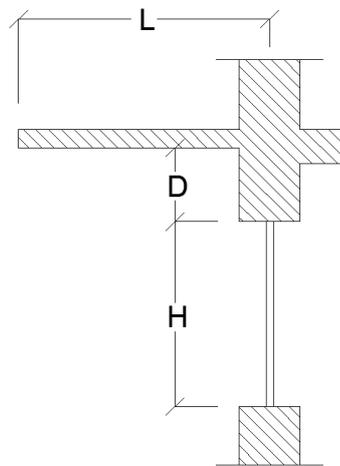


Figura 24. Detalle de Tabla E.11, del Documento básico del HE del CTE (apéndice E). Fuente CTE

Los mayores ahorros en la demanda de refrigeración se dan para el caso en el que se apliquen voladizos en orientaciones sur, este y oeste, cuando no se deja una ninguna distancia “D” entre el voladizo y la ventana, y con un vuelo de 1.5 m de longitud. Para estos casos se alcanza un potencial de ahorro de refrigeración en torno a un 25%. En cambio esta situación es la que penaliza en mayor medida a la demanda en calefacción.

Por lo tanto el voladizo que mejores resultados proporciona en el cómputo anual de ahorro energético, es aquel que se coloque a una distancia entre 40 y 60 cm por encima de la ventana con un vuelo de 1.5 m logrando ahorros de demanda anual en torno a un 4%.

Protección solar mediante las lamas fijas horizontales en las orientaciones sur, este y oeste.

Debido al ángulo de incidencia solar en lugares con las características climatológicas de Madrid, los dispositivos fijos horizontales son recomendables para fachadas con orientación Sur. En este caso se asegura la protección solar durante el final de la primavera, todo el verano y el principio del otoño. Sin embargo, la radiación solar directa con una baja altura solar este y oeste es más difícil de proteger con este tipo de dispositivos.

Analizando los resultados obtenidos con las protecciones mediante lamas horizontales, se observa que la demanda de calefacción está penalizada, ya que los propios dispositivos fijos interceptan la radiación solar y no permiten su paso a través de los huecos en épocas invernales, disminuyendo la ganancia solar interior.

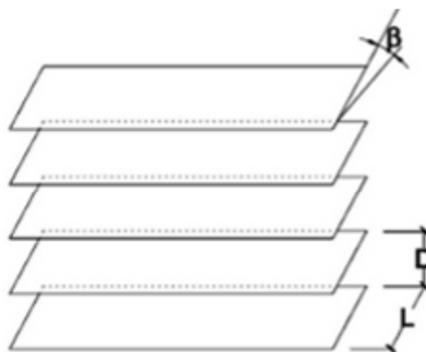


Figura 25. Detalle de Tabla E.13, del Documento básico del HE del CTE (apéndice E). Fuente CTE

En cambio la demanda de refrigeración disminuye considerablemente con este tipo de protecciones solares cuando la transmisividad de la lama toma valores reducidos. Para estos casos los ahorros alcanzados están en torno al 20-50%. La hipótesis más óptima para maximizar los ahorros en la demanda de refrigeración, son las lamas horizontales con ángulo de inclinación 60 grados respecto de la horizontal y con valores de transmisividad menores de 0.4.

Concluyendo con un ahorro en demanda total anual, se observa que los ahorros producidos anualmente no son muy significativos, estando en torno al 2% para el mejor de los casos con ángulo de inclinación de las lamas de 0° y transmisividad de las mismas menores a 0.4. Este resultado se alcanza debido a la penalización de la ganancia solar en invierno. Por este motivo se recomienda el uso de lamas horizontales móviles, las cuales puedan ser reguladas para permitir la entrada de radiación solar durante los periodos invernales.

Este análisis ha venido a confirmar la opción adoptada en este Proyecto, de persianas de lamas horizontales, regulables en su posición y apertura. En nuestro caso, serán de accionamiento eléctrico en las fachadas exteriores y de accionamiento manual en las fachadas del patio.

Protección solar mediante lamas fijas verticales en orientaciones sur, este y oeste

El uso de lamas verticales en orientaciones sur, este y oeste, reduce prácticamente toda la entrada de radiación solar y por tanto excluye una gran parte de la luz natural incidente, obstruyendo la visión además de reduciendo la ganancia solar en el interior del edificio durante el invierno.

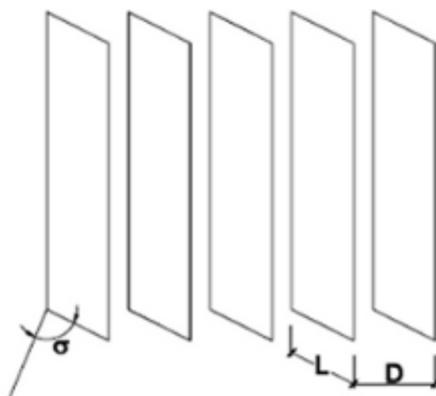


Figura 26. Detalle de Tabla E.13, del Documento básico del HE del CTE (apéndice E). Fuente CTE

Al igual que pasaba con las lamas horizontales, las lamas verticales disminuyen el ahorro en demanda de calefacción.

Los ahorros en la demanda de refrigeración se encuentran entre un 10 a un 40% dependiendo del ángulo de inclinación respecto a la normal al cerramiento, y para transmisividades de la lama menores a 0.4.

Al igual que ocurría con el caso de lamas horizontales, las lamas verticales disminuyen el ahorro en demanda de calefacción. Por otro lado, los ahorros en la demanda de refrigeración alcanzan porcentajes que oscilan entre un 10 y un 40%, dependiendo del ángulo de inclinación respecto a la normal al cerramiento y para transmisividades de la lama menores de 0.4.

2.6. Mejora del aislamiento. Aumento del nivel de aislamiento en los muros de la fachada

Objetivo.

Las fachadas actuales presentan numerosos puentes térmicos, por donde se producen pérdidas térmicas en épocas invernales, creados por los pilares integrados en las propias fachadas y los encuentros entre los forjados, ya que tanto los pilares como los forjados carecen de aislamiento térmico.

La cámara de aire no está ni ventilada ni dotada de dispositivo de evacuación de agua de filtración o condensación por lo que se producen condensaciones en el interior de la fachada.

Con el fin de producir una reducción de la demanda del edificio y limitar las pérdidas de energía se propone limitar la transmitancia térmica global de la parte opaca del cerramiento añadiendo una capa de aislamiento térmico por el exterior de las fachadas. Es una medida orientada principalmente a reducir las pérdidas térmicas en invierno.

Grado de aplicabilidad

La medida es siempre interesante energéticamente si la fachada no está lo suficientemente aislada. La efectividad (ahorro energético derivado de su implementación) es mayor a medida que el clima es más frío la fachada está menos expuesta al sol, es decir, orientaciones norte, este y oeste por este orden y/o fachadas sombreadas durante el invierno y/o expuestas al viento dominante.

Influencia sobre la demanda energética

Las actuaciones sobre la envolvente térmica del edificio originan modificaciones en las pérdidas por transmisión contribuyendo a reducir la demanda de calefacción. Los factores que intervienen en la caracterización de la parte opaca de la fachada son la transmitancia global de la misma.

Implementación técnica

El informe propone implementar una capa de aislante en las fachadas con características específicas de aislamiento térmico, que formando un conjunto con el resto de la fachada cumplan, como mínimo, con las exigencias del CTE-DB-HE1[2] para la zona climática donde se encuentra el edificio a rehabilitar.

El CTE limita la transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno en su documento DB-HE1[2]. Para el caso de Madrid (zona climática D3), la transmitancia límite de los muros de la fachada y los cerramientos en contacto con el terreno es de $0.66 \text{ W/m}_2\text{K}$. En el catálogo de los elementos constructivos del CTE se puede encontrar los parámetros característicos de los principales aislantes térmicos utilizados en la construcción.

El aislamiento térmico se puede incorporar mediante paredes rígidas de aislante en las caras exteriores o interiores de los muros, o bien rellenando las eventuales cámaras de aire con aislamiento apropiado.

Solicitud de la medida

La transmitancia global aproximada de la parte opaca de las fachadas actuales es de $0.80 \text{ W/m}_2\text{K}$, calculada mediante cerramientos multicapa con todos los materiales que lo conforman. Este valor es superior al permitido por el Código Técnico para la zona climática de Madrid, donde las transmitancias límites de los muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno son de $U_{\text{límite}} = 0.66 \text{ W/m}_2\text{K}$ [2]. Este hecho justifica la implementación de materiales aislantes en los cerramientos opacos.

Con el objetivo de alcanzar mayor ahorro energético, se debe valorar la posibilidad de aislar por encima de la exigencia del Código Técnico (aproximadamente un 20%) en aquellos cerramientos con fuertes pérdidas, ya que el coste del material es generalmente reducido en comparación con el de la instalación.

A continuación se estudian diferentes medidas de mejoras a partir de soluciones constructivas basadas en la incorporación de un material aislante térmico (Poliestireno Expandido, Lana mineral o Poliéstireno Extruido) incorporándolo tanto por el exterior del cerramiento, como por el interior o mediante la fachada ventilada, valorando el comportamiento energético de la parte opaca de la fachada.

Sistema del aislamiento térmico por el exterior (SATE)

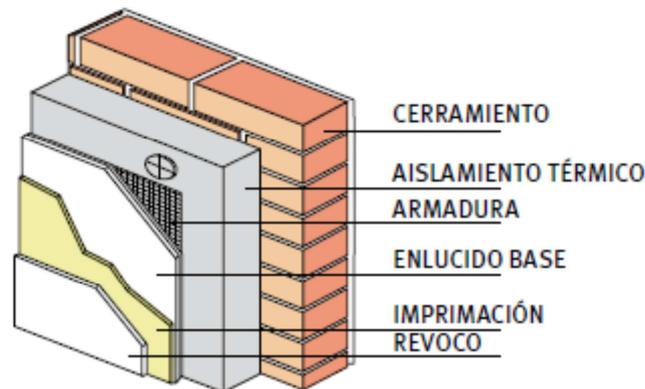


Figura 27. Detalle de composición del sistema SATE. Fuente SATE

Descripción

La inclusión del aislamiento por el exterior consiste en añadir una capa superficial de aislamiento térmico fijada exteriormente a las fachadas existentes para después protegerlo mediante un nuevo acabado exterior. A partir del cerramiento base que constituye el soporte del sistema, se compone un revestimiento formado por los siguientes elementos:

- Aislamiento térmico cuya misión es aumentar la resistencia térmica del cerramiento, disminuir los puentes térmicos y, por tanto, ahorrar energía al edificio.
- Fijaciones, cuya misión es asegurar la unión del sistema al muro soporte.
- Acabados, cuya misión principal es proteger al sistema de las inclemencias climatológicas, mecánicas, químicas, etc. Tienen como misión secundaria aportar parte de la estética del edificio.

Ventajas del sistema de rehabilitación por el exterior

- Reduce el efecto de los puentes térmicos, de modo que se evitan las paredes “frías” y la falta de confort asociada a ellas. Esto es especialmente importante en el caso de fachadas exteriores, ya que es donde se producen casi todos los puentes térmicos: encuentros con la estructura (pilares, vigas, frentes de forjado) y formación de huecos (alféizares, mochetas, dinteles, capialzados).
- Evita fenómenos de condensación ya que al aislar por el exterior el muro soporte que forma la fachada se encuentra relativamente caliente debido a que está protegido por el aislamiento. Por lo tanto, cualquier área donde se interrumpa el aislamiento térmico, no cambia la circunstancia de que el soporte seguirá básicamente caliente, sobre todo en su superficie interior, que por consiguiente mostrará una temperatura superficial superior al punto de rocío del ambiente interior.
- Se aprovecha toda la inercia térmica del soporte (capacidad calorífica de los materiales de construcción), limitando las fluctuaciones de la temperatura interior del edificio. Tengamos en cuenta, por ejemplo, que un muro de medio pie (11.5 cm) de fábrica de ladrillo perforado pesa unos 180 kg/m², lo que equivale a tener una bañera de unos 36 l de agua por m² de fachada[9].
- Puede contribuir al aislamiento acústico de la fachada en caso de renovación integral (incluye las ventanas).

- Renueva el aspecto de la fachada y corrige las grietas y las fisuras soporte evitando posibles filtraciones.
- Tiene bajos costes de mantenimiento.
- Se puede instalar en edificaciones ocupadas, no reduciéndose la superficie útil del edificio y evita trabajos en el interior.

Detalles críticos del sistema de rehabilitación por el exterior

- Fijaciones del aislante soporte: Se debe tener en cuenta el tipo de sustrato así como su ausencia mecánica y la degradación sufrida con el tiempo a la hora de realizar las fijaciones del aislante al soporte evitando la corrosión del sistema.
- Juntas de dilatación: además de las juntas propias del sistema de revestimiento (especificadas por cada fabricante), se deben respetar la juntas de dilatación estructural del edificio existente.
- Juntas de unión: Estudio en profundidad de los sellados del sistema con los encuentros y las instalaciones existentes en fachada detallándose cómo van a quedar las instalaciones que atraviesan el sistema que necesitan perforarlo en sus fijaciones.

Prestaciones térmicas

El Proyecto define que el sistema a implantar dotará al cerramiento de las fachadas de los patios de un aislamiento de 8 cm. a base de placas de EPS, con una conductividad de 0.037 W/mK, fijadas mecánicamente a la cara exterior de las fachadas. Junto con el acabado final, del orden de 1 cm. de espesor, se conseguirá un cerramiento con un valor de transmitancia térmica de 0,31 W/m²K, bastante por debajo de los máximos reglamentarios.

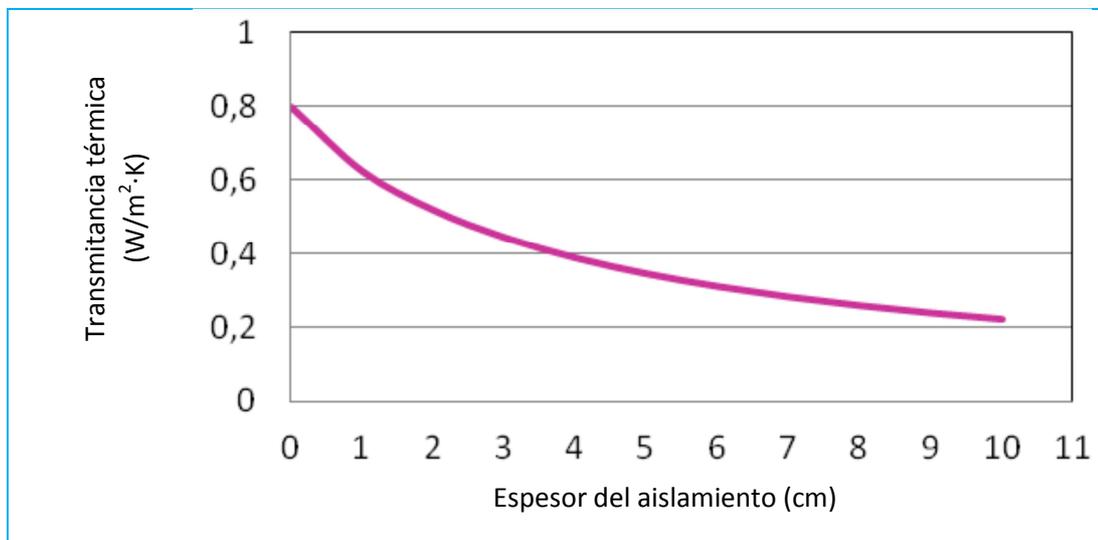


Figura 28. Variación de la transmitancia global (W/m²K) de fachada en función del espesor del aislamiento por el exterior. Fuente CIEMAT

Los ahorros en demanda de calefacción se estiman, en un 31.76%. El ahorro en demanda de refrigeración se estiman sin embargo solo de un 4.72%.

Anualmente el cómputo total de ahorro energético estará en un 22.95 %

Espesor (m)	Utotal (W/m2K)	Demanda de calefacción (kwh/m2)	% de ahorro en demanda de calefacción	Demanda de refrigeración (kwh/m2)	% de ahorro en demanda de refrigeración	% de ahorro anual en demanda de energía
0	0.8	65.8		31.8		
1	0.62	50.7	22.95	27.4	13.84	19.98
2	0.52	49.1	25.38	28.2	11.32	20.80
3	0.45	48	27.05	28.8	9.43	21.31
4	0.39	47	28.57	29.3	7.86	21.82
5	0.35	46.4	29.48	29.6	6.92	22.13
6	0.31	45.7	30.55	29.9	5.97	22.54
7	0.28	45.2	31.31	30.2	5.03	22.75
8	0.26	44.9	31.76	30.3	4.72	22.95
9	0.24	44.6	32.22	30.5	4.09	23.05
10	0.22	44.3	32.67	30.6	3.77	23.26

(1) El % de ahorro en demanda de calefacción es respecto a la demanda de calefacción del edificio actual.

(2) El % de ahorro en demanda de refrigeración es respecto a la demanda de refrigeración del edificio actual.

(3) El % de ahorro de demanda anual es respecto a la suma de las demandas de calefacción y refrigeración del edificio actual.

Figura 29. Ahorros energéticos producidos mediante el sistema del aislamiento técnico por el exterior. Fuente CIEMAT

El ahorro en demanda de calefacción se encuentra entre un 23 y 33% de forma creciente en función del aumento de espesor de la capa de aislamiento incorporada al edificio de partida. Los ahorros en demanda de refrigeración se encuentran dentro de la horquilla 4 y 14% disminuyendo a medida que aumenta el espesor del aislamiento.

Anualmente el cómputo total de ahorro energético está entre un 20 y 23% (Figura 25) en función del espesor, haciéndose notar que a partir de los 6 cm de espesor aunque se incremente el grosor del aislamiento el incremento de ahorro es muy pequeño, debido en parte a la compensación entre la ganancia del ahorro en refrigeración con la penalización del ahorro en demanda de refrigeración.

Sistema de aislamiento térmico por el interior

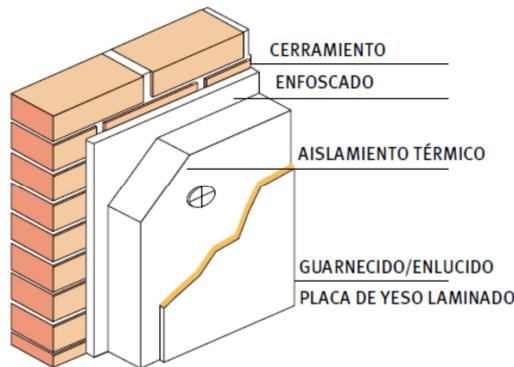


Figura 30. Detalle de composición del sistema aislamiento por el interior. Fuente Internet

Descripción

Basado en colocar el aislamiento térmico en las caras internas de las fachadas para después recubrirlo con un nuevo acabado interior.

Sobre la cara interior de la fachada se fijan los paneles aislantes (con adhesivos o con fijaciones mecánicas) y a continuación se coloca el revestimiento que puede ser un enlucido de yeso o una placa de yeso laminado. Se puede sustituir el conjunto por un complejo de aislamiento y placa de yeso laminado que normalmente se adhiere al muro soporte.

Dada la inviabilidad de acometer esta solución en un edificio permanentemente habitado, junto con el hecho de que los ahorros estimados son inferiores a los de las otras soluciones adoptadas en Proyecto, se ha descartado y por tanto no continuamos con su análisis pormenorizado.

Sistema del aislamiento térmico por el exterior mediante la fachada ventilada

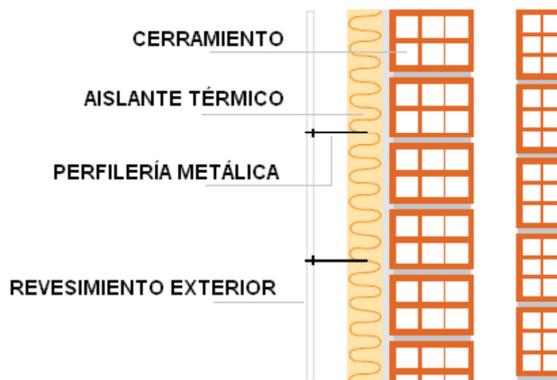


Figura 31. Detalle de composición del sistema aislamiento por el exterior. Fuente ULMA

Descripción

El caso particular de la fachada ventilada añade al cerramiento, además del aislamiento térmico, una cámara con posibilidad de que circule el aire. Habitualmente se realiza con un revestimiento (formado por planchas, bandejas, "cassettes", etc.) sujeto a perfilaría metálica, que provoca una

ventilación en la cámara mediante aperturas superiores e inferiores o a través del diseño de las juntas de la envolvente.

Este elemento provee al edificio de un primer escudo frente a la inclemencia exterior además del substrato de aislamiento térmico. Esta estructura consigue una disminución de la demanda energética para refrigeración.

En nuestro caso, la fachada ventilada incorporará un aislamiento de lana mineral de 10 cm. de espesor, y su acabado exterior será a base de paneles de hormigón polímero. El hueco de la cámara variará en función de la zona que se trate, con espesores totales acabados de entre 25 y 15 cm. en la mayoría de los casos.

Ventajas del sistema de rehabilitación por el exterior mediante fachada ventilada

Las ventajas de la fachada ventilada son las mismas que las descritas en el punto: “Ventajas del sistema de rehabilitación por el exterior” añadiéndose a ellas las siguientes:

- Reduce el consumo energético del edificio en verano al reducir el factor solar del cerramiento.
- Se mejora el aislamiento acústico del sistema de cerramiento.
- Es un sistema de construcción “seco”. El proceso de instalación es rápido y sin tiempos de espera para secado de morteros o yesos.
- Posibilita el cambio de aspecto de la fachada del edificio “rejuveneciendo” su aspecto y contribuyendo a la mejora del entorno.
- La junta entre placas permite los movimientos de dilatación contracción del aplacado.

Detalles críticos del sistema de rehabilitación por el exterior mediante fachada ventilada

La fachada incrementa su espesor hacia el exterior, como mínimo 10 cm para los acabados ligeros normalmente utilizados, pudiendo llegar a los 40 cm en el caso que nos ocupa por tener que absorber en esa cámara algunas instalaciones o conducciones.

Prestaciones térmicas

Según el CTE, en el Apéndice E. apartado E.1 “Transmitancia térmica” del documento básico HE-1 para cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.

Los ahorros producidos son prácticamente los mismos que los obtenidos cuando se incorpora el aislamiento por el exterior, siendo el cómputo total del ahorro energético entre un 20 y 23%. Hay que tener en cuenta que el software CE3X sólo tiene en cuenta para sus cálculos efectos resistivos, despreciando los efectos de la ventilación convectiva que se produce en una fachada ventilada.

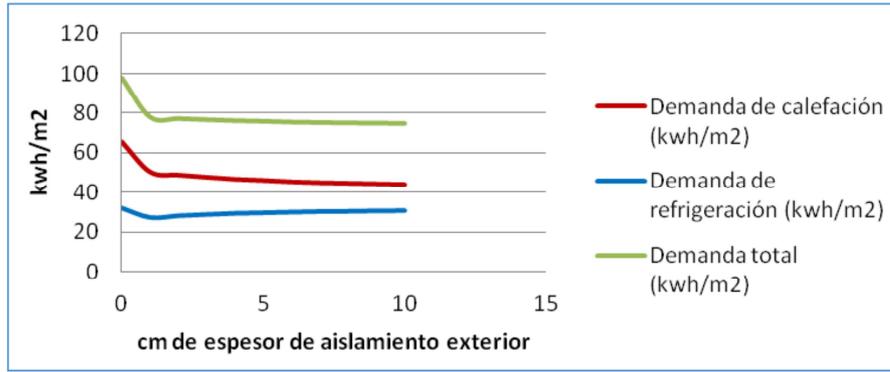


Figura 32. Aislamiento Exterior. Demandas de climatización. Fuente CIEMAT

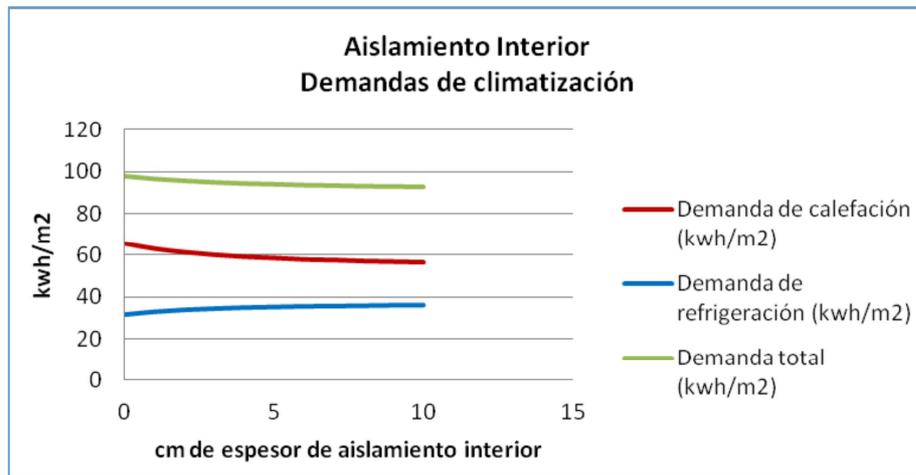


Figura 33. Aislamiento Interior. Demandas de climatización. Fuente CIEMAT

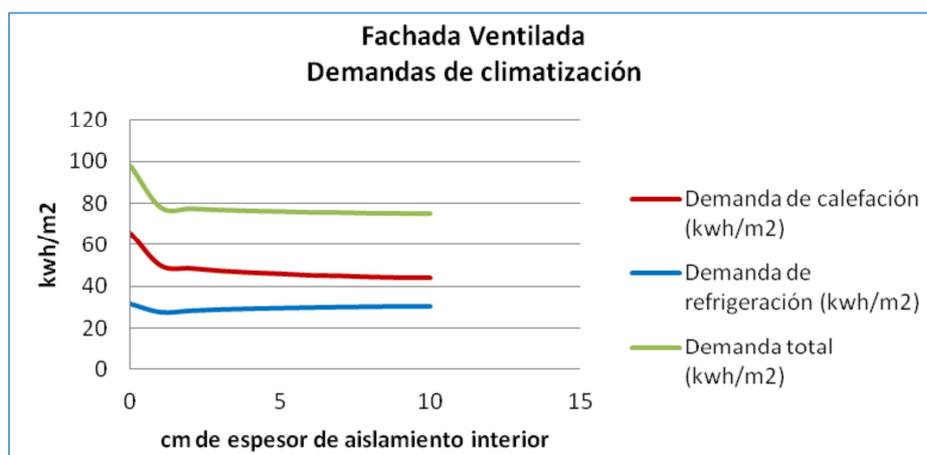


Figura 34. Fachada ventilada. Demandas de climatización. Fuente CIEMAT

Por lo tanto, hay que tener en cuenta que en nuestro caso, en el que vamos a montar una fachada ventilada en todo el perímetro exterior del edificio, habrá que sumar a éstos los efectos derivados de la convección en el canal interior y del sombreado de las plaquetas sobre la cara exterior del cerramiento, los cuales pueden reducir significativamente las cargas de refrigeración en el verano.

2.7.- Mejora de aislamiento. Cubierta invertida

Objetivo.

Las placas de mortero con aislamiento que conforman la parte más exterior de la cubierta actual se encuentran en mal estado, estando muchas de ellas levantadas, no creando una compacidad del cerramiento completo por lo que se producen numerosos puentes térmicos. Además el aislante ha perdido sus propiedades térmicas, ya que está a la intemperie, recibiendo directamente la radiación solar y los demás parámetros climatológicos.

Con el fin de producir una reducción de la demanda energética del edificio y limitar las pérdidas de calor en invierno y limitar los efectos de la radiación solar sobre la cubierta en verano, se ha previsto limitar la transmitancia térmica global de la cubierta mediante su rehabilitación, acción a acometer próximamente, con anterioridad a la obra de las fachadas aquí definida.

Implementación técnica

Para la Rehabilitación de las cubiertas, se propone eliminar las placas de mortero con aislamiento térmico actual de la cubierta para crear sobre el último forjado del edificio una cubierta invertida de mejores prestaciones térmicas que, como mínimo, cumplen con las exigencias del CTE-DB-HE1 para la zona climática donde se encuentra el edificio a rehabilitar. El CTE limita la transmitancia térmica de cubiertas en su documento DB-HE1, que para el caso de Madrid (zona climática D3) tienen una transmitancia límite en cubiertas $0.38 \text{ W/m}_2\text{K}$.

El aislamiento térmico se realizará incorporando aislante sobre el recocado de pendientes y la propia lámina, colocando sobre el aislamiento un geotextil en el que se apoyarán los pedestales regulables sobre los que asentar las placas que conformarán un plano horizontal transitable. Las placas tienen sus juntas abiertas para facilitar el drenaje del agua de lluvia.

Solicitud de la medida

La transmitancia global aproximada de la cubierta actual es de $0.76 \text{ W/m}_2\text{K}$, calculada en función de los componentes que las conforman. Este valor es superior a la transmitancia límite de cubiertas permitida por el Código Técnico para la zona climática de Madrid es $U_{\text{Climit}} = 0.38 \text{ W/m}_2\text{K}$, por lo que se justifica la implementación de materiales aislantes.

Cabe destacar que a la hora de calcular la transmitancia global de la cubierta actual no se han valorado los puentes térmicos asociados al mal estado de la misma, por lo que las prestaciones térmicas de la cubierta actual podrían ser aún peores.

Sustitución del aislamiento térmico actual creando una cubierta invertida transitable

Descripción

La cubierta invertida, o también llamada cubierta fría, es un sistema de aislamiento que protege la lámina de impermeabilización de los cambios de temperatura y del deterioro continuo por efectos del clima y el uso o mantenimiento de la cubierta, al colocarse encima y reducir las solicitaciones térmicas y por tanto su desgaste.

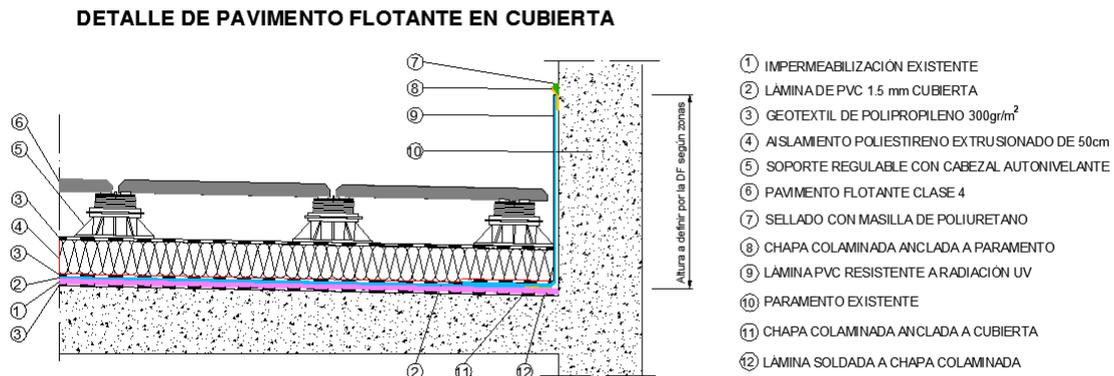


Figura 35. Detalle de pavimento flotante en cubierta. Fuente CIEMAT

El producto aislante que forme parte de la cubierta invertida debe por tanto aportar una serie de prestaciones al sistema:

- Resistencia a la absorción de agua.
- Estabilidad dimensional en condiciones de temperatura y humedad.
- Resistencia mecánica en función de su uso.

El acabado será con elementos pétreos colocados sobre elevadores, de modo que la cubierta permanece ventilada.

Ventajas del sistema de rehabilitación de la cubierta invertida

-En todos los casos, la obra de rehabilitación se ejecuta con la mínima interferencia para los usuarios del edificio. Dado que el edificio se encuentra parcialmente ocupado.

-No se reduce la altura libre de las estancias del último piso.

-El soporte estructural (forjado) que forma la azotea se encuentra relativamente caliente, pues está protegido por el aislamiento y, por tanto, cualquier área donde, por el motivo que fuera, se interrumpa el aislamiento térmico, no cambia la circunstancia de que el soporte seguirá básicamente caliente, sobre todo su superficie interior, que, por consiguiente, mostrará una temperatura superficial superior al punto de rocío del ambiente interior, en definitiva, suficiente para evitar fenómenos de condensación.

-Se aprovecha toda la inercia térmica del soporte (capacidad calorífica de los materiales de construcción). Tengamos en cuenta, por ejemplo, que un forjado pesa unos 300 kg/m², lo que equivale a tener una bañera de unos 60 litros de agua por m² [9].

Prestaciones térmicas

Con el fin de simplificar cálculos pero a la vez mantener el resultado del lado de la seguridad, los valores de transmitancia para la solución rehabilitada térmicamente sólo se tiene en cuenta, a parte de los materiales que no se sustituyen, la resistencia térmica (R) aportada por el aislamiento y la resistencia térmica del mortero de la última capa, sin incluir la resistencia de cualquier otra capa que eventualmente se precisara en la rehabilitación (cambio de la impermeabilización, acabados y revestimientos, por ejemplo).

Ahorro de energía

Espesor (m)	Uttotal (W/m ² K)	Demanda de calefacción (kwh/m ²)	% de ahorro en demanda de calefacción (1)	Demanda de refrigeración (kwh/m ²)	% de ahorro en demanda de refrigeración (2)	% DE AHORRO TOTAL en demanda de energía (3)
Caso base: 0	0.76	65.8	0	31.8	0	0
1	1.35	70.4	-6.99	28.5	10.38	-1.33
2	0.94	67	-1.82	31	2.52	-0.41
3	0.72	65.1	1.06	32.3	-1.57	0.20
4	0.59	63.9	2.89	33.1	-4.09	0.61
5	0.49	63	4.26	33.7	-5.97	0.92
6	0.43	62.4	5.17	34	-6.92	1.23
7	0.37	61.8	6.08	34.4	-8.18	1.43
8	0.33	61.4	6.69	34.6	-8.81	1.64
9	0.30	61.2	6.99	34.8	-9.43	1.64
10	0.27	60.9	7.45	35	-10.06	1.74
11	0.25	60.7	7.75	35.1	-10.38	1.84
12	0.23	60.5	8.05	35.3	-11.01	1.84
13	0.22	60.4	8.21	35.3	-11.01	1.95
14	0.20	60.2	8.51	35.4	-11.32	2.05
15	0.19	60.1	8.66	35.5	-11.64	2.05

(1) El % de ahorro en demanda de calefacción es respecto a la demanda de calefacción del edificio actual.

(2) El % de ahorro en demanda de refrigeración es respecto a la demanda de refrigeración del edificio actual.

(3) El % de ahorro de demanda anual es respecto a la suma de las demandas de calefacción y refrigeración del edificio actual.

Figura 36. Ahorros energéticos producidos mediante la cubierta invertida. Fuente CIEMAT

Analizando estos resultados energéticos se observa que:

-El ahorro en la demanda de calefacción empieza a producirse a partir de un espesor de 3 cm para la nueva tipología de cubierta llegando a ahorros de hasta el 9% para un espesor de 15 cm.

-El ahorro en la demanda de refrigeración se ve penalizado por el emplazamiento de un nuevo aislante de mayores prestaciones térmicas.

-Haciendo un balance global de la demanda de energía demandada anualmente con la nueva conformación de la cubierta se observa que se pueden llegar a alcanzar ahorros entorno al 2% para espesores de 14-15 cm a partir de los cuales un aumento del espesor del aislante no dará valores significativos de ahorro de demanda de energía anual.

2.8. Conjunto de mejoras

2.8.1. Propuestas más óptimas

Propuesta 1: Sustitución de todas los huecos por otros formados por vidrio de doble acristalamiento Climalit, compuesto por un vidrio Planitherm S incoloro de 6 mm. y una luna float Planilux incolora de 6 mm., cámara de aire deshidratado de 16 mm. para todas las orientaciones.

Propuesta 2: Protecciones solares mediante voladizos de 1.5 m de vuelo situados a 0.4 m sobre la parte superior de la ventana y colocados en orientaciones sur, este y oeste.

Propuesta 3: Protecciones solares por lamas horizontales con ángulo de inclinación 0, y valores de transmisividad y reflectividad 0, colocadas en orientaciones sur, este y oeste. Preferiblemente móviles y graduables.

Propuesta 4: Protecciones solares mediante lamas verticales con ángulo de inclinación 60 respecto a la normal a la fachada, y valores de transmisividad y reflectividad 0, colocadas en orientaciones sur, este y oeste.

Propuesta 5: Adición del aislamiento térmico por el exterior en las fachadas con un espesor de 8 a 10 cm.

Propuesta 6: Rehabilitación de la cubierta invertida con aislamiento térmico de espesor 10 cm.

2.8.2. Conjuntos de mejoras

Analizando los resultados de los conjuntos de mejoras mostrados en la tabla se hace notar que el conjunto adoptado en Proyecto, el denominado "conjunto 3" que recoge las propuestas 1, 3, 5 y 6, puede proporcionar un % de ahorro total en demanda de energía del 39,75%.

Los porcentajes de ahorros en la demanda de energía y en las emisiones de CO₂ se han calculado a partir de:

- El porcentaje del ahorro en la demanda de calefacción y en emisiones de CO₂ es calculado respecto a la demanda de calefacción y en emisiones de CO₂ del edificio actual respectivamente.
- El porcentaje de ahorro en la demanda de refrigeración y en emisiones de CO₂ es calculado respecto a la demanda de refrigeración y en emisiones de CO₂ del edificio actual respectivamente.
- El porcentaje de ahorro de la demanda anual y en emisiones anuales de CO₂ es calculado respecto a la suma de las demandas de calefacción y de refrigeración y la suma de las emisiones de CO₂ del edificio actual respectivamente.

En cuanto a las emisiones de CO₂ a la atmósfera, al disminuir la demanda de calefacción y refrigeración al aplicar cada conjunto de mejora, se producen también ahorros en las emisiones en la misma proporción.

Ahorros de la demanda de energía y de las emisiones de CO₂

• CONJUNTOS	Propuestas consideradas en el conjunto de mejora	Demanda de calefacción (kwh/m2)	% de ahorro en demanda de calefacción	Demanda de refrigeración (kwh/m2)	% de ahorro en demanda de refrigeración	% de ahorro total en demanda de energía	Emisiones de calefacción (kgCO2/m2)	% en emisiones por calefacción	Emisiones de refrigeración (kgCO2/m2)	% en emisiones por refrigeración	% ahorro en emisiones de calefacción y refrigeración
caso base	...	65.80	0.00	31.80	0.00	0.00	26.70	0.00	9.50	0.00	0.00
Conjunto 1	Propuesta 1 Propuesta 5 Propuesta 6	25.80	60.79	40.60	-27.67	31.97	10.50	60.67	12.10	-27.37	37.57
Conjunto 2	Propuesta 1 Propuesta 2 Propuesta 5 Propuesta 6	26.50	59.73	34.00	-6.92	38.01	10.80	59.55	10.10	-6.32	42.27
Conjunto 3	Propuesta 1 Propuesta 3 Propuesta 5 Propuesta 6	28.20	57.14	30.60	3.77	39.75	11.50	56.93	9.10	4.21	43.09
Conjunto 4	Propuesta 1 Propuesta 4 Propuesta 5 Propuesta 6	30.70	53.34	26.10	17.92	41.80	12.50	53.18	7.80	17.89	43.92
Conjunto 5	Propuesta 2 Propuesta 5 Propuesta 6	48.50	26.29	27.20	14.47	22.44	19.70	26.22	8.10	14.74	23.20
Conjunto 6	Propuesta 3 Propuesta 5 Propuesta 6	46.40	29.48	22.10	30.50	29.82	18.90	29.21	6.60	30.53	29.56
Conjunto 7	Propuesta 4 Propuesta 5 Propuesta 6	40.40	38.60	27.50	13.52	30.43	16.40	38.58	8.20	13.68	32.04
Conjunto 8	Propuesta 1 Propuesta 2 Propuesta 5	32.30	50.91	28.30	11.01	37.91	13.10	50.94	8.40	11.58	40.61

CONJUNTOS	Propuestas consideradas en el conjunto de mejora	Demanda de calefacción (kwh/m2)	% de ahorro en demanda de calefacción	Demanda de refrigeración (kwh/m2)	% de ahorro en demanda de refrigeración	% de ahorro total en demanda de energía	Emisiones de calefacción (kgCO2/m2)	% en emisiones por calefacción	Emisiones de refrigeración (kgCO2/m2)	% en emisiones por refrigeración	% ahorro en emisiones de calefacción y refrigeración
Conjunto 9	Propuesta 1 Propuesta 3 Propuesta 5	34.20	48.02	25.50	19.81	38.83	13.90	47.94	7.60	20.00	40.61
Conjunto 10	Propuesta 1 Propuesta 4 Propuesta 5	36.90	43.92	21.90	31.13	39.75	15.00	43.82	6.50	31.58	40.61
Conjunto 11	Propuesta 1 Propuesta 2 Propuesta 6	50.80	22.80	36.00	-13.21	11.07	20.60	22.85	10.70	-12.63	13.54
Conjunto 12	Propuesta 1 Propuesta 3 Propuesta 6	53.10	19.30	32.70	-2.83	12.09	21.60	19.10	9.70	-2.11	13.54
Conjunto 13	Propuesta 1 Propuesta 4 Propuesta 6	56.40	14.29	28.20	11.32	13.32	22.90	14.23	8.40	11.58	13.54

Figura 37. Ahorro en demanda de energía anual y emisiones de CO2. Fuente CIEMAT

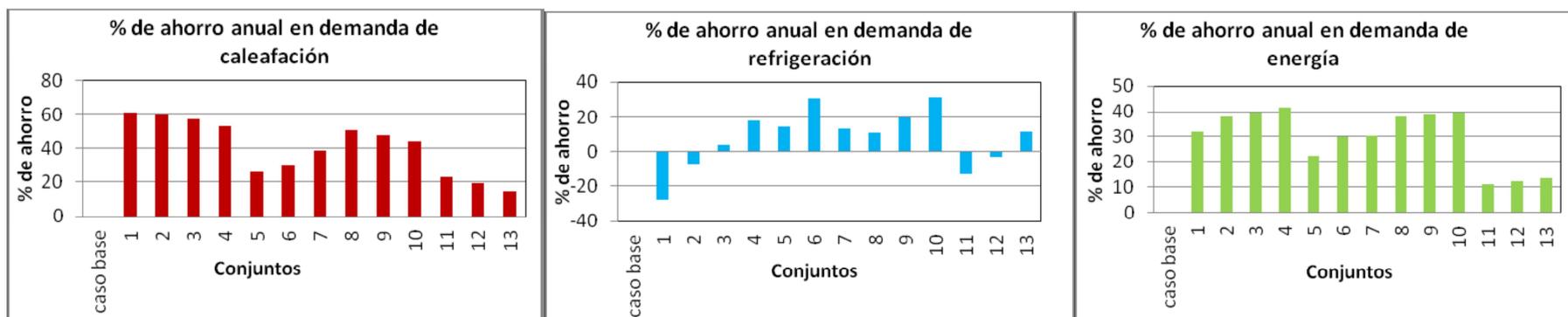


Figura 38. Porcentajes de ahorro obtenidos todas las propuestas de mejora analizadas así como el caso base. Fuente CIEMAT

Proyecto de Rehabilitación

En el presente proyecto se pormenorizan las obras necesarias a realizar para la rehabilitación de la totalidad de las Cubiertas y fachadas, tanto las cuatro exteriores como las del patio interior, del edificio 42 del Ciemat, todo ello con el fin de solucionar los problemas de desprendimientos, humedades, agrietamientos y deterioro generalizado de sus elementos constructivos, lo que dio lugar, entre otras deficiencias estructurales, al Dictamen Negativo de la ITE de fecha 20 de julio de 2011 y a la posterior Orden de Ejecución 711/2011/22466 de fecha 10/06/2012. Por tanto, el fin último de estas obras es devolver al edificio a sus condiciones de seguridad constructiva y poder así obtener un Dictamen Favorable de la ITE.

Por otro lado, las necesidades de acondicionamiento energético del edificio de cara al futuro hacen absolutamente necesario proceder a una mejora general de los aislamientos para adaptarse a la normativa actual. De esta manera, tras la mejora de los aislamientos en cubiertas y en fachadas, junto con la instalación de elementos de protección solar en las fachadas más soleadas, se habrá mejorado sensiblemente el edificio desde el punto de vista de su comportamiento pasivo.

Como primera medida para este ahorro energético en este proyecto se ha incluido el diseño de varios campos de paneles solares fotovoltaicos, se ha considerado absolutamente necesario tener en cuenta sus características a la hora de diseñar las nuevas fachadas.

3.1. Descripción de las obras a realizar

El proceso que debe seguirse para la ejecución de las obras de renovación de las cubiertas es el que seguidamente se describe, teniendo en cuenta que debe realizarse de esta manera para asegurarse de que nunca se producirán fases en las que el forjado de cubierta quede totalmente desprotegido de un día para otro, ya que el edificio está ocupado y en pleno funcionamiento.

Descripción de la secuencia de trabajos en cubierta:

1. Protección de todos aquellos elementos existentes en las cubiertas o dentro de los casetones que estén en servicio, con el fin de evitar verse dañados por trabajos de demoliciones, enfoscados o pinturas.
2. Desmontaje de todas aquellas estructuras que hayan quedado en la cubierta y que se entienda que estorban para la ejecución de las obras.
3. En paralelo, reparación de petos y de casetones, incluyendo la demolición y sustitución de las albardillas cubremuros, tanto de casetones como del peto del patio interior (no de las fachadas exteriores). Todos los trabajos de albañilería y pinturas de petos y casetones deben quedar terminados antes de proceder a la instalación de las nuevas láminas.
4. Desmontaje de las losas aislantes. Tendido de geotextil provisional de protección.
5. Revisión de pendientes y regularización de tableros en aquellas zonas que la DF ordene.

6. Colocación del primer geotextil (tras eliminar el provisional) e instalación de la lámina horizontal de cubierta anclada perimetralmente. Colocación de la lámina del peto y soldadura a la anterior. Pruebas de estanqueidad.
7. Colocación del segundo geotextil de protección.
8. Colocación del aislamiento térmico: placas rígidas de poliestirenoextrusionado machihembradas de 60 mm. de espesor, Danopren-50, Roofmate SL o similar, a aprobar por la D.F.
9. Colocación de un nuevo geotextil sobre el aislamiento térmico y lastrar con tableros o tablones hasta la colocación de los soportes y el pavimento.
10. Instalación de pavimento elevado registrable a base de soportes regulables y baldosas, constituyendo el conjunto un sistema de pavimento flotante que cumpliendo norma UNE-EN 12825, compuesto por: 1) soportes de polipropileno para carga límite clase 4, regulables, con cabezal autonivelante que compense pendientes de hasta el 5%, con parte superior en goma antideslizante y aletas de 4 mm de espesor, resistente a rayos UV, en diversos tamaños para permitir la nivelación de alturas comprendidas entre 40 y 300 mm, sistema de regulación de altura mediante llave de regulación utilizable con baldosas colocadas. 2) baldosas de hormigón prefabricado cumpliendo norma UNE-EN 1339, con marca AENOR, clase rotura 4, clase desgaste G, índice resbalamiento USRV>45, con acabado texturizado o granallado, en dos colores para delimitar zonas, dimensiones 40x40 cm, en caso de llevar armadura ésta será galvanizada en caliente. Ambos componentes del pavimento deberán someterse a la aprobación de la D.F.
11. El replanteo se efectuará de forma que las losas tengan una dimensión mínima, en caso de que sea necesario cortar, de 20 cm. Asimismo el espacio entre la baldosa de borde y el encuentro con petos o casetones será como máximo de 2 cm.
12. Trabajos finales de tendido de infraestructuras eléctricas, etc., siempre protegiendo perfectamente las nuevas losas para evitar que se vean manchadas. Es de especial importancia el tendido de una malla de canaletas de PVC tipo Unex montada bajo suelo, perforada, de 150x60 mm., instalada sin perforar impermeabilización sobre soportes verticales aislantes, incluyendo separadores, soportes, enlaces y piezas especiales. Además, para facilitar la salida de los cables que por esas canaletas discurran, que irán a parar a los diversos experimentos, se prevé que queden instalados una serie de registros en las propias baldosas, para suelo técnico, tipo Legrand 089307, realizada con aluminio y poliéster, resistente a la intemperie, con tapa y sistema para posibilitar la salida de los cables, incluso taladro efectuado con corona en el centro de baldosa flotante, diámetro de corte 127 mm de diámetro, fijación, totalmente instalada. Finalmente, se disponen por diversos lugares señalados en planos, una serie de cajas combinadas modulares con 3 tomas de corriente 2P+T de 16A, de intemperie, a aprobar por la D.F., con protección IP55 para todo el conjunto, conteniendo diferencial de 2x25A 30mA y magnetotérmico de 2x15A, totalmente instalada. Para proporcionar el servicio y la protección adecuados, se dotará a este sistema de un cuadro eléctrico general de protección.

13. Se incluyen también una serie de perfiles, dados, placas de anclaje, de diversas tipologías, necesarias para proporcionar soporte a los sistemas de seguimiento solar, paneles, bancos de calibración de sensores, etc., que se colocarán en la cubierta para los proyectos de investigación que desarrolla la Unidad de Fotovoltaica y resto de Unidades del Departamento de Energía del Ciemat.

Y para la rehabilitación completa de las fachadas del edificio 42, se proyecta una intervención que, básicamente, consiste en:

1. Demolición de todos los chapados de piedra artificial existentes en las fachadas del edificio.
2. Regularización de las fachadas existentes una vez efectuadas las demoliciones de los chapados, mediante la ejecución de nuevos paños de cerramiento de ladrillo enfoscados o el enfoscado sobre la fachada actual, en función de cómo vaya apareciendo el soporte cuando se efectúen las demoliciones. La idea es que tiene que haber un plano continuo, que hemos denominado la cota $\pm 0,00$ de la fachada, que en la actualidad sería la superficie revocada en gris oscuro, que se constituye como la referencia para a partir de ahí colocar los sistemas para la ejecución de las nuevas fachadas.
3. Es importante recalcar que gracias al sistema de fachada ventilada la gran mayoría de las instalaciones diversas que ahora discurren en trazado visto por las fachadas (gases, extracciones, ventilaciones...) van a quedar ocultas bajo el aislamiento y los paneles, por lo que habrá que tener esto presente a la hora de replantear la distribución de montantes y perfilería soporte de la estructura portante de la fachada ventilada.
4. Instalación de un sistema de Fachadas ventiladas de placas de hormigón polímero y aislamiento de lana mineral de 100mm., en las fachadas exteriores, de diversos vuelos y anchos de cámara según diseño en planos.
5. Renovación de las fachadas del patio mediante un sistema SATE, de aislamiento térmico de paneles de EPS por el exterior y acabado mineral.
6. Instalación de persianas apilables de lamas orientables, exteriores, en todos los huecos de fachadas, excepto en fachada norte, tanto de las fachadas exteriores como de patio.
7. Revestimiento de alfeizares y dinteles de piedra artificial mediante paneles de composite de aluminio, mecanizados y fijados sobre subestructura auxiliar.
8. Renovación de los conductos de extracción de la caseta de gases especiales de la fachada sur. La rehabilitación en este caso incluye la renovación de las puertas, la cubrición, la formación de nuevos pasos de salida de nuevos conductos y la construcción de una estructura auxiliar para soportar los conductos (renovación de conductos y extractores no incluida en este proyecto).

Carpintería y cerrajería:

Las nuevas ventanas estarán formadas por hojas oscilobatientes y elementos fijos, canal europeo sistema CORTIZO COR 70 HOJA OCULTA compuestas por perfiles de aleación de aluminio 6063 con tratamiento térmico T-5. Marco y hoja tienen una sección de 70 mm.y 66 mm.respectivamente. El espesor medio de los perfiles de aluminio es de 1,9 mm.en ventana, y una capacidad máxima de acristalamiento de 40 mm. Los perfiles de aluminio están provistos de rotura de puente térmico obtenida por inserción de varillas aislantes tubulares de poliamida 6.6 de 35 mm.de profundidad reforzadas con un 25 % de fibra de vidrio y de espuma de poliolefina perimetral en la zona del galce de vidrio. Estanqueidad por un sistema de triple junta de EPDM. Accesorios, herrajes de colgar y apertura homologados con la serie suministrados por STAC. Estanqueidad por un sistema de triple junta de EPDM, tornillería de acero inoxidable, elementos de estanqueidad, accesorios y utillajes de mecanizado homologados. Incluso p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Perfilaría, juntas y herrajes con certificación de marcado CE según UNE-EN 14351-1 de obligado cumplimiento por la Comisión Europea. Elaborada en taller. TSAC.

Categorías alcanzadas en banco de ensayos:

Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2000	Clase 4
Estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000	Clase E1650
Resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2000	Clase C5
Ensayo de referencia ventana de 1,23 x 1,48 m. 1 hoja	

Acabado Superficial:

Perfil exterior:

-Anodizado, acabado y color a definir por la DF (Acier o Natural, lija mate, brillo grata...), efectuado en un ciclo completo que comprende las operaciones de desengrase, lavado, oxidación anódica, coloreado y sellado. El espesor y calidad de la capa anódica está garantizada por el sello EWAA-EURAS con un valor mínimo de 15-19 micras.

Perfil interior:

-Anodizado, acabado y color a definir por la DF (Acier o Natural, lija mate, brillo grata...), efectuado en un ciclo completo que comprende las operaciones de desengrase, lavado, oxidación anódica, coloreado y sellado. El espesor y calidad de la capa anódica está garantizada por el sello EWAA-EURAS con un valor mínimo de 15-19 micras.

Las nuevas puertas de acceso al edificio serán abisagradas de apertura exterior/interior y dimensiones según documentación gráfica adjunta, sistema CORTIZO MILLENIUM PLUS, y con premarco, compuesto por perfiles tsac de aleación de aluminio 6063 con tratamiento térmico T-5. Marco y hoja tienen una sección de 70 mm. con un espesor medio de los perfiles de aluminio de 2.0 mm, y una capacidad máxima de acristalamiento de 62 mm. La hoja y el marco son coplanarios. Las bisagras mecánicas de dos o tres palas soportan hasta 220 Kg. de peso máximo por hoja y 120kg en el caso de bisagras ocultas. La resistencia al impacto de cuerpo blando es de Clase 5 según norma UNE. Accesorios, herrajes de colgar y apertura antipánico homologados con la serie suministrados por STAC Cortizo, juntas de acristalamiento de EPDM de alta calidad suministradas, tornillería de acero inoxidable, elementos de estanqueidad, accesorios y utillajes de mecanizado homologados. Los perfiles de aluminio están provistos de rotura de puente térmico obtenida por inserción de varillas aislantes de poliamida 6.6 de 24 mm. de profundidad reforzadas con un 25 % de fibra de vidrio. Estanqueidad por un sistema de triple junta de EPDM. Incluso p/p de garras de fijación, sellado perimetral de juntas por medio de un cordón de silicona neutra y ajuste final en obra. Perfilería, juntas y herrajes con certificación de marcado CE según UNE-EN 14351-1 de obligado cumplimiento por la Comisión Europea. Elaborada en taller. Según UNE-EN 12210. Totalmente montada y probada. TSAC.

Categorías alcanzadas en banco de ensayos:

Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2000	Clase 4
Estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000	Clase 6A
Resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2000	Clase C4
Puerta 1.20 x 2.30, 1 hoja	
Resistencia al impacto de cuerpo blando según	
Norma UNE-EN 13049:2003	Clase 5 (máx)
Puerta 1.80 x 2.20, 2 hojas, vidrio laminar 3+3	
Resistencia a aperturas y cierres repetidos según	
Norma UNE-EN 1191:2000	500.000 ciclos
Puerta 0.935 x 2.10, 1 hoja	

Acabado Superficial:

Perfil exterior:

-Anodizado, acabado y color a definir por la DF, efectuado en un ciclo completo que comprende las operaciones de desengrase, lavado, oxidación anódica, coloreado y sellado. El espesor y calidad de la capa anódica está garantizada por el sello EWAA-EURAS con un valor mínimo de 15-19 micras.

Perfil interior:

-Anodizado, acabado y color a definir por la DF, efectuado en un ciclo completo que comprende las operaciones de desengrase, lavado, oxidación anódica, coloreado y sellado. El espesor y calidad de la capa anódica está garantizada por el sello EWAA-EURAS con un valor mínimo de 15-19 micras.

La carpintería estará preparada para acristalamiento 6/16/6 ó acople de rejillas de tomas de aire y ventilación, según se precise. El color del lacado se decidirá por la Dirección Facultativa en base a las propuestas presentadas por el contratista.

Persianas exteriores:

Como medida de protección solar se ha proyectado que las ventanas de las fachadas Este, Sur y oeste cuenten con persianas exteriores. Se trata de unas persianas graduables, apilables, de lamas orientables en forma de "z", de aluminio perfilado de 70 mm.de ancho, modelo Lamisol 70 Fix de Griesser.

En las fachadas ventiladas la persiana queda oculta, cuando es replegada, por la propia fachada. En este caso, el nicho de replegamiento superior de las lamas es de dimensiones, ancho x alto, 100 x 225 mm.

En las fachadas del patio la caja de la persiana queda vista pero integrada con el forrado a efectuar en dinteles y vierteaguas con paneles de ALU-Composite.

Las persianas de las fachadas exteriores contarán con accionamiento motorizado. Las persianas de las fachadas del patio contarán con accionamiento manual.

Sus principales características técnicas son:

Elevación de las lamas mediante cinta plana de Kevlar, de 6 mm.de anchura. La cinta de elevación, queda amarrada a la barra de carga en su extremo inferior, y a la pieza cilíndrica sobre la que enrolla en la parte superior. Tracción y regulación de las lamas mediante cintas y cordones textiles de alta resistencia a la intemperie (Kevlar).

Guías Fix de extrusión de aluminio de 40 x 25 mm. Lacadas en 100 colores Standard.

Lamas perfiladas de aluminio, pintadas con pinturas de Poliéster/ Poliamida termoendurecidas al horno. Lama final de aluminio de extrusión lacado en el mismo color.

SISTEMA FIX integrado: gracias a este sistema, la persiana es auto-portante, es decir, se soporta sobre sus propias guías.

Las lamas están rebordeadas por cada lado con un reborde perfilado que les confiere una buena rigidez en longitud y en anchura.

La superficie está perfilada en forma de “z”, para un mejor acoplamiento y cierre de una lama sobre otra; y revestida con un tratamiento especial resistente a la corrosión lo mismo que a los arañazos y a los golpes.

Cada lama está provista de un pivote plástico de poliacetal resistente a los rayos ultravioletas. Remachado por ultrafrecuencia sintética, alternativamente a izquierda y derecha, participa en la insonorización durante las diferentes maniobras. Este pivote, queda alijado dentro de la guía, e impide que la lama se desvíe de su recorrido.

La perforación de la lama, por la que circula la cinta de elevación, está rebordeada por embutición para evitar el desgaste de dicha cinta de elevación. Estas últimas están fabricadas íntegramente en Kevlar, y tratadas contra la radiación ultravioleta y las variaciones de temperatura al mismo nivel que los cordones de orientación.

Los cordones de orientación quedan unidos a cada una de las lamas (incluida la lama final), mediante una minúscula pieza de acero remachada en ambos bordes de la lama. En su parte superior, estos cordones, quedan unidos a los cordones de la caja de basculación, mediante un prisionero regulable.

La persiana desciende en posición cerrada y puede orientarse a cualquier altura invirtiendo el sentido de la maniobra.

Lama final compuesta por un perfil de aluminio extruido. Las cintas de elevación están enganchadas en una ranura del perfil unida así a la persiana con la lama final y garantizando una buena tensión en caso de viento fuerte. Los cordones de orientación están enganchados igualmente entre la lama final y la primera lama.

Puente compuesto de chapa de acero galvanizado en caliente, resistente a la corrosión. Perfilaría en “U” de sección 65 x 65 mm.

Guiado de la persiana mediante perfil de aluminio extruido de sección 40 x 25 anodizado o lacado en la gama de colores estándar. Perfiles de insonorización en polietileno negro con tratamiento anti UV enhebrados y encastados en la guía.

Accionamiento motorizado: consta de motor asíncrono monofásico con protección térmica integrada, dispositivos de regulación de final de carrera superior e inferior con sistema de final de carrera de seguridad. El motor se encuentra alojado en la parte central del puente. El cable motriz, de una longitud de 0,60m. está equipado con una toma HirschmannStak 3 (toma hembra incluida). El motor está directamente acoplado a las cajas de orientación a través de eje hexagonal de transmisión.

Accionamiento manual: a base de manivela a traes de cardan alojado en la parte superior de la persiana. Estará situado en el hueco exterior entre la persiana y la ventana. La manivela se acciona a través del esnodo de fijación que permite la unión con el cardan de la persiana.

Fachadas ventiladas:

Se ha proyectado un sistema de fachada ventilada con placas de hormigón polímero y sistema de fijación oculto, recogido en el DIT nº 476R/10 y conforme con el CTE, sistema ULMA HP. Sus principales características son:

Placas de Hormigón Polímero con acabado superficial de Gel-Coat.

Subestructura primaria: Montantes en "T", y anclajes sencillos y dobles en "L", para puntos fijos y deslizantes del montante. Vuelos entre 100 y 400 mm., según la zona que se trate.

Subestructura secundaria: Perfiles de arranque y perfiles guía de junta corriente de 3 mm. de 3,6 metros de longitud.

Toda la subestructura será en aluminio de aleación 6063 y tratamiento T-5.

Separadores de polyamida para juntas verticales de 3 mm.

Las placas están ranuradas en toda su longitud del canto superior e inferiormente, preparadas para su colocación sobre los perfiles-guía.

De acuerdo al diseño que se ha realizado, hay diversos elementos de remate horizontales para cerrar los huecos producidos al retranquear el plano de fachada en unas zonas respecto de otras. Estos remates se han denominado "Remates vierteaguas" y "Remates dintel" y están definidos y presupuestados expresamente.

Todos los dinteles y alfeizares de piedra artificial incorporarán un revestimiento con panel composite de aluminio, según planos de detalle, con planchas de aluminio fabricadas por ALUCOIL marca LARSON FR (cumpliendo el CTE Bs1 d0) de 4mm de espesor total, formada por doble lámina exterior e interior de aluminio de 0.5mm de espesor aleación AA 5005-H22 AL-Mg (peraluman 100/Al-Mg1) con núcleo intermedio FR de 3.00mm de espesor. Aluminio lacado a la cara exterior con pintura bicapa en PVdFKynar 500 de 26 +/- 4 en color a definir por la DF, pintura de protección en la cara interior y cara exterior protegida con film plástico de 100. Corte y fresado de las planchas para la creación del dintel o el alfeizar a las dimensiones necesarias. Totalmente instalado, y soportado mediante anclaje de remache del mismo color que el panel composite, incluso subestructura de omegas galvanizadas ancladas a dinteles existentes con tacos HILTI, totalmente nivelados. Los perfiles interiores de los paneles deberán estar justificados por el Documento de Idoneidad Técnica (D.I.T. 405) de ALUCOIL. Con p.p, de estructura, formación de dintel contra carpintería, etc, todo según sección constructiva. Esta definición es aplicable tanto a los vierteaguas como a los dinteles o a los remates superiores de coronación de toda la fachada, bien en la zona de paneles fotovoltaicos o bien en la zona de fachada ventilada.

El aislamiento térmico-acústico a instalar por el exterior de la fachada será de paneles flexibles hidro-repelentes, en formato paneles de 1,25 x 0,60 m., de LANA MINERAL NATURAL ULTRAVENT BLACK DE KNAUF INSULATION, según norma EN 13162, de 100 mm de espesor nominal, con una resistencia térmica de 2,90 m².K/W, reforzados en su cara exterior de un tejido de vidrio de color negro, que aumenta su resistencia a la tracción y les dota de una agradable estética de acabado, fijados al muro portante mediante tacos de polipropileno Ultravent blancos de 10 mm de diámetro, 90 mm de longitud y 90 mm de diámetro de corona. El mismo material, pero en espesores de 40mm. se empleará en los laterales de las

mochetas para resolver los puentes térmicos y no invadir en exceso la luz libre del hueco, de acuerdo a los detalles en planos.

Fachadas sistema SATE (patio):

Se ha proyectado un sistema de renovación de las fachadas existentes a base de placas rígidas de poliestireno expandido de 8 cm. de espesor de 15 kg./m³ de densidad, sistema Coteterm de Texsa Morteros o equivalente, adhesión de las placas mediante mortero hidráulico Coteterm M, añadiéndole un 8% en peso de cemento gris CEM II/B-P 32,5 N, ancladas mecánicamente con Cotespiga-90, revestido de las mismas con mortero hidráulico Coteterm M, armado con malla Coteterm de fibra de vidrio de 5x5 mm.de 183 g/m² y terminación final con revestimiento pétreo decorativo impermeable en color Coteterm Acabado, en posesión del D.I.T.E. nº 06-0089, s/NTE-RPR-9. Según despiece de planos, con entrecalles de 2 y 4 cms. El mismo material, pero en espesores de 40mm. se empleará para los laterales de mochetas de pilares, con el fin de no mermar en exceso la luz libre del hueco.

Paneles Fotovoltaicos:

En la envolvente del edificio 42 se van a incluir módulos fotovoltaicos (FV) integrados en la fachada. Se ha buscado una óptima integración arquitectónica en la fachada ventilada que se va a construir, y que tiene como finalidad mejorar el estado del edificio y su eficiencia energética. Los módulos irán integrados en sustitución de parte de los elementos constructivos convencionales que van a instalarse.

Debido a que se disponen de 64 módulos FV, modelo E18-SPR-305 y 44 módulos FV modelo E20-327 de alta eficiencia de Sunpower, se ha decidido utilizarlos para tal fin. Las fachadas donde se instalarán los módulos FV son verticales y las orientaciones son tres: este, sur y oeste. Los siguientes puntos resumen algunas características descriptivas del edificio y de los módulos fotovoltaicos, de interés para la instalación.

Se instalarán cuatro sistemas FV, 3 sistemas FV con inversores conectados a la red eléctrica y 1 sistema FV autónomo.

Las longitudes totales aproximadas de las fachadas del edificio son 42 m las fachadas este y oeste y 38 m la fachada sur.

El punto de conexión a los inversores estará en una caseta situada en la terraza a 5 m de distancia de la fachada este y a 10 m de la fachada sur. Los inversores deben ir situados dentro de dicha caseta, al igual que las conexiones DC procedentes de los módulos FV.

El laboratorio donde se sitúan el inversor y baterías del sistema FV autónomo se encuentra en el sótano 1, en la esquina noroeste del patio interior. La distancia de la terraza al sótano 1 es de 12 m. El patio interior tiene dimensiones aproximadas de 12 m (este-oeste) x 18 m (sur-norte).

La conexión en serie de los módulos FV de las ramas se realiza con los propios cables que tienen los módulos FV de fábrica, por lo que solo es necesario dimensionar los cables entre los terminales de las ramas y la entrada a los inversores.

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos FV a instalar, ya en propiedad del Ciemat, son los modelos de Sunpower E18-SPR-305W, para las fachadas sur y oeste, y el E20-327W para la fachada este. Todos son módulos FV de alto rendimiento, ya que sus células tienen los contactos eléctricos por su cara posterior. Las dimensiones de todos los módulos FV son iguales: 1559 mm de largo por 1046 de ancho (Figura 1), el peso es de 18,6 kg y tienen marco de aluminio. Las características eléctricas se recogen en la Tabla 1.

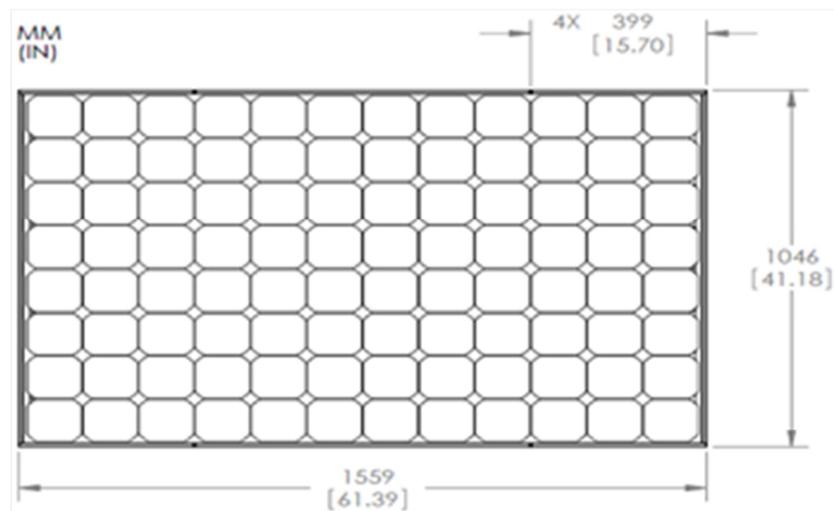


Figura 39. Dimensiones de los módulos fotovoltaicos.

Los módulos FV poseen diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y reducir las pérdidas de sombreado. Incorporan el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Además cumplen la Normas UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación, la Norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UL1703.

Tabla 1. Resumen de las características eléctricas principales de los dos tipos de módulos.

	SunPower E18-305W	SunPower E20-327W
Cantidad a instalar	30 +16 +16 +2 = 64	42 + 2 = 44
Fachada	sur + oeste	este
Voc (V)	64,2	64,9
Isc (A)	5,96	5,98
Vm (V)	54,7	54,7
Im (A)	5,58	5,98
Pm (W)	305	327

ESTRUCTURA DE SOPORTE

La estructura de soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo. El diseño de la estructura se realizará para la posición especificada, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

Al ser la estructura de tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

Los módulos FV irán colocados sobre las fachadas verticales, en posición apaisada. Se instalarán dos filas en la parte alta de la totalidad de la fachada este, parte de la fachada sur y

los dos partes salientes de la fachada oeste. El tipo de sujeción será compatible con las de la reforma que se realizará en el resto de la envolvente del edificio.

Los módulos FV irán separados de la pared para permitir la aireación por la cara posterior e incluirá embellecedores perforados en la línea inferior.

SUBCAMPOS E INVERSORES ASOCIADOS

A cada subcampo FV que conforma la instalación irá asociado un inversor. A continuación se describen dichos subcampos, por fachadas.

Fachada este

En la fachada este se instalarán 44 módulos del modelo de nueva adquisición Sunpower E20-327. De ellos, 42 formarán parte del sistema fotovoltaico, e irán conectados a 3 inversores monofásicos, en grupos de 7 módulos en serie y 2 módulos en paralelo (7s x 2p) cada uno. Las salidas de los inversores se conectarán en el punto de red, formando una configuración trifásica en Y. Los dos módulos restantes, colocados en la fachada pero sin conectarse a ningún inversor, se situarán lo más próximos posible a la caseta, entre los subcampos 2 y 3 e irán cableados individualmente hasta la caseta de los inversores.

Subcampos FV este:

El campo este está configurado por 3 subcampos de 14 módulos FV cada uno, con configuración 7s x 2p. A continuación se indican las características de cada subcampo, uno por inversor:

$$V_{oc} = 64,9 \times 7 = 454,3 \text{ V}$$

$$V_{oc}(-10^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(25^{\circ}\text{C}) - 0,1766 * (-10 - 25) = 71,08 \text{ V}$$

$$V_{oc}(-10^{\circ}\text{C}) \times 7 = 497,57 \text{ V} < V_{inv \text{ max}}$$

$$V_{oc}(70^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(25^{\circ}\text{C}) - 0,1766 * (+70 - 25) = 56,95 \text{ V}$$

$$V_{oc}(70^{\circ}\text{C}) \times 7 = 398,67 \text{ V} > V_{inv \text{ min}}$$

$$I_{sc} = 6,46 \times 2 = 12,92 \text{ A} < I_{inv \text{ max}}$$

$$V_m = 54,7 \times 7 = 382,9 \text{ V}$$

$$I_m = 5,98 \times 2 = 11,96 \text{ A}$$

Las distancias medias entre los subcampos y los inversores, que se encuentran en la caseta del punto de conexión a la red, aproximadamente son:

Subcampo E1.....30 m

Subcampo E2.....20 m

Subcampo E3.....15 m

La salida de los terminales positivo y negativo de cada una de las 3 ramas se cablearán hasta la caseta de los inversores con cable unipolar resistente a la humedad y a la radiación solar con aislamiento para 1000 Vcc. La sección mínima de este cable será de 4 mm².

Fachada sur

En la fachada sur se instalarán un total de 30 módulos del modelo SunPower E20-305, de los cuales 28 formarán parte del sistema fotovoltaico, conectados en una configuración de 7 módulos en serie y 4 en paralelo (7s x 4p) a un único inversor trifásico. Los dos módulos restantes se utilizarán para medidas de referencia y se cablearán de forma individual hasta la caseta de los inversores.

Subcampo FV sur:

El campo sur está constituido por 28 módulos FV en configuración 7s x 4p. A continuación se indican las características del campo:

$$V_{oc} = 64,2 \times 7 = 449,4 \text{ V} < 600 \text{ V}$$

$$V_{oc}(-10^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(25^{\circ}\text{C}) - 0,1766 * (-10 - 25) = 70,38 \text{ V}$$

$$V_{oc}(-10^{\circ}\text{C}) \times 7 = 492,66 \text{ V} < V_{inv \text{ max}}$$

$$V_{oc}(70^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(25^{\circ}\text{C}) - 0,1766 * (+70 - 25) = 56,85 \text{ V}$$

$$V_{oc}(70^{\circ}\text{C}) \times 7 = 397,97 \text{ V} > V_{inv \text{ min}}$$

$$I_{sc} = 5,96 \times 4 = 23,84 \text{ A} < I_{inv \text{ max}}$$

$$V_m = 54,7 \times 7 = 382,9 \text{ V}$$

$$I_m = 5,58 \times 4 = 22,32 \text{ A}$$

La distancia media entre el campo y el inversor, en la caseta del punto de conexión a la red, es:

Subcampo S.....35 m

Los terminales positivo y negativo de salida de cada una de las 4 ramas de 7 módulos FV en serie se cablearán hasta la caseta de los inversores con cable unipolar resistente a la humedad y a la radiación solar con aislamiento para 1000 Vcc. La sección mínima de este cable será de 4 mm².

Los dos módulos FV restantes, de referencia, también se cablearán con el mismo tipo de cable hasta la sala de inversores

Fachada oeste

En la fachada oeste se instalarán 32 módulos FV modelo E18-305W, de los que la mitad formará el subcampo oeste-lado-sur y se conectarán a un inversor monofásico con conexión a la red eléctrica situada en la sala de inversores, y los 16 restantes formarán el subcampo oeste –lado-norte e irán cableados hasta el Laboratorio de Fotovoltaica situado en el sótano 1, para formar un sistema FV autónomo con baterías.

Subcampo FV oeste conectado a red (fachada oeste-lado sur)

El subcampo oeste lado sur conectado a red está constituido por 16 módulos FV en configuración 8s x 2p. A continuación se indican las características del campo:

$$V_{oc} = 64,2 \times 8 = 513.6 \text{ V}$$

$$V_{oc}(-10^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(25^{\circ}\text{C}) - 0,1766 * (-10 - 25) = V_{inv \text{ max}}$$

$$V_{oc}(-10^{\circ}\text{C}) \times 8 = 563,05 \text{ V} < 600 \text{ V}$$

$$V_{oc}(70^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(25^{\circ}\text{C}) - 0,1766 * (+70 - 25) = V_{inv \text{ min}}$$

$$V_{oc}(70^{\circ}\text{C}) \times 7 = 454,82 \text{ V} > 230 \text{ V}$$

$$I_{sc} = 5,96 \times 2 = 11.92 \text{ A} < I_{inv \text{ max}}$$

$$V_m = 54,7 \times 8 = 437.6 \text{ V}$$

$$I_m = 5,58 \times 2 = 11.16 \text{ A}$$

Los 16 módulos FV que forman el subcampo de la fachada oeste-lado-norte, para el sistema FV autónomo, también son del modelo E18-305W, y van conectados en ramas de 2 módulos

FV en serie, 2s, formado 8 parejas que van cableadas por separado hasta el Laboratorio de Fotovoltaica del sótano 1.

La distancia media entre el subcampo oeste-lado sur (W-S) y el inversor, en la caseta del punto de conexión a la red es:

Subcampo W-S.....30 m

La distancia media entre el subcampo oeste-lado norte (W-N) y el laboratorio del sótano 1 (sistema FV autónomo) es:

Subcampo W-N.....40 m

Los inversores serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable, para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día. Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

Inversores fotovoltaicos para conexión a la red eléctrica, con seguimiento del punto de máxima potencia del campo fotovoltaico, compatibles con la red eléctrica y que cumplan las normas específicas para esta aplicación, el REBT y las directivas de la CE de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Las potencias, tensiones e intensidades nominales y de seguimiento del punto de máxima potencia serán compatibles con los subcampos fotovoltaicos indicados en los apartados anteriores.

Los inversores llevarán aislamiento galvánico entre la parte continua y la parte alterna.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Los inversores incluirán una interfase de comunicación tipo RS432 o similar, para monitorizar en un PC los datos instantáneos de entrada y salida, de intensidades, potencias y tensiones.

El rendimiento será superior al 94% y la distorsión armónica total THD de intensidad inferior al 3%, ambos valores a potencia nominal.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Los inversores serán de tecnología actual para el mercado fotovoltaico de acuerdo con el estado del arte y tendrá una garantía mínima de 2 años.

CABLEADO

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente. Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, resistente a la humedad y a la radiación solar UV, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123, con aislamiento eléctrico de 1000 V.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos. Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para el cálculo de la sección de los cables, se considerarán los datos de distancias, intensidad de corriente y caída máxima de tensión en cada caso. Las conexiones en paralelo entre ramas de módulos se realizan en cajas DC en la caseta de los inversores, por lo que para el cálculo de las secciones de cables se tendrá en cuenta la Tabla 2.

Tabla2. Datos para el cálculo de las secciones mínimas de cada cable DC, desde cada rama hasta la caja de conexiones en la caseta.

	Configuración módulos por cable	Distancia (m)	Isc (A)	I _{max} (A) (Isc x 1,25)	I _m (A)	V _m (V)	Número de cables
Subcampo E1	7s	30	6,46	8,1	5,98	382,9	4
Subcampo E2	7s	20	6,46	8,1	5,98	382,9	4
Subcampo E3	7s	15	6,46	8,1	5,98	382,9	4
Subcampo S	7s	35	5,96	7,5	5,58	382,9	8
Subcampo W-S	8s	30	5,96	7,5	5,58	437,6	4

Criterio de máxima intensidad admisible por el cable

La Norma IEC 60364-7-712 Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7-712: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV), indica que el cable de cada rama debe soportar, a su temperatura de trabajo, 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en condiciones estándar del módulo. Esta intensidad máxima va asociada a una sección máxima del conductor en cada caso.

A su vez, el REBT en la ITC -BT 14 establece que la intensidad máxima admisible a considerar será la fijada según la Norma UNE 20460-5-523 con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecidas en la ITC-BT-10. La Tabla 5, extraída de dicha norma recoge los valores para los distintos tipos de conductores y de aislamientos.

Por otra parte han de reducirse las pérdidas de generación eléctrica de los cableados a un valor inferior al 2%

Además, para garantizar un margen mayor de funcionamiento, se pueden considerar temperaturas de trabajo de hasta 60 °C, lo que implicaría multiplicar los valores de intensidades de la tabla anterior por el factor 0,8, según la Instrucción técnica complementaria del REBT ITC-BT06.

Criterio de la máxima caída de tensión permisible en el cable

El Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE establece que, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión total en la parte de continua sea inferior al 1,5 %. Para calcular esa sección mínima, $S_{m,rama}$ se aplica la fórmula:

$$S_{m,rama} = \frac{2 \cdot L_{rama} \cdot I_{MOD,M,STC}}{\Delta V_{rama} \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,M,STC} \cdot \sigma}$$

Donde L_{rama} es la longitud del cable de la rama al inversor y σ es la conductividad del cobre, con valor $56 \cdot 10^6$ S/m o, más convenientemente $56 \text{ m}\cdot\text{S}/\text{mm}^2$, que es lo mismo que $56 \text{ m}/\Omega\cdot\text{mm}^2$. Sustituyendo este valor y el de las otras variables en la fórmula anterior, obtenemos las secciones mínimas para cada caso según este criterio. En general, se asocia una caída máxima al tramo módulos-caja DC y otra al tramo caja DC-inversor de 1% y 0,5%, respectivamente. En la tabla 3 se incluyen las pérdidas del tramo largo en cada caso, con caídas máximas del 1,5% y 1%.

Tabla 3. Sección mínima de los cables de cada subcampo FV, según el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE.

Subcampo	módulos por cable	Distancia (m)	Sección min (mm ²)		Número de cables
			caída max 1,5%	caída max 1%	
E1	7s	30	1,1	1,7	4
E2	7s	20	0,7	1,1	4
E3	7s	15	0,6	0,8	4
S	7s	35	1,2	1,8	8
W-S	8s	30	0,9	1,4	4

Criterio de pérdidas de producción en el cableado

Por otra parte han de reducirse las pérdidas de generación eléctrica de los cableados a un valor inferior al 2%

Según lo anterior, en todos casos de los de la tabla 2 la sección mínima de los cables ha de ser igual o superior a 4 mm².

CONEXIÓN A RED

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

PROTECCIONES

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Vm y 0,85 Vm respectivamente) serán para cada fase.

CONDUCTORES

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA

La definición del tipo de material para la fachada ventilada se hizo en función de estos módulos FV, buscando un producto que permitiera grandes dimensiones, del tamaño de los módulos, de tal manera que si un día fuera necesario pudieran intercambiarse los paneles entre sí sin que el global de la fachada sufriera un menoscabo en su imagen general, adaptando la modulación y el aspecto general al de estos elementos, de tal manera que la integración fuera lo más acertada posible.

De esta manera los módulos fotovoltaicos, que ocupan una superficie total de unos 176 m², sustituyen elementos constructivos convencionales integrándose en las zonas altas de una parte de las fachadas este, sur y oeste, con el fin de recibir una mayor insolación. La combinación de estos elementos con los paneles de hormigón polímero utilizados en las fachadas consigue una buena integración desde el punto de vista estético, debido a la semejanza en colores y formas. Sin embargo, la integración no ha buscado disimular la existencia de módulos fotovoltaicos, sino que ha considerado que hacerlos visibles tiene un efecto positivo, y consigue una imagen moderna y ejemplarizante.

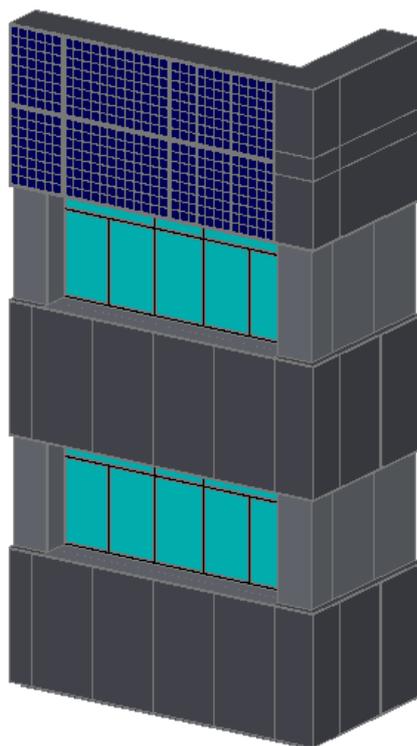
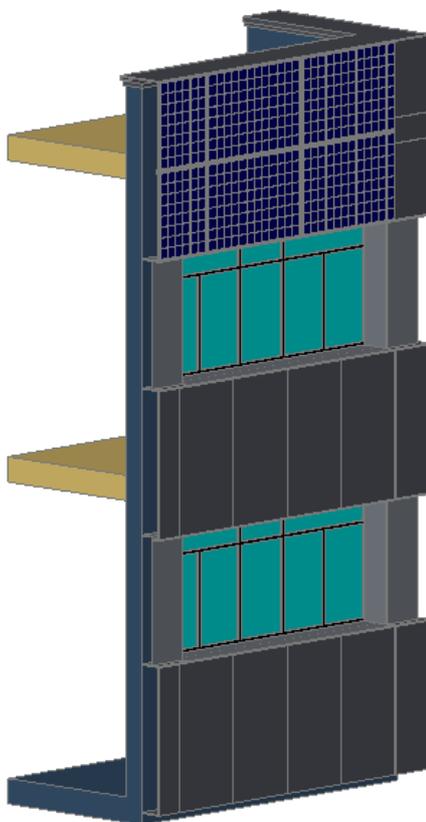


Figura 40. Detalles de integración en fachada de los módulos fotovoltaicos. Fuente CIEMAT



MONITORIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Con el fin de hacer un seguimiento continuado del funcionamiento y cuantificar la energía solar fotovoltaica generada y consumida en el Edificio 42 del CIEMAT, se está procediendo a la monitorización de la instalación. Esta labor incluye la monitorización de los distintos parámetros eléctricos de cada subsistema y de las variables meteorológicas locales. Los resultados se visualizan en forma de gráficos y figuras, del que se muestran ejemplos en las Figuras 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50 y 51, permite la visualización en tiempo real de los parámetros eléctricos y meteorológicos y también realiza el cálculo de las producciones eléctricas.

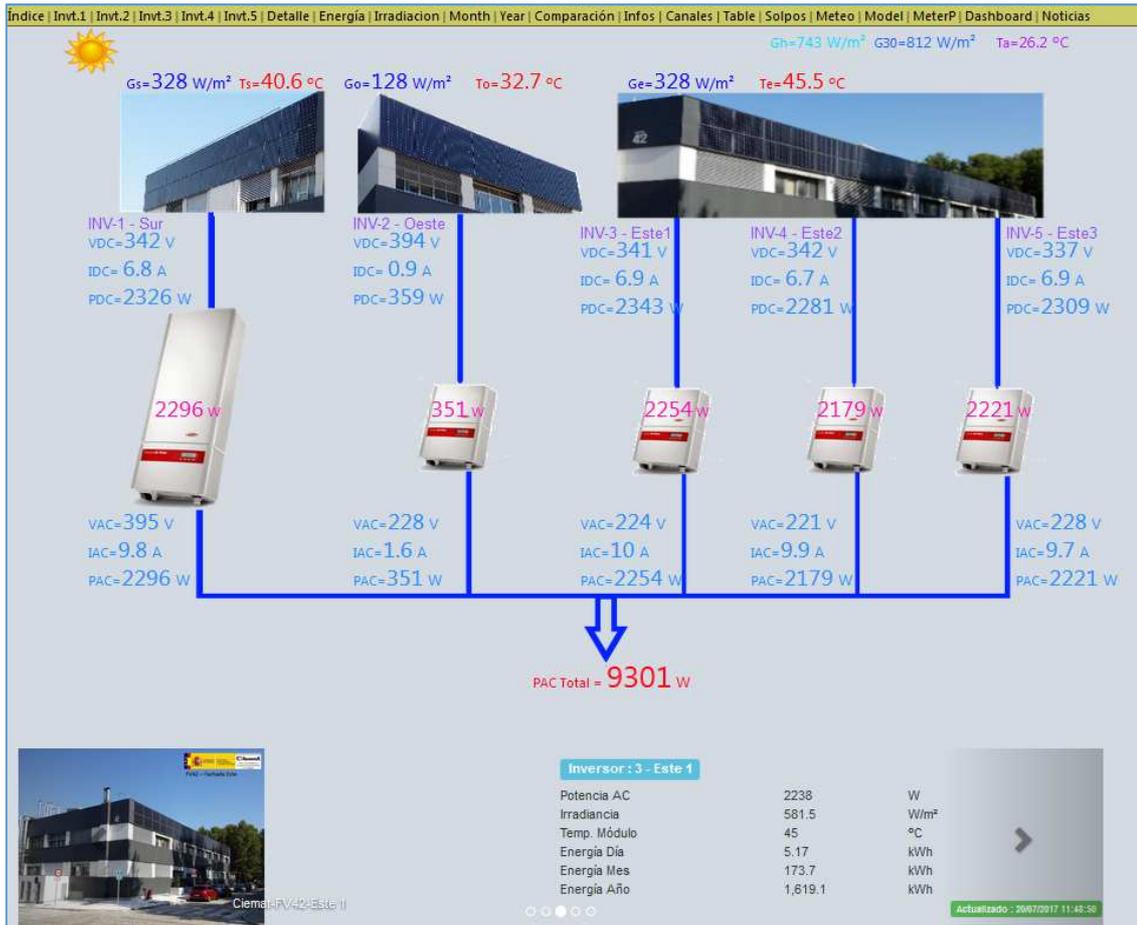


Figura 41. Datos de potencias de los distintos inversores. Fuente CIEMAT



Figura 42. Energía en Kwh producidos en los distintos inversores. Fuente CIEMAT

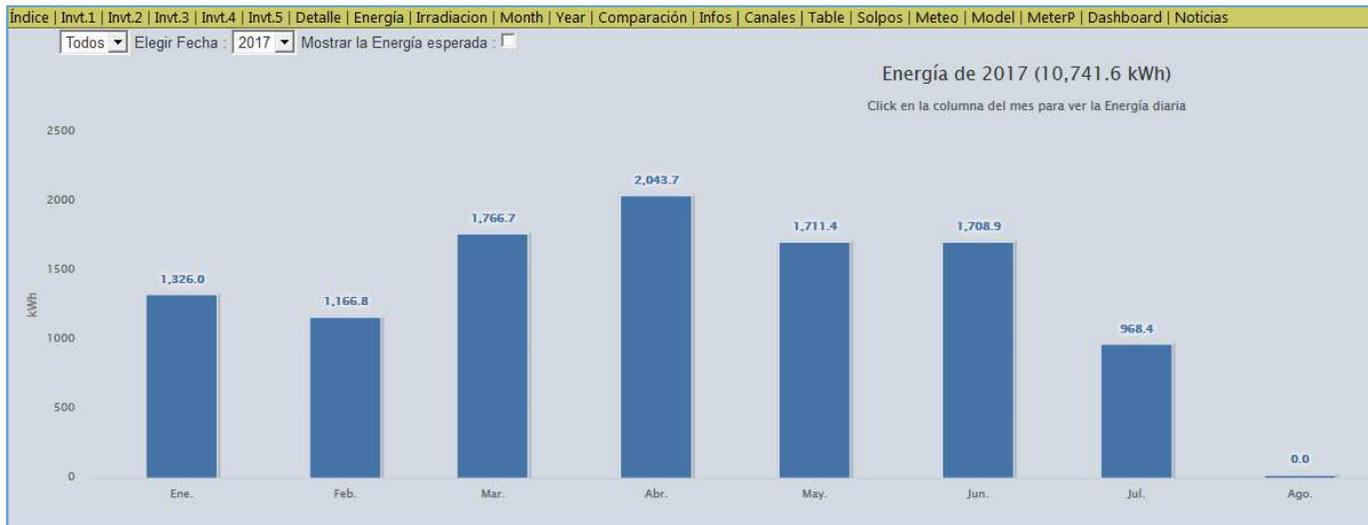


Figura 43. Energía en Kwh producidos en los distintos meses del año 2017. Fuente CIEMAT



Figura 44. Energía en Kwh producidos en los distintos días del mes de Julio. Fuente CIEMAT

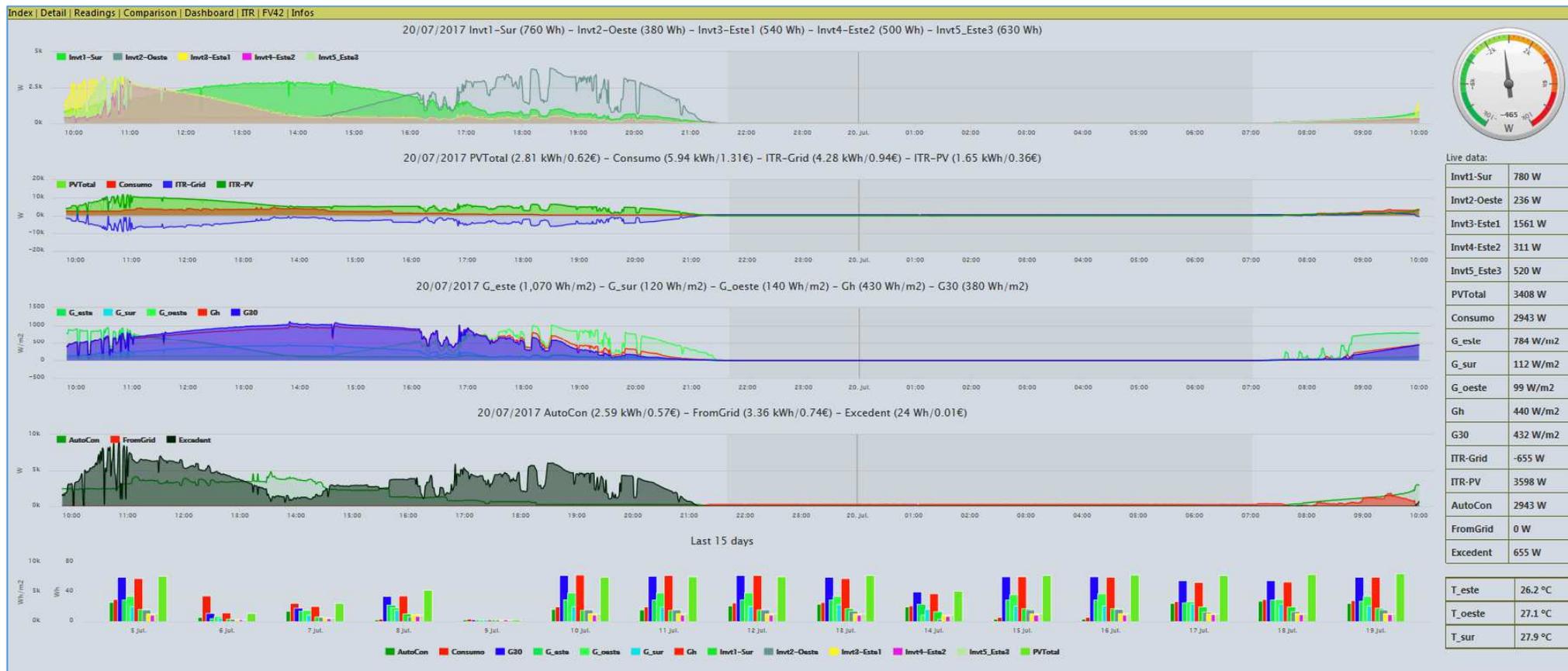


Figura 45. Cuadro general de potencias y producciones parciales y totales de los distintos campos. Fuente CIEMAT



Figura 46. Diagramas de barras y gráficas de energía y pérdidas. Fuente CIEMAT

11:57:49

' Hora solar y ángulos del sol '

Latitud y Longitud:

Latitud [+N]: 40.41 Longitud [+E]: -3.73

Modelo	Hora local	Hora UTC	Hora Solar	Acimut Solar	Cenit Solar	Altura Solar
SPA NREL	11:57:49	09:57:49	09:36:32	-67.7743 °	36.3282 °	53.6718 °
PSA-CIEMAT	--	--	--	-67.779 °	36.3404 °	53.6596 °
GRENA1	--	--	09:36:18	-67.7995 °	36.3831 °	53.6169 °
GRENA2	--	--	09:36:24	-67.7988 °	36.3542 °	53.6458 °
GRENA3	--	--	09:36:31	-67.7815 °	36.3298 °	53.6702 °
GRENA4	--	--	09:36:31	-67.7789 °	36.3302 °	53.6698 °
GRENA5	--	--	09:36:32	-67.7754 °	36.3266 °	53.6734 °
	Día Juliano	Mediodía	Salida sol	Puesta sol	Duración del día	
SPA NREL	2457954.9152	14:21:17	07:01:34	21:40:31	14:38:56	

Ángulos del sol

Plano de sombras

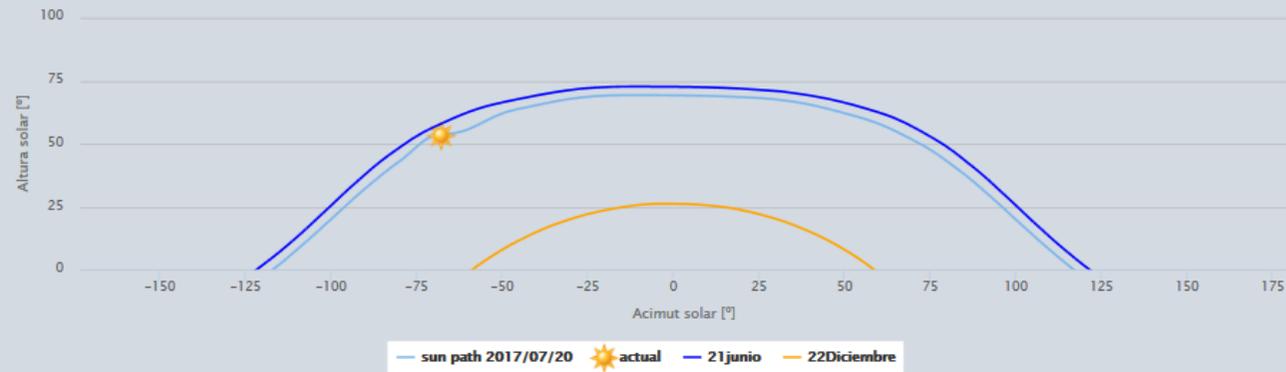


Figura 47. Altura y acimut solar, según fecha anual. Fuente CIEMAT



Figura 48 Graficas de los distintos inversores y potencia diaria en los últimos 20 días.Fuente CIEMAT



Figura 49. Graficas generación de energía en el 2015. Fuente CIEMAT



Figura 50. Graficas generación de energía en el 2016. Fuente CIEMAT

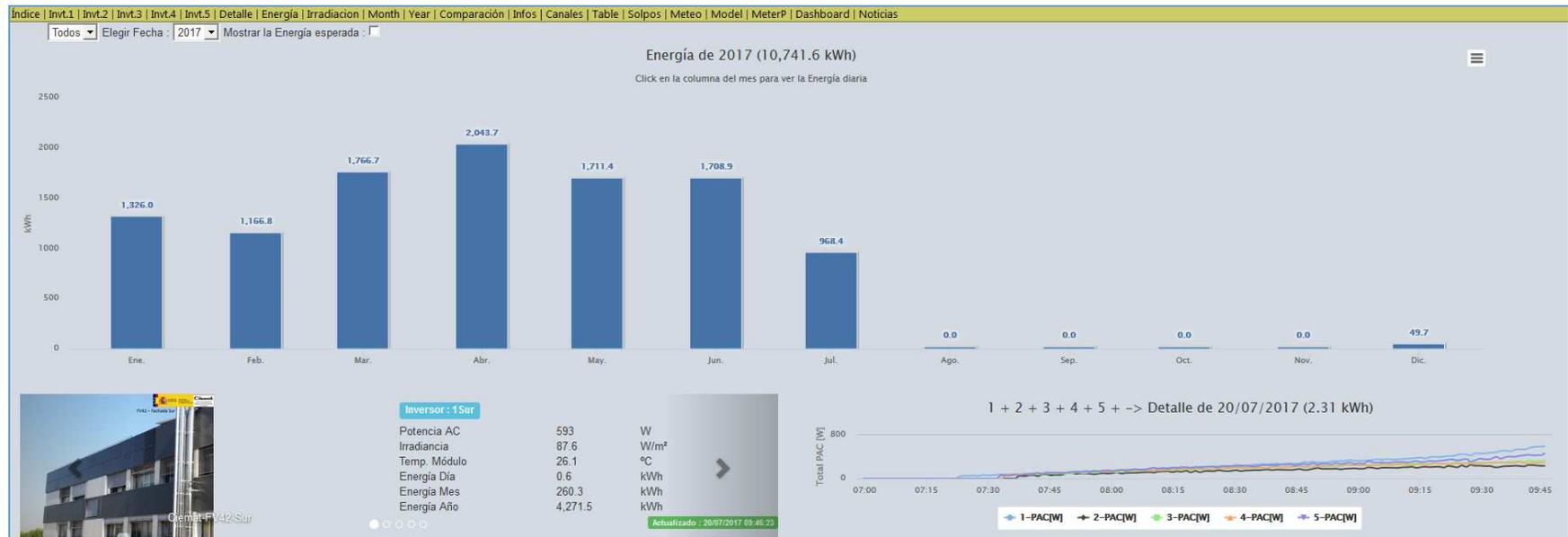


Figura 51. Graficas generación de energía en el 2017. Fuente CIEMAT

Se adjunta el anexo III con los planos de integración de los paneles fotovoltaicos en fachadas.

3.2. Resultados obtenidos en la calificación Energética del edificio completo, después de las mejoras.

Una vez introducidos los datos necesarios, con las mejoras realizadas en el proyecto de rehabilitación del edificio 42 del Ciemat, se ha obtenido mediante el programa CEXv2.3 la siguiente calificación energética del edificio:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Intensidad Media - 12h
----------------	----	-----	------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	48.7 C	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	C	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	B
		20.06		0.64	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	B	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	B
		3.07		12.87	

Figura 52. Calificación energética obtenida después de la rehabilitación del edificio 42.

Fuente: CEXv2.3.

Como podemos observar la modificación del aislamiento y configuración de las fachada y cubiertas, así como el cambio y la implementación de protección solar de las ventanas y la sustitución de los sistemas de ACS y parte de la de climatización del edificio por unos sistemas mucho más eficientes, consiguen una reducción en las emisiones de Dióxido de carbono de 148 kg CO₂/m² año lo cual implica el cambio de indicador global de emisiones G a C

Igualmente se reduce el consumo global de energía primaria no renovable en 528,46 kWh/m² año lo cual implica finalmente el cambio de indicador global de consumo de energía primaria G a D.

Se reducen en un porcentaje equivalente las emisiones en refrigeración y ACS, siendo algo menor la reducción en las emisiones de calefacción.

Se adjunta anexo V, con el informe descriptivo de la medida de mejora.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIO.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	EDIFICIO 42		
Dirección	Av Complutense, 40,		
Municipio	Madrid	Código Postal	28040
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
Zona climática	D3	Año construcción	1975
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastrales	8887410VK3788H0001ZJ		

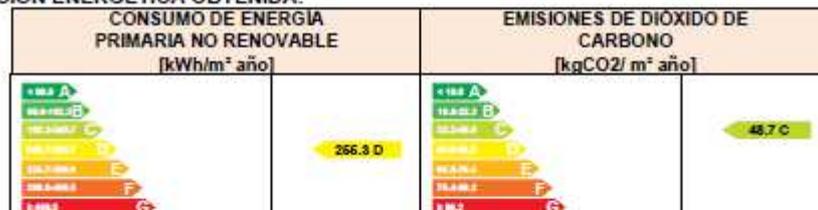
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<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	Jesús Sebastián Alfaro	NIF(NIE)	50189807N
Razón social	Av Complutense, 40,	NIF	50189807N
Domicilio	Av Complutense, 40,		
Municipio	MADRID	Código Postal	28040
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
e-mail:	jesus.sebastian@ciemat.es	Teléfono	675800361
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto Técnico. Colegiado nº 100621 COAAT Madrid		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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: 19/07/2017

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:

Fecha
Ref. Catastral

19/07/2017
8887410VK3788H0001ZJ

Página 1 de 8

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 [m ²]	3554.1884
--	-----------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta en contacto con el aire	Cubierta	1338.08	0.06	Conocidas
FACHADA NORTE EN CONTACTO CON EL TERRENO	Fachada	66.71	0.67	Estimadas
FACHADA SUR EN CONTACTO CON EL TERRENO	Fachada	66.71	0.67	Estimadas
FACHADA ESTE EN CONTACTO CON EL TERRENO	Fachada	96.85	0.54	Estimadas
FACHADA NORTE PRINCIPAL	Fachada	326.66	0.22	Conocidas
FACHADA SUR PRINCIPAL	Fachada	360.0	0.22	Conocidas
FACHADA ESTE PRINCIPAL	Fachada	217.93	0.22	Conocidas
FACHADA OESTE PRINCIPAL(a)	Fachada	99.32	0.22	Conocidas
FACHADA OESTE PRINCIPAL(b)	Fachada	76.36	0.22	Conocidas
FACHADA OESTE PRINCIPAL(c)	Fachada	99.32	0.22	Conocidas
FACHADA ORIENTADA AL SUR (EN LADO OESTE)	Fachada	28.01	0.22	Conocidas
FACHADA ORIENTADA AL NORTE (EN LADO OESTE)	Fachada	28.01	0.22	Conocidas
FACHADA NORTE PASILLO DE ENTRADA	Fachada	19.34	0.22	Conocidas
FACHADA SUR PASILLO DE ENTRADA	Fachada	19.34	0.22	Conocidas
FACHADA SUR CUARTO DE CUBIERTA (a)	Fachada	9.68	0.22	Conocidas

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
FACHADA SUR CUARTO DE CUBIERTA (b)	Fachada	7.03	0.22	Conocidas
FACHADA ESTE CUARTO DE CUBIERTA (a)	Fachada	13.34	0.22	Conocidas
FACHADA ESTE CUARTO DE CUBIERTA (b)	Fachada	5.73	0.22	Conocidas
FACHADA OESTE CUARTO DE CUBIERTA	Fachada	1.76	0.22	Conocidas
FACHADA NORTE EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	24.99	1.03	Estimadas
FACHADA SUR EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	24.99	1.03	Estimadas
FACHADA ESTE EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	48.39	1.03	Estimadas
FACHADA OESTE EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	48.39	1.03	Estimadas
SUELO EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Suelo	134.36	0.39	Estimadas
SUELO EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR PLANTA 0	Suelo	20.54	1.50	Conocidas
SUELO EN CONTACTO CON CAMARA SANITARIA	Partición Interior	552.0	1.10	Estimadas
PARTICIÓN INTERIOR HORIZONTAL CON ESPACIO NH INFERIOR	Partición Interior	615.0	1.59	Conocidas
PARTICIÓN INTERIOR VERTICAL	Partición Interior	141.85	2.27	Estimadas
FACHADA NORTE DEL PATIO INTERIOR	Fachada	154.49	0.26	Conocidas
FACHADA SUR DEL PATIO INTERIOR	Fachada	154.49	0.26	Conocidas
FACHADA ESTE DEL PATIO INTERIOR	Fachada	94.82	0.26	Conocidas
FACHADA OESTE DEL PATIO INTERIOR	Fachada	105.51	0.26	Conocidas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
N-(3.42x1.51)	Hueco	61.97	3.40	0.65	Estimado	Estimado
N-(2.91x1.51)	Hueco	8.79	3.40	0.65	Estimado	Estimado
N-(3.38x1.51)	Hueco	10.21	3.40	0.65	Estimado	Estimado
N-(3.22x1.51)	Hueco	19.45	3.39	0.66	Estimado	Estimado
N-(3.42x0.65)	Hueco	2.22	3.41	0.64	Estimado	Estimado
N-(3.22x0.65)	Hueco	4.19	3.43	0.63	Estimado	Estimado
N-(2.95x0.45)	Hueco	1.33	3.46	0.59	Estimado	Estimado
S-(3.42x1.51)	Hueco	30.99	3.40	0.17	Estimado	Estimado
S-(2.68x1.51)	Hueco	8.09	3.40	0.17	Estimado	Estimado
S-(3.45x1.51)	Hueco	20.84	3.43	0.16	Estimado	Estimado
S-(3.49x1.31)	Hueco	36.58	3.41	0.17	Estimado	Estimado
E-(3.49x1.51)	Hueco	89.59	3.40	0.20	Estimado	Estimado
E-puerta	Hueco	8.32	3.58	0.48	Estimado	Estimado
Oa-(3.40x1.51)	Hueco	46.21	3.40	0.24	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ob-(3.32x1.51)	Hueco	20.05	3.39	0.20	Estimado	Estimado
Ob-(3.54x1.51)	Hueco	10.69	3.40	0.20	Estimado	Estimado
Ob-puerta1	Hueco	6.58	3.77	0.29	Estimado	Estimado
Ob-puerta2	Hueco	6.72	4.00	0.06	Estimado	Estimado
Oc-(3.40x1.51)	Hueco	46.21	3.40	0.20	Estimado	Estimado
NPI-(3.12X1.51)	Hueco	28.27	3.39	0.66	Estimado	Estimado
NPI-(2.74X1.51)	Hueco	24.82	3.40	0.65	Estimado	Estimado
NPI-(3.44X1.51)	Hueco	10.39	3.40	0.65	Estimado	Estimado
NPI-puerta	Hueco	8.03	3.58	0.48	Estimado	Estimado
SPI-(3.12X1.51)	Hueco	28.27	5.70	0.55	Estimado	Estimado
SPI-(2.74X1.51)	Hueco	24.82	3.40	0.17	Estimado	Estimado
SPI-(3.44X1.51)	Hueco	10.39	3.40	0.17	Estimado	Estimado
SPI-puerta	Hueco	8.03	3.58	0.48	Estimado	Estimado
EPI-(2.90x1.51)	Hueco	17.52	3.40	0.20	Estimado	Estimado
EPI-(3.44x1.51)	Hueco	10.39	3.40	0.20	Estimado	Estimado
OPI-(2.90x1.51)	Hueco	17.52	3.40	0.20	Estimado	Estimado
OPI-(3.44x1.51)	Hueco	10.39	3.40	0.20	Estimado	Estimado
SP2-(0.96x2)	Hueco	1.92	4.00	0.04	Estimado	Estimado
OP2-(1.48x1.30)	Hueco	1.92	3.49	0.17	Estimado	Estimado
OP2-puerta	Hueco	2.05	3.64	0.29	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera calefacción pot.nom 380W	Caldera Estándar	380	70.0	Gasóleo-C	Estimado
Sistema clima VRV zona reformada	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		294.7	Electricidad	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Enfriadora de compresión mecánica	Maquina frigorífica		345.7	Electricidad	Estimado
Sistema clima VRV zona reformada	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		264.1	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	1100.0
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Bomb de calor Qton	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		445.9	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Fancoil calor	Ventilador de caudal constante	Calefacción	46096.00
Fancoil frío	Ventilador de caudal constante	Refrigeración	30134.40
Bomba circulación anticondensación caldera 1	Bomba de caudal constante	Calefacción	435.00
Bomba circulación anticondensación caldera 3	Bomba de caudal constante	Calefacción	241.90
Bomba circulación calor retorno de depósitos de ACS.	Bomba de caudal constante	Calefacción	347.80
Bomba circulación frío/calor primario a fancoils a 2 tubos	Bomba de caudal constante	Calefacción	24192.00
Bomba circulación frío primario a fancoils a 4 tubos	Bomba de caudal constante	Calefacción	14124.00
Bomba circulación torre de refrigeración-enfriadora	Bomba de caudal constante	Calefacción	14124.00
TOTALES			129695.1

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Zona no acondicionada	6.61	1.32	500.00	Conocido
Zona acondicionada	11.71	2.34	500.00	Conocido
TOTALES	10.96			

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

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	3554.1884	Intensidad Media - 12h

6. ENERGÍAS RENOVABLES**Eléctrica**

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Generación fotovoltaica	16556.3
TOTAL	16556.3

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Intensidad Media - 12h
----------------	----	-----	------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
 48.7 C	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	C	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	B
	20.06		0.64	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	B	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	B
	3.07		12.87	

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
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	32.12	114166.11
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	16.60	59005.08

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			
 255.3 D	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	D	Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	B
	86.08		3.77	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	B	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	B
	18.14		75.99	

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.

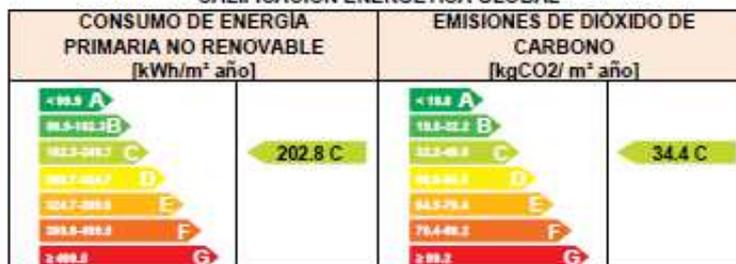
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
 72.3 E	 25.9 C
Demanda de calefacción [kWh/m ² año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² año]

El 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

INCORPORACION VRV A EDIFICIO COMPLETO

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]	17.20	73.9%	9.28	0.0%	1.93	0.0%	38.89	0.0%	103.79	32.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	33.62	B 60.9%	18.14	B 0.0%	3.77	B 0.0%	75.99	B 0.0%	202.81	C 20.6%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	5.69	A 71.6%	3.07	B 0.0%	0.64	B 0.0%	12.67	B 0.0%	34.36	C 29.5%
Demanda [kWh/m ² año]	72.26	E 0.0%	25.90	C 0.0%						

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

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Sutitución completa de la calefacción actual por sitema de VRV como el implementado para la mitad del edificio
Coste estimado de la medida
-
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	19/07/2017
--	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Capítulo 4. Conclusiones

-La instalación de las protecciones solares fijas como son los voladizos, las lamas horizontales y las lamas verticales, no suponen ahorros significativos de la demanda energética anual debido a que su colocación de forma fija penaliza la ganancia solar en invierno a través de los huecos. Por este motivo se recomienda el estudio de las protecciones solares móviles. Esto es lo que se ha incorporado al presente Proyecto

-El sombreado mediante voladizos colocados a una distancia entre 40 y 60 cm por encima de la ventana y con un vuelo de 1.5 m en las fachadas orientadas al sur, este y oeste, proporcionan un ahorro anual de la demanda de energía en torno a un 4%. Se ha descartado su instalación por el sobre coste que se producía en el conjunto de las obras de rehabilitación de las fachadas y las complicaciones constructivas que esta solución añadía a los ya de por sí complejos trabajos a ejecutar.

-La colocación de las lamas horizontales fijas supone un ahorro en la demanda total anual poco significativo, estando en torno al 2% para el mejor de los casos que tiene un ángulo de inclinación de las lamas de 0º y transmisividad de las lamas menores a 0.4. Por ello se han descartado.

-La implantación de las lamas verticales no produce ahorro en la demanda de energía anual ya que la penalización por ganancias solares en invierno es superior a los ahorros producidos en la demanda de refrigeración. Por lo mismo, se han descartado.

-La colocación del aislamiento térmico por el exterior en los muros de la fachada proporciona un ahorro en la demanda de la energía anual entre un 20 y 23% en función del espesor, haciéndose notar que al llegar a un cierto espesor los ahorros dejan de aumentar y se mantienen constantes debido en parte a la compensación entre la ganancia de ahorro en la refrigeración con la penalización del ahorro en la demanda de refrigeración.

-Sin embargo la implantación del aislamiento térmico por el interior produce un ahorro anual de la demanda entre el 1 y el 5%, en función del espesor del aislante. Por ello, se ha descartado absolutamente.

-Esta diferencia del ahorro en función de la posición del aislamiento es debida a que en el supuesto de colocar el aislante por el exterior se aprovecha toda la inercia térmica del soporte (capacidad calorífica de los materiales de construcción), la cual limita las fluctuaciones de la temperatura interior del edificio y a su vez se reduce el efecto de los puentes térmicos, de modo que se evitan las paredes "frías", la falta de confort asociada a ellas.

-Los ahorros producidos mediante la fachada ventilada son prácticamente los mismos que los obtenidos cuando se implanta el aislamiento térmico por el exterior, siendo el cómputo total del ahorro energético entre un 20 y 23% ya que el software CE3X sólo tiene en cuenta para sus cálculos los efectos resistivos, despreciándose los efectos de la ventilación convectiva que se produce en una fachada de este tipo.

-Haciendo un balance global de la energía demandada anualmente con la nueva conformación de la cubierta se observa que se pueden llegar a alcanzar sólo ahorros entorno al 2% para espesores de 14-15 cm ya que al aplicar el aislante se desfavorece al ahorro en la demanda de refrigeración.

Toda la energía generada por el sistema FV conectado a red se autoconsume de modo instantáneo en el Edificio 42, contribuyendo a una disminución de la factura de la energía eléctrica. Debido a que los módulos FV están integrados en las fachadas del edificio, con ángulos de inclinación de 90° y orientaciones sur, este y oeste, son esperables valores de potencia máxima diaria generada por el sistema FV en torno a los 10 kW, valor considerablemente inferior a los 60 kW de potencia eléctrica media consumida en el edificio durante las horas laborables. Incluso en los fines de semana, el consumo medio se sitúa en torno a los 30 kW.

De este modo, en ningún momento se espera un excedente de energía FV producida y no consumida en el propio edificio. En cualquier caso, el sistema FV está dotado de un dispositivo de “inyección cero”, que evita que haya un vertido de energía FV hacia la red eléctrica externa al edificio, en cumplimiento de la normativa vigente. La energía anual generada por el sistema FV, estimada para un año meteorológico tipo, es de 20 MWh anual. Este valor supone un 4,6 % del consumo eléctrico total del Edificio 42, que es de 432 MWh anual.

La fachada ventilada con integración de módulos fotovoltaicos ha demostrado ser una buena solución para la rehabilitación de la envolvente del Edificio 42. A la mejora del estado constructivo que ha conseguido, se unen el aumento de la eficiencia energética y la incorporación de fuentes de energía renovable. El resultado de integración arquitectónica de los módulos FV en sustitución de paneles de hormigón polímero en la fachada ha sido muy positivo. La monitorización y el análisis de los datos de la producción eléctrica y del consumo del edificio van a aportar un mayor conocimiento y experiencia de este tipo de actuaciones, que sirve de referencia para acometer rehabilitaciones similares.

Referencias Bibliográficas

Código Técnico de la Edificación (CTE).

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). Formado por documentos básicos siendo de especial interés el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE). Este Documento Básico (DB) tiene por objetivo establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones técnicas destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.

Real Decreto 235/2013. Certificación de eficiencia energética de edificios existentes.

Real Decreto por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios, tanto de nueva construcción, como existentes.

En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asigna a cada edificio una Clase Energética de Eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

Proyecto de Rehabilitación de las Cubiertas del edificio 42 del Ciemat. P1841.

Proyecto de Rehabilitación de las Fachadas del Edificio 42 del Ciemat. P1873.

Proyecto de Rehabilitación de Locales varios en plantas S1, P0 y P1 del edificio 42 del Ciemat. P1929.

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema de las dos fases de construcción del edificio 42.....	6
Figura 2. Figura 2a) Construcción de la primera fase del edificio 42, año 1975. Figura 2b).....	7
Figura 3.- Situación del edificio 42 dentro de las instalaciones del Ciemat. Fuente: CIEMAT.....	8
Figura 4. Vista Aérea Cenital del edificio 42. Fuente: Google Earth (año 2014).....	9
Figura 5. Situación y emplazamiento del edificio en Madrid. Fuente: Google Earth (año 2017).....	9
Figura 6. Orientación del edificio 42. Fuente: Google Earth.....	10
Figura 7. Detalle de la composición de la fachada. Fuente: CIEMAT.....	14
Figura 8. Figura 8a). Fachada principal este y fachada principal oeste. Figura 8b). Fuente: CIEMAT...	14
Figura 9. Figura 9a). Fachada principal norte y fachada principal sur. Figura 8 b). Fuente: CIEMAT ...	15
Figura 10. Figura 10a).Vista área de la cubierta del edificio y vista ‘in-situ’ de la cubierta.Figura 10b).	15
Figura 11.Equipos experimentales en cubierta. Fuente: CIEMAT.....	16
Figuras 12.	16
Figura 13.Imagen Caldera de ACS. Fuente: CIEMAT.....	18
Figura 14.Imagen de los Depósitos de acumulación de ACS.Fuente: CIEMAT.....	19
Figura 15.Imagen de Caldera 02 de climatización Modelo PAROMAT-TRIPLEX RL 532.....	20
Figura 16.Imagen de Caldera 02 de climatización Modelo PAROMAT-TRIPLEX RL 423.....	21
Figura 17.Imagen de la Torre de refrigeración.Fuente: CIEMAT.....	22
Figura 18.Imagen de la enfriadora por compresión mecánica. Fuente: CIEMAT.....	24
Figura 19.Imagen de la enfriadora por compresión mecánica. Fuente: CIEMAT.....	26
Figura 20.Imagen de la luminaria de 4 tubos en los despachos. Fuente: CIEMAT.....	27
Figura 21.Imagen de la luminaria de 2 tubos en los pasillos. Fuente: CIEMAT.....	27
Figura 22.Calificación energética obtenida con el programa CE3X para el edificio 42 zonificado. Fuente: CE3X versión 1.1.....	28
Figura 23.Radiación solar media acumulada diaria en la ciudad de Madrid. Fuente CIEMAT.....	41
Figura 24. Detalle de Tabla E.11, del Documento básico del HE del CTE (apéndice E). Fuente CTE.....	43
Figura 25. Detalle de Tabla E.13, del Documento básico del HE del CTE (apéndice E). Fuente CTE.....	44
Figura 26. Detalle de Tabla E.13, del Documento básico del HE del CTE (apéndice E). Fuente CTE.....	45
Figura 27. Detalle de composición del sistema SATE. Fuente SATE.....	47
Figura 28. Variación de la transmitancia global (W/m ² K) de fachada en función del espesor del aislamiento por el exterior. Fuente CIEMAT.....	48
Figura 29. Ahorros energéticos producidos mediante el sistema del aislamiento técnico por el exterior. Fuente CIEMAT.....	49
Figura 30. Detalle de composición del sistema aislamiento por el interior. Fuente Internet.....	50
Figura 31. Detalle de composición del sistema aislamiento por el interior. Fuente ULMA.....	50
Figura 32. Aislamiento Exterior. Demandas de climatización.Fuente CIEMAT.....	52
Figura 33. Aislamiento Interior. Demandas de climatización. Fuente CIEMAT.....	52
Figura 34. Fachada ventilada. Demandas de climatización. Fuente CIEMAT.....	52
Figura 35. Detalle de pavimento flotante en cubierta. Fuente CIEMAT.....	54
Figura 36. Ahorros energéticos producidos mediante la cubierta invertida. Fuente CIEMAT.....	55

Figura 37. Ahorro en demanda de energía anual y emisiones de CO2. Fuente CIEMAT	59
Figura 38. Porcentajes de ahorro obtenidos todas las propuestas de mejora analizadas así como el caso base. Fuente CIEMAT	59
Figura 39. Dimensiones de los módulos fotovoltaicos.....	70
Figura 40. Detalles de integración en fachada de los módulos fotovoltaicos. Fuente CIEMAT.....	79
Figura 41. Datos de potencias de los distintos inversores. Fuente CIEMAT	80
Figura 42. Energía en Kwh producidos en los distintos inversores.Fuente CIEMAT.....	80
Figura 43. Energía en Kwh producidos en los distintos meses del año 2017.Fuente CIEMAT	81
Figura 44. Energía en Kwh producidos en los distintos días del mes de Julio. Fuente CIEMAT.....	81
Figura 45. Cuadro general de potencias y producciones parciales y totales de los distintos campos.Fuente CIEMAT	82
Figura 46. Diagramas de barras y gráficas de energía y pérdidas. Fuente CIEMAT	83
Figura 47. Altura y acimut solar, según fecha anual.Fuente CIEMAT	84
Figura 48 Graficas de los distintos inversores y potencia diaria en los últimos 20 días.Fuente CIEMAT	85
Figura 49. Graficas generación de energía en el 2015. Fuente CIEMAT	86
Figura 50. Graficas generación de energía en el 2016. Fuente CIEMAT	86
Figura 51. Graficas generación de energía en el 2017. Fuente CIEMAT	87
Figura 52.Calificación energética obtenida después de la rehabilitación del edificio 42.	89

Anexo I Fotográfico



PATIO INTERIOR FACHADA ESTE (PREVIO A LA EJECUCIÓN)



(POSTERIOR A LA EJECUCIÓN)



PATIO INTERIOR FACHADA OESTE (PREVIO A LA EJECUCIÓN)



(POSTERIOR A LA EJECUCIÓN)



FACHADA ESTE (PREVIO A LA EJECUCIÓN)



(POSTERIOR A LA EJECUCIÓN)



FACHADA ESTE (PREVIO A LA EJECUCIÓN)



(POSTERIOR A LA EJECUCIÓN)



FACHADA SUR (PREVIO A LA EJECUCIÓN)



(POSTERIOR A LA EJECUCIÓN)



FACHADA SUR (PREVIO A LA EJECUCIÓN)



(POSTERIOR A LA EJECUCIÓN)

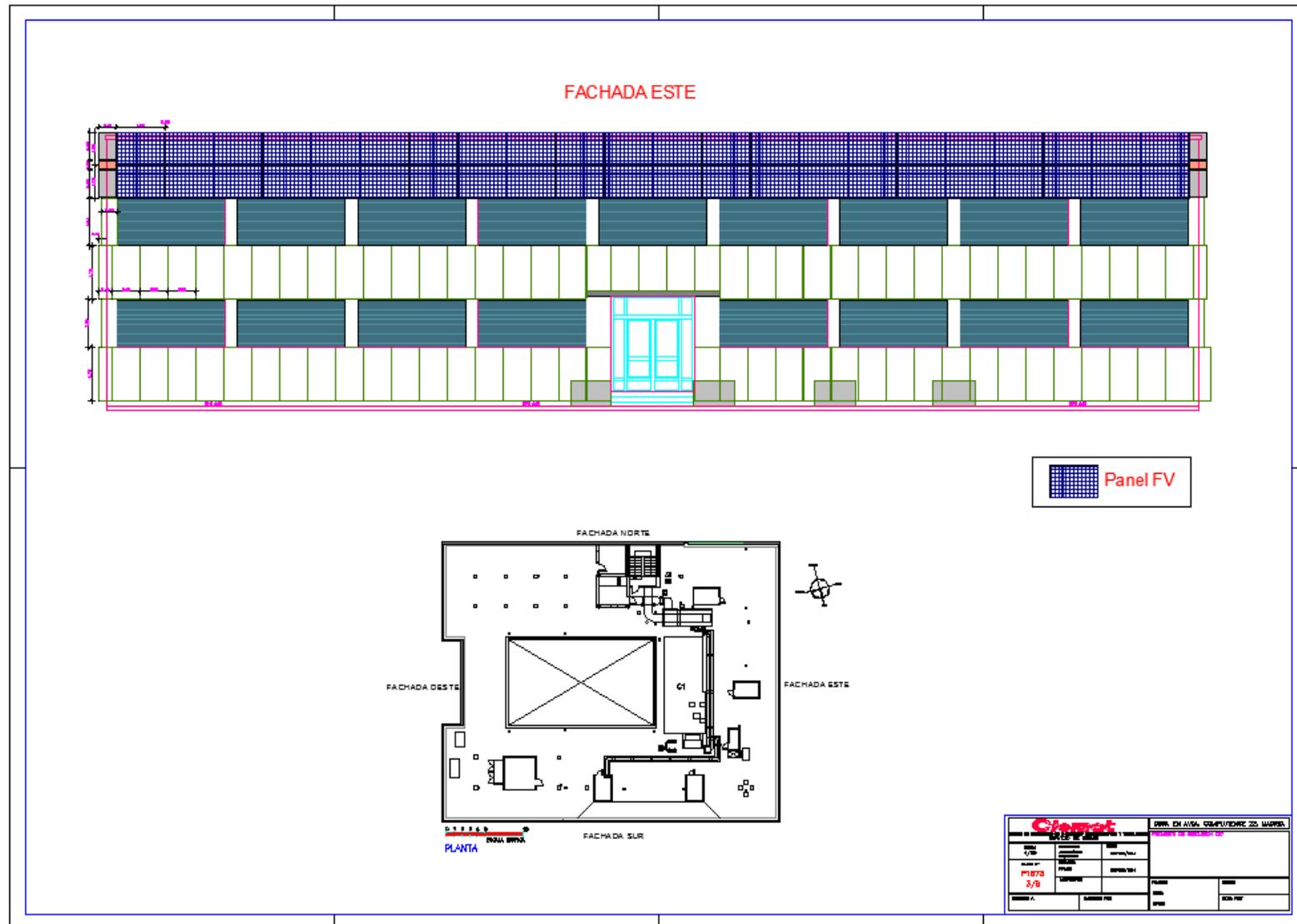


VISTA CUBIERTA (PREVIO A LA EJECUCIÓN)

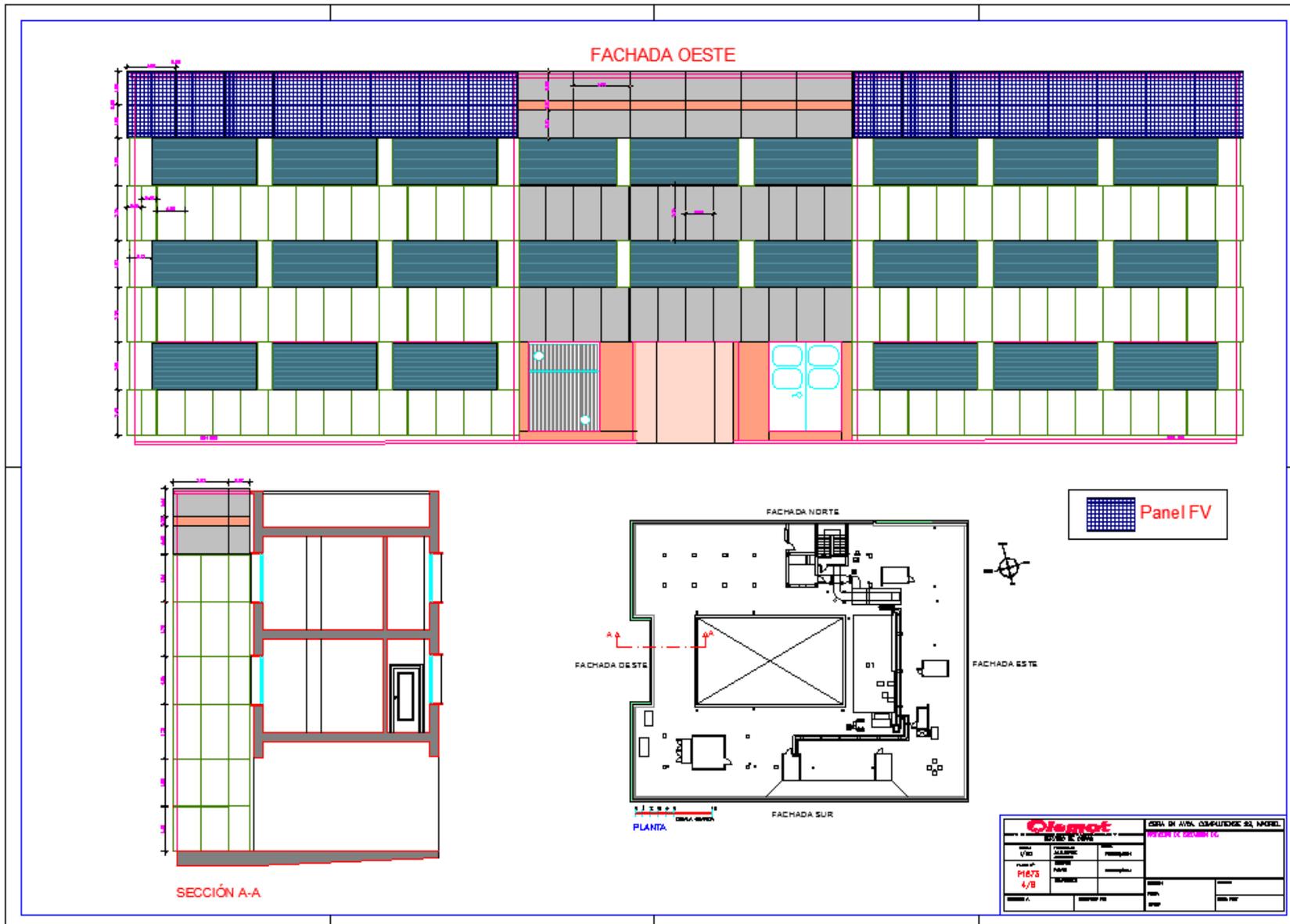


(POSTERIOR A LA EJECUCIÓN)

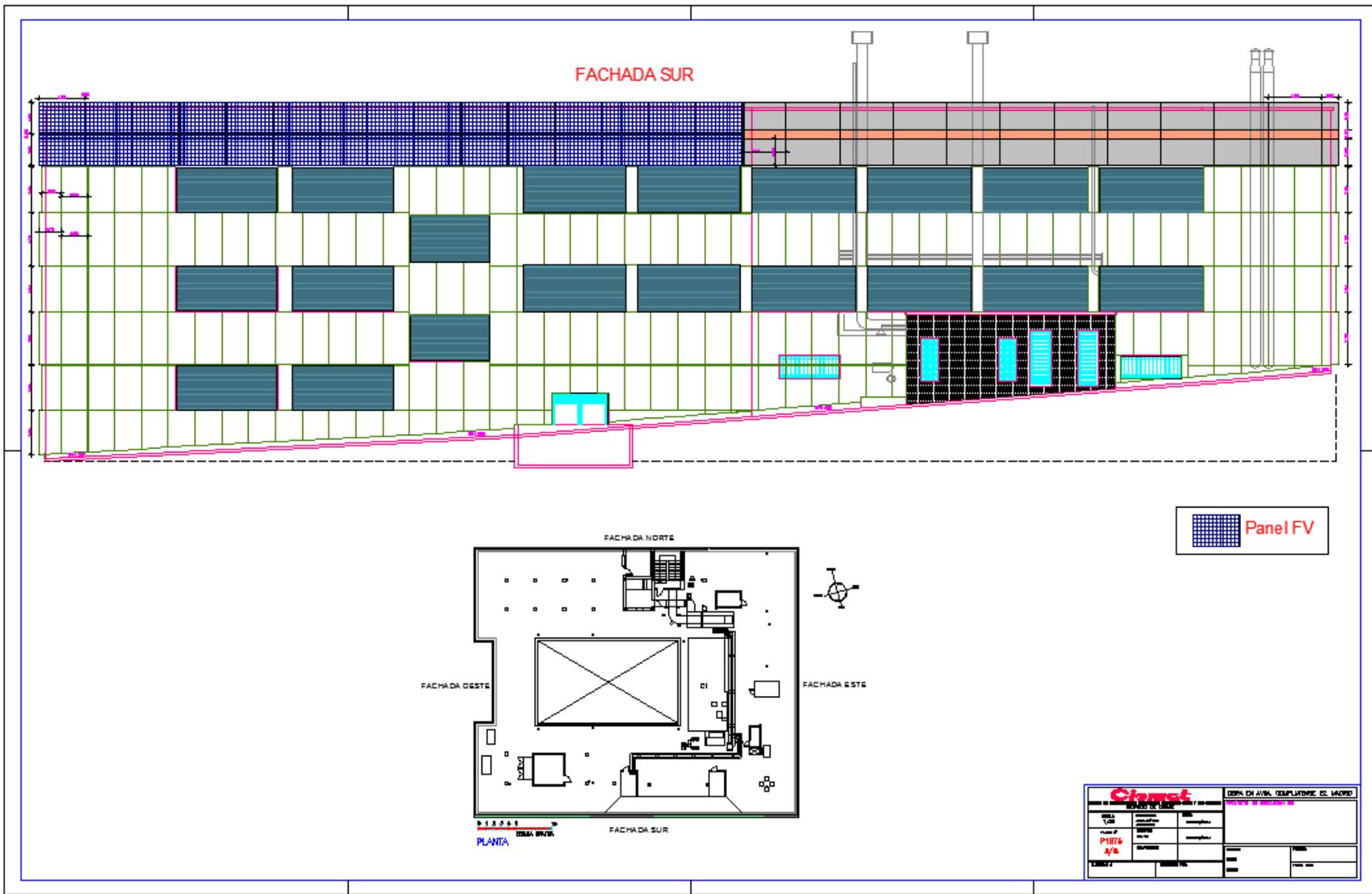
Anexo III Planos



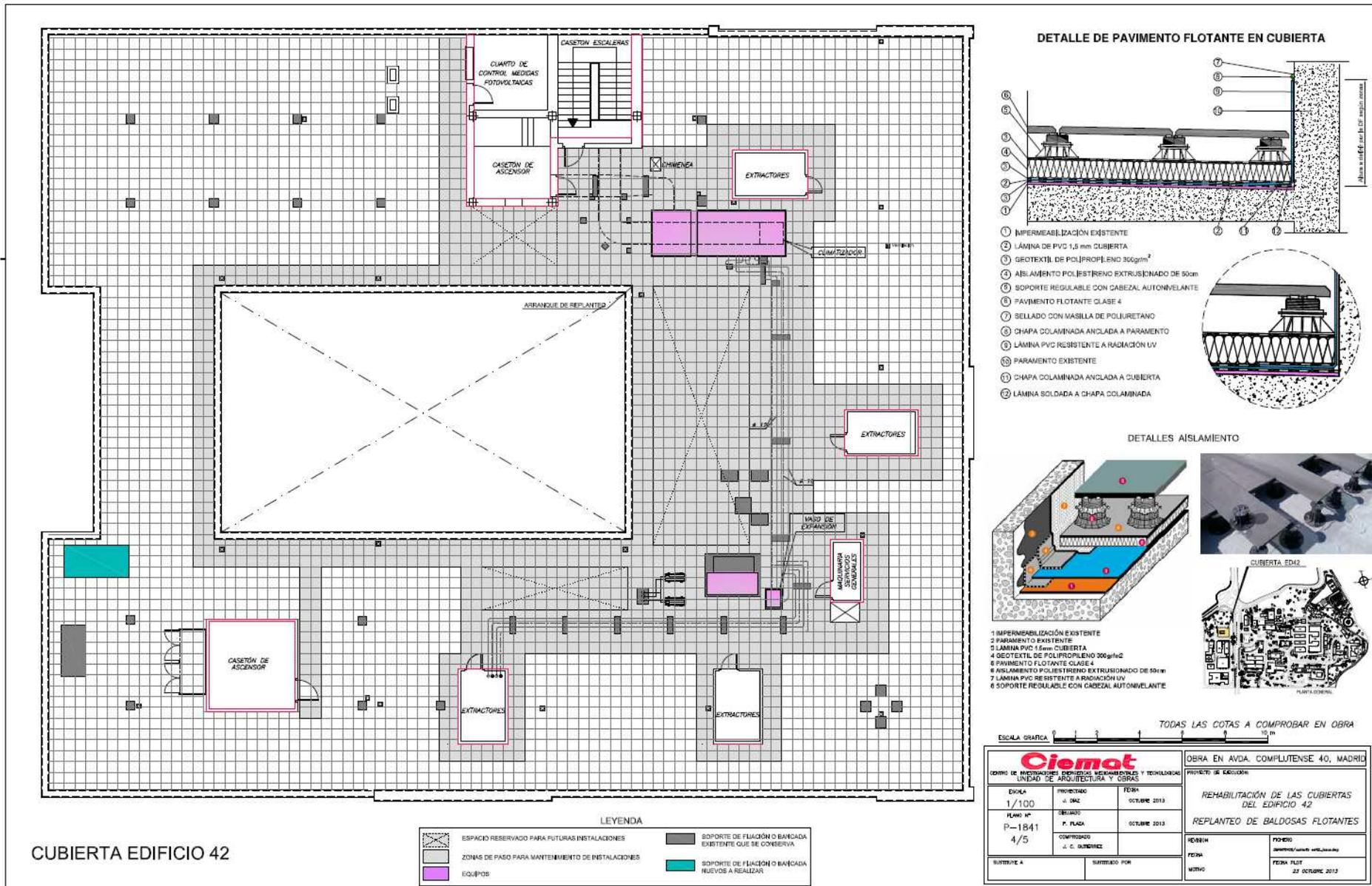
Fachada Este. Estado Reformado.



Fachada Oeste. Estado Reformado.



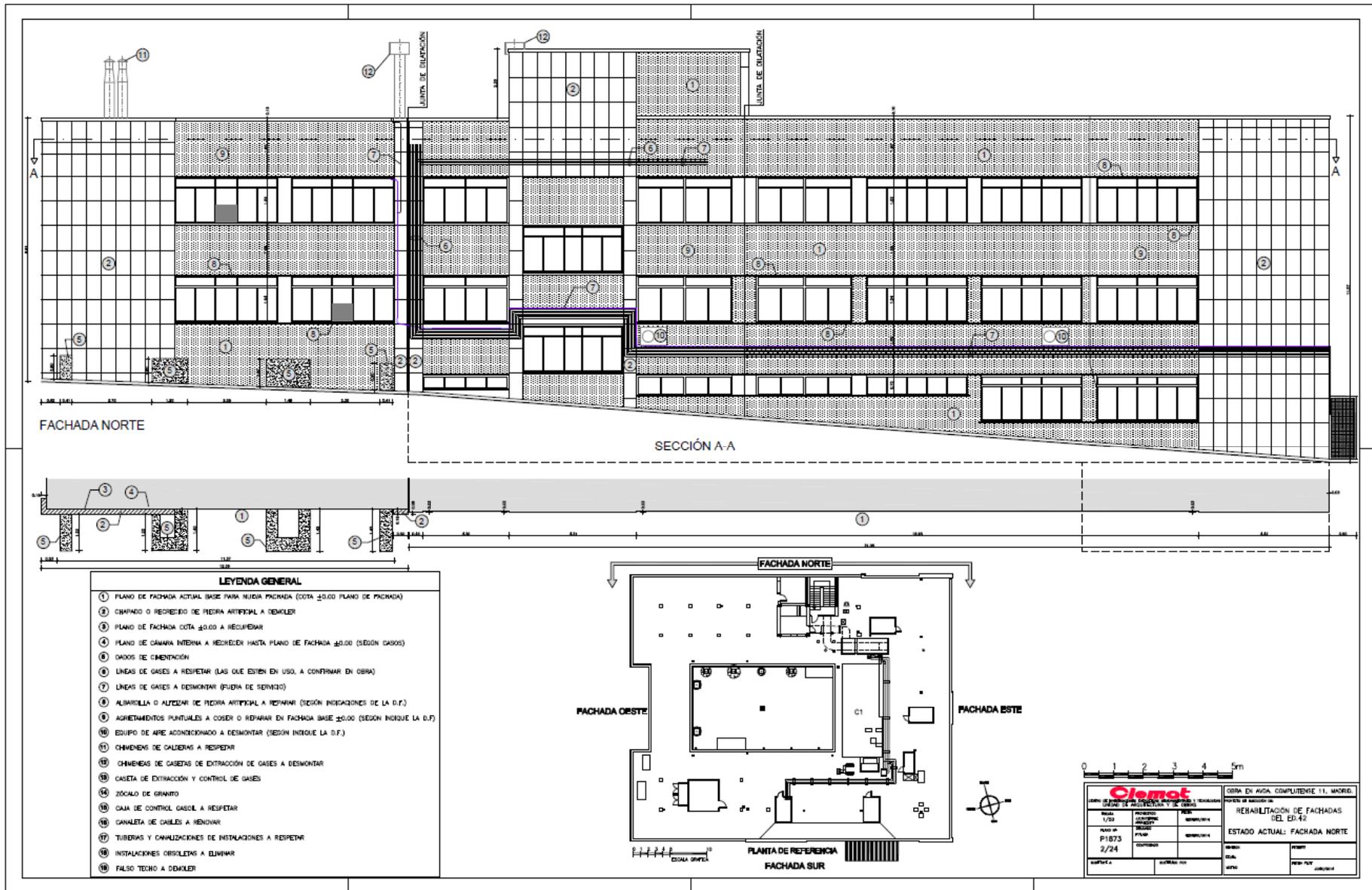
Fachada Sur. Estado Reformado.



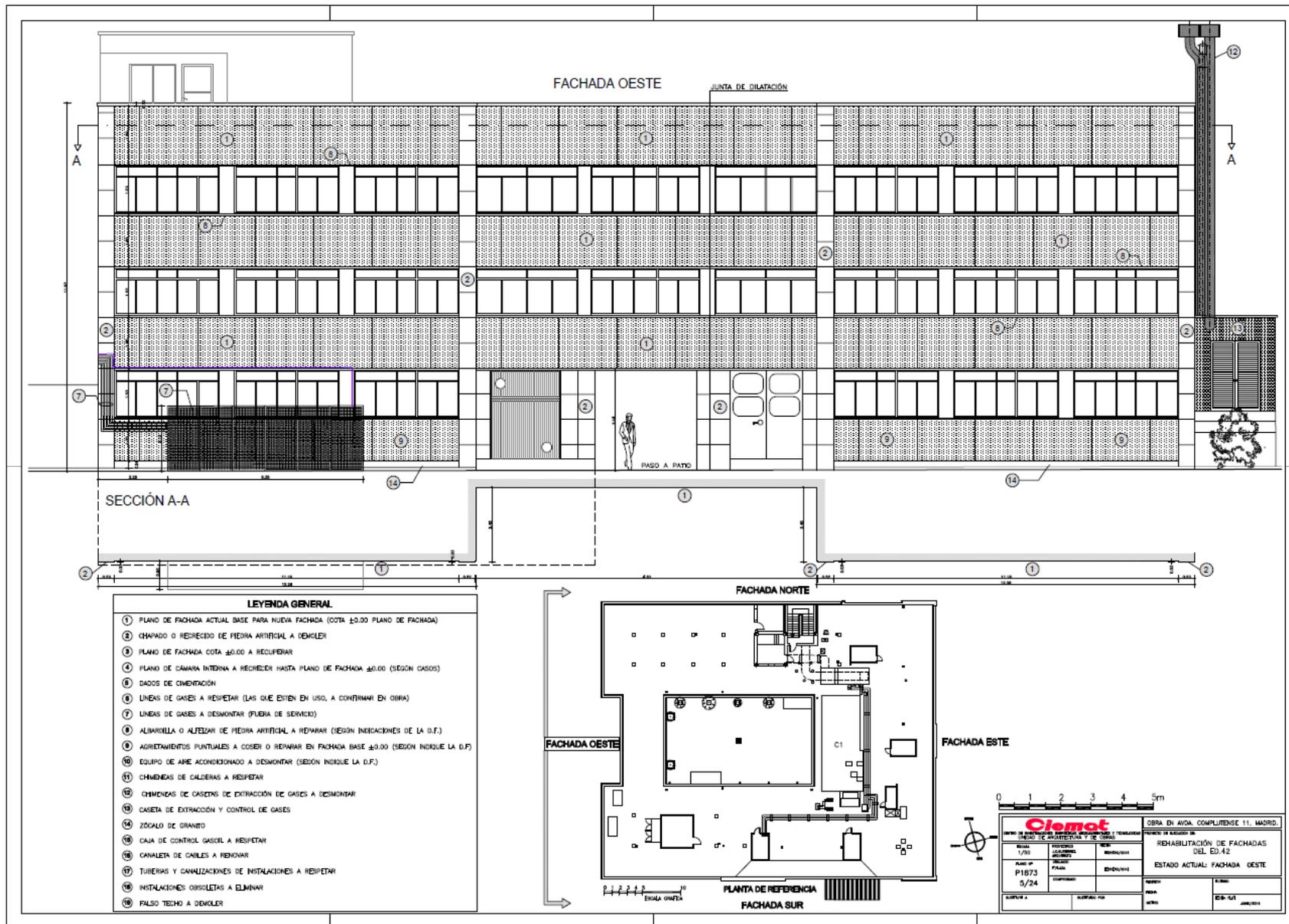
CUBIERTA EDIFICIO 42

Cubierta. Estado Reformado.

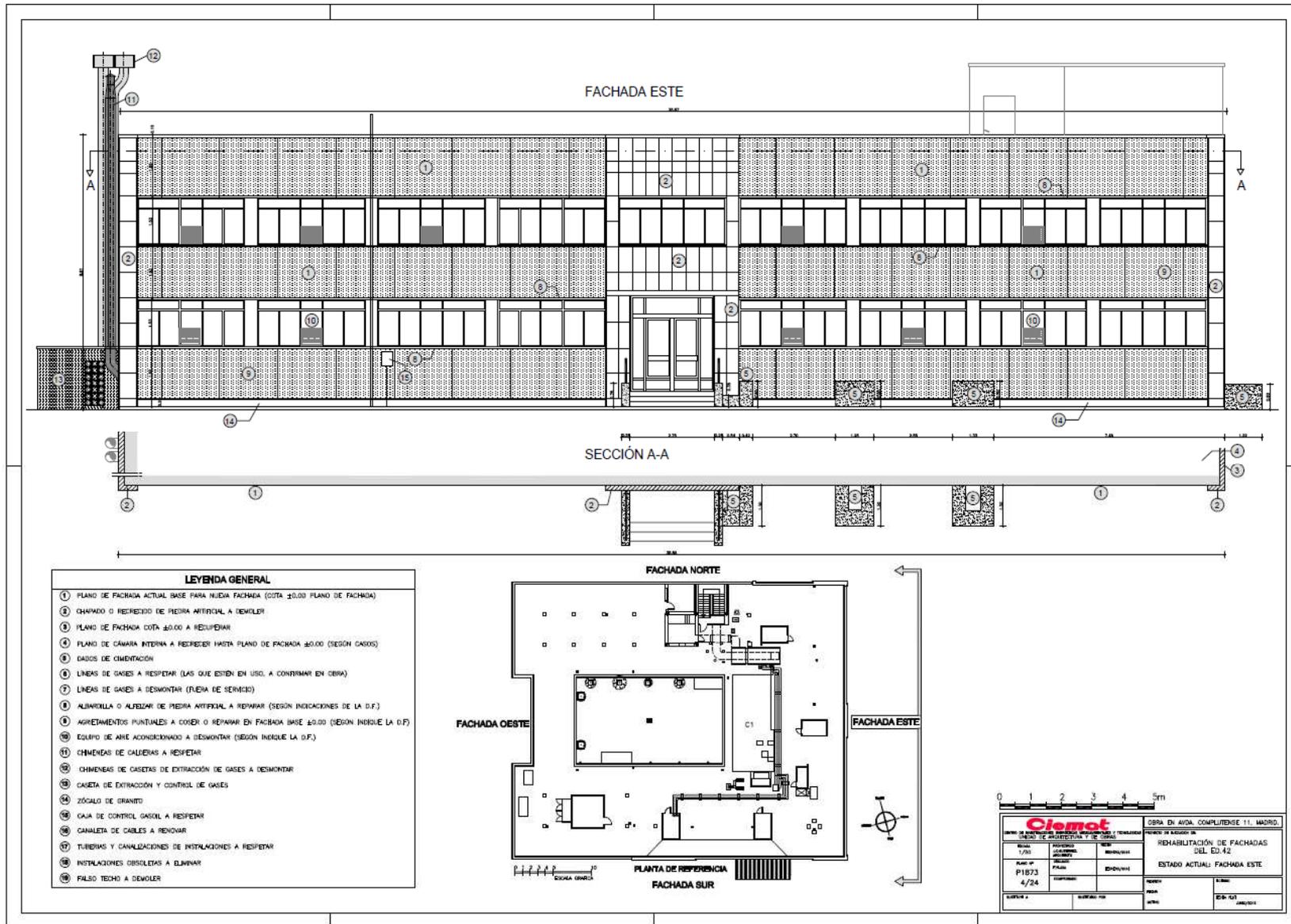
Ciemat			OBRA EN AVDA. COMPLUTENSE 40, MADRID	
CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS MICHAMIZANOS Y TECNOLÓGICA UNIDAD DE ARQUITECTURA Y OBRAS			PROYECTO DE EJECUCIÓN	
ESCALA 1/100	PROYECTADO A. DAZ	FECHA OCTUBRE 2013	REHABILITACIÓN DE LAS CUBIERTAS DEL EDIFICIO 42	
PLANO Nº P-1841	DEBIDO P. PLAZA	OCTUBRE 2013		
	COMPROBADO A. C. GONZÁLEZ		REPLANTEO DE BALDOSAS FLOTANTES	
SUSTITUIR A	SUSTITUIR POR	FECHA	PROBADO	FECHA PLAT
			30/10/2013	22 OCTUBRE 2013



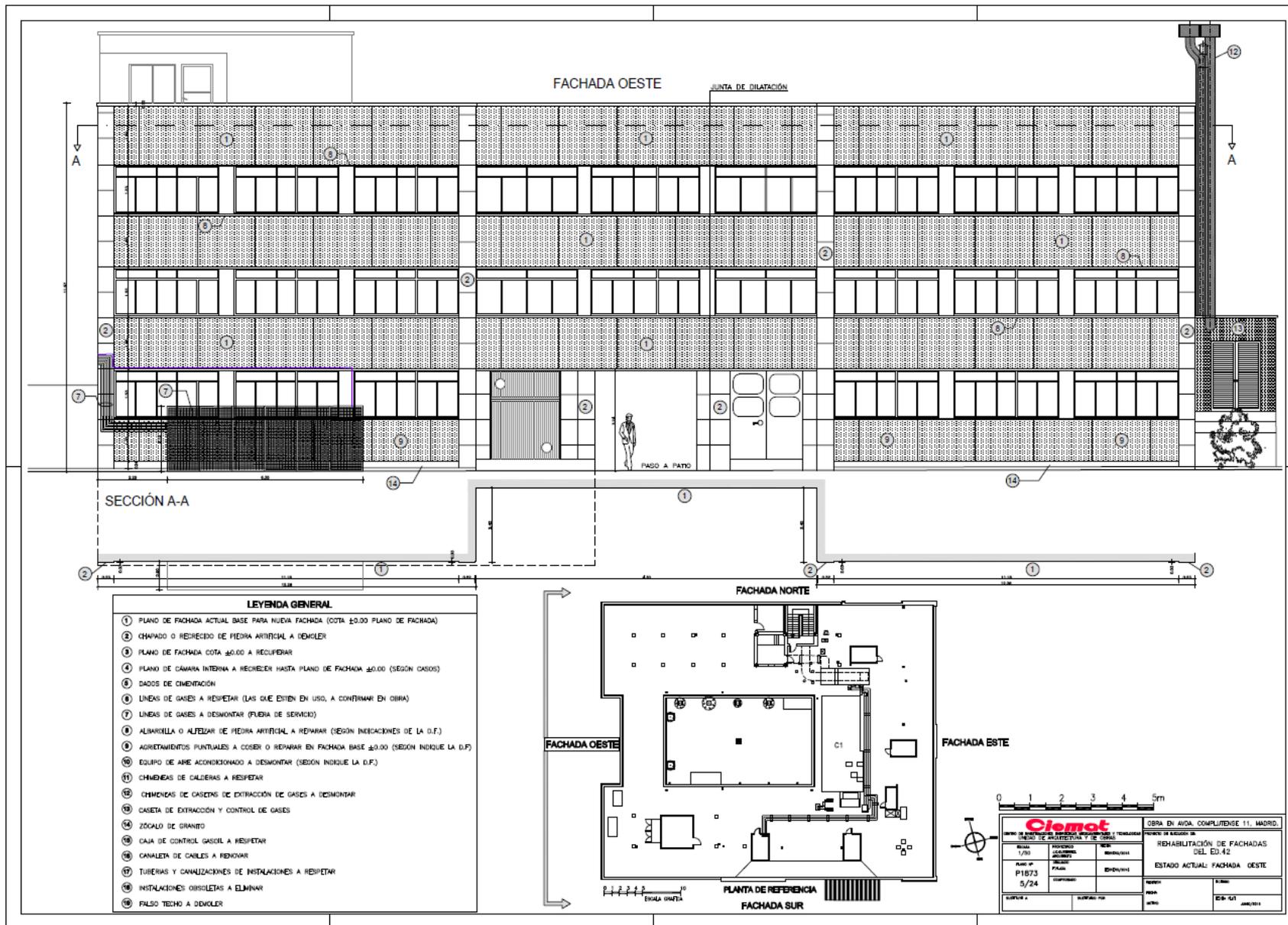
Fachada Norte. Estado Actual.



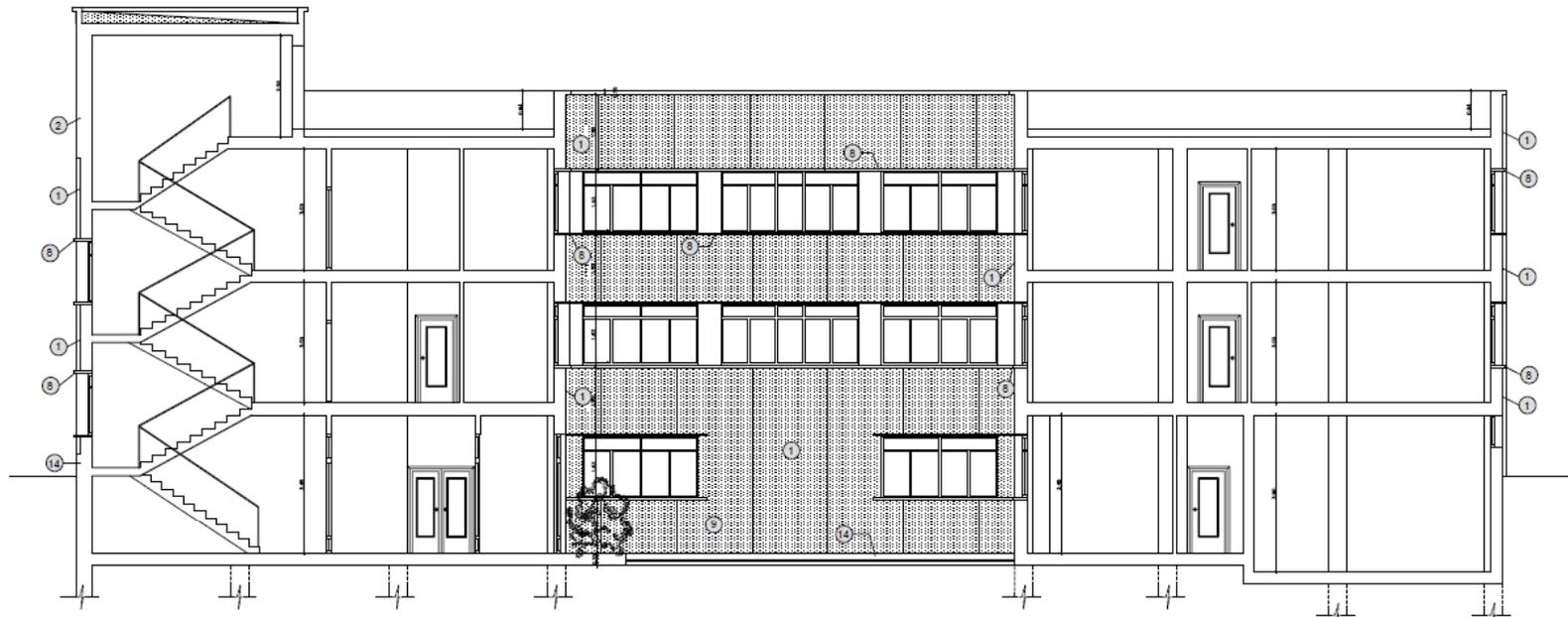
Fachada Oeste. Estado Actual.



Fachada Este. Estado Actual.

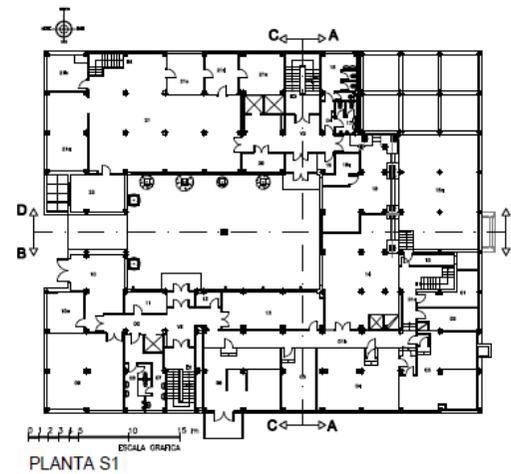


Fachada Oeste. Estado Actual.



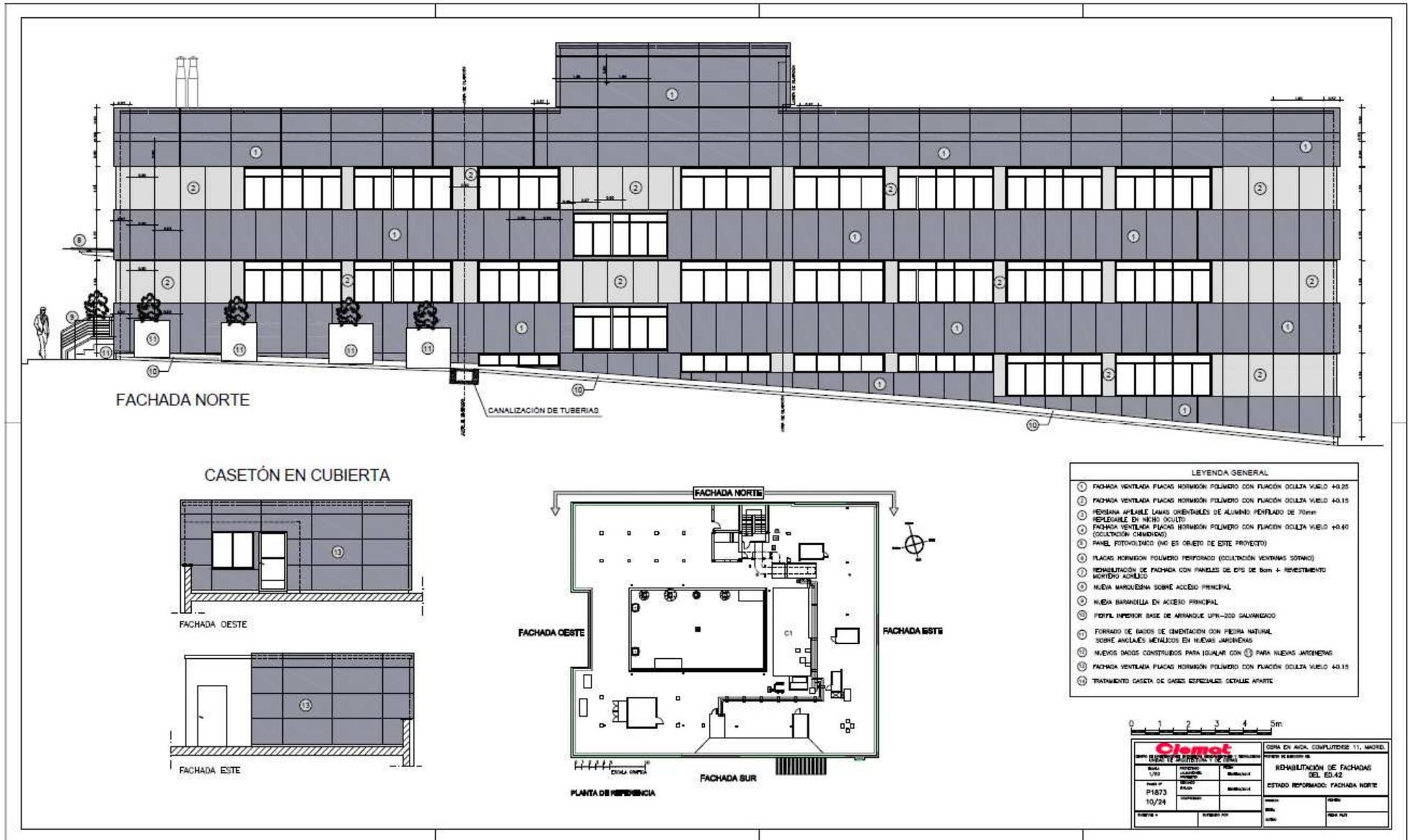
SECCIÓN AA

LEYENDA GENERAL	
①	PLANO DE FACHADA ACTUAL BASE PARA NUEVA FACHADA (COTA ±0.00 PLANO DE FACHADA)
②	CHAPADO O RECUBRIMIENTO DE PIEDRA ARTIFICIAL A DEMOLER
③	PLANO DE FACHADA COTA ±0.00 A RECUPERAR
④	PLANO DE CÁMARA INTERNA A RECUPERAR HASTA PLANO DE FACHADA ±0.00 (SEGÚN CASOS)
⑤	DADOS DE CIMENTACIÓN
⑥	LÍNEAS DE GASES A RESPETAR (LAS QUE ESTÉN EN USO, A CONFIRMAR EN OBRA)
⑦	LÍNEAS DE GASES A DESMONTAR (FUERA DE SERVICIO)
⑧	ALBARICILLA O ALFEIZAR DE PIEDRA ARTIFICIAL A REPARAR (SEGÚN INDICACIONES DE LA D.F.)
⑨	AGRETAMIENTOS PUNTUALES A COSER O REPARAR EN FACHADA BASE ±0.00 (SEGÚN INDIQUE LA D.F.)
⑩	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO A DESMONTAR (SEGÚN INDIQUE LA D.F.)
⑪	CHIMENEAS DE CALDERAS A RESPETAR
⑫	CHIMENEAS DE CASSETAS DE EXTRACCIÓN DE GASES A DESMONTAR
⑬	CASETA DE EXTRACCIÓN Y CONTROL DE GASES
⑭	ZÓCALO DE GRANITO
⑮	CAJA DE CONTROL GASOL A RESPETAR
⑯	CANALETAS DE CABLES A REHONAR
⑰	TUBERÍAS Y CANALIZACIONES DE INSTALACIONES A RESPETAR
⑱	INSTALACIONES OBSOLETAS A ELIMINAR
⑲	PULSO TECHO A DEMOLER

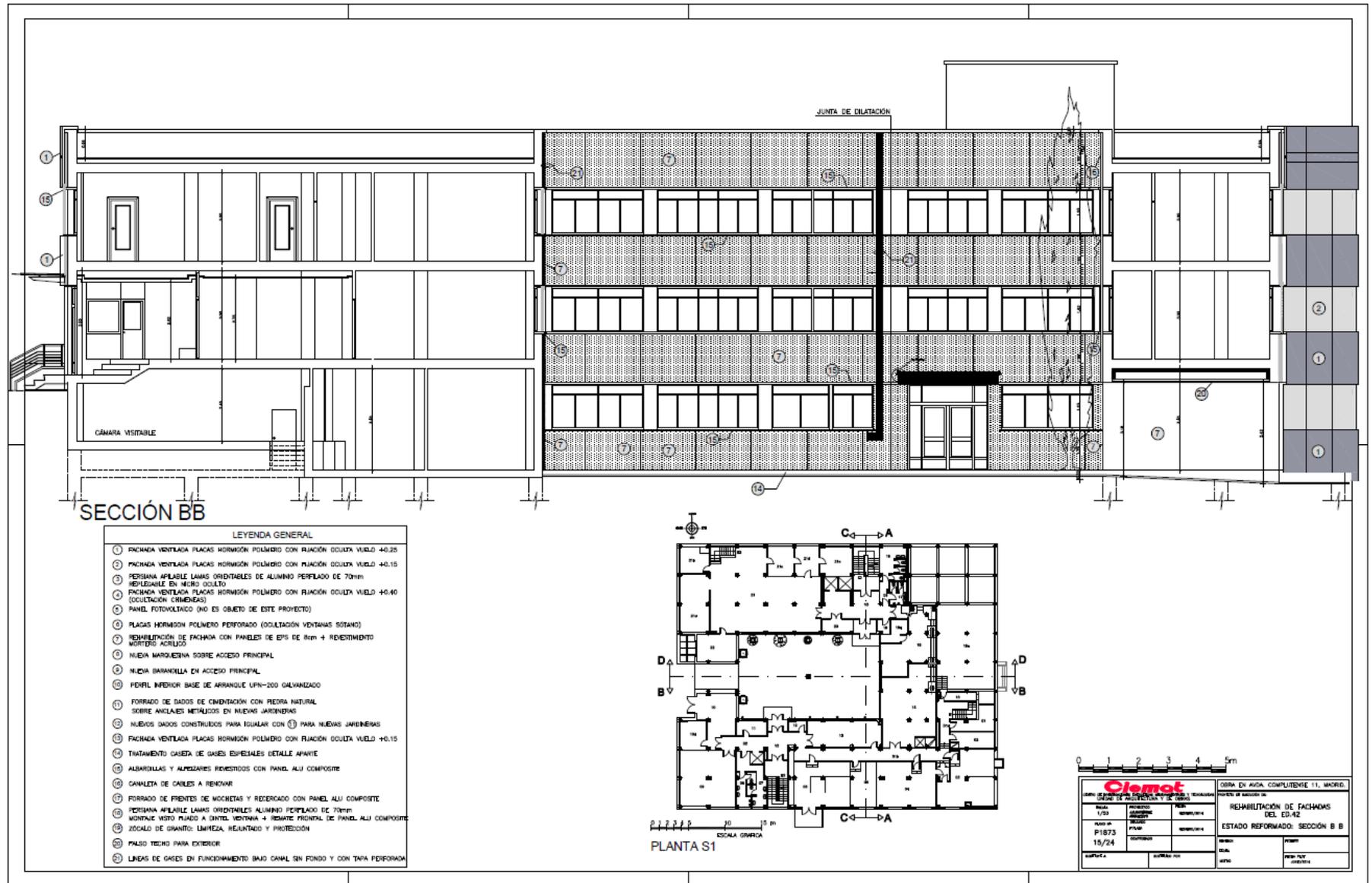


Ciemat			OBRA EN AYUDA COMPLUTENSE 11, MADRID.	
SERVICIO DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA Y DE OBRAS			SERVICIO DE SECCIONES	
PROYECTO	REHABILITACIÓN DE FACHADAS DEL ED.42	ESTADO	ESTADO ACTUAL	SECCIÓN A A
PLANO Nº	6/24	FECHA		
PROYECTADO		REVISADO		
APROBADO		ACTA		

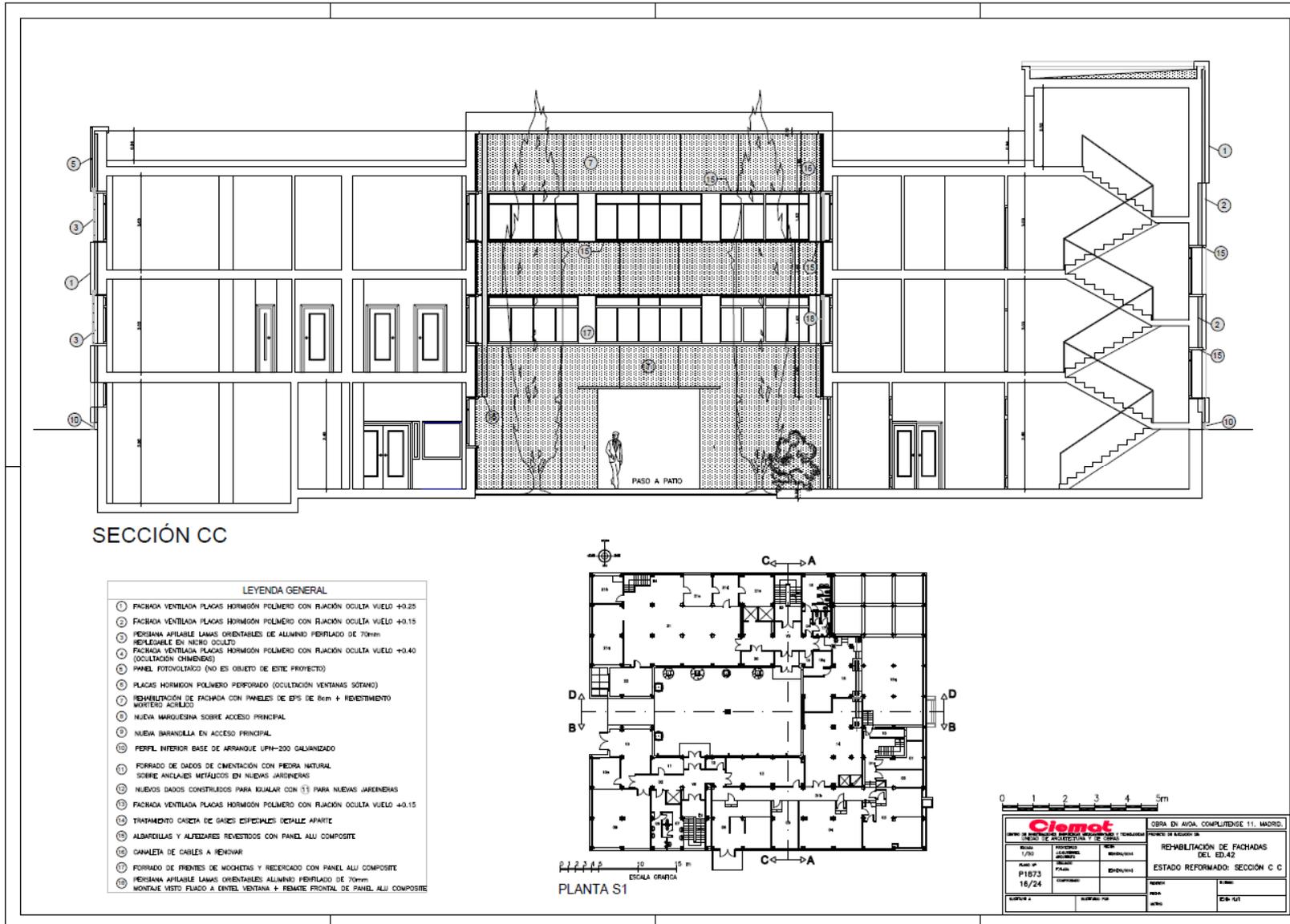
Sección A-A'. Estado Actual.



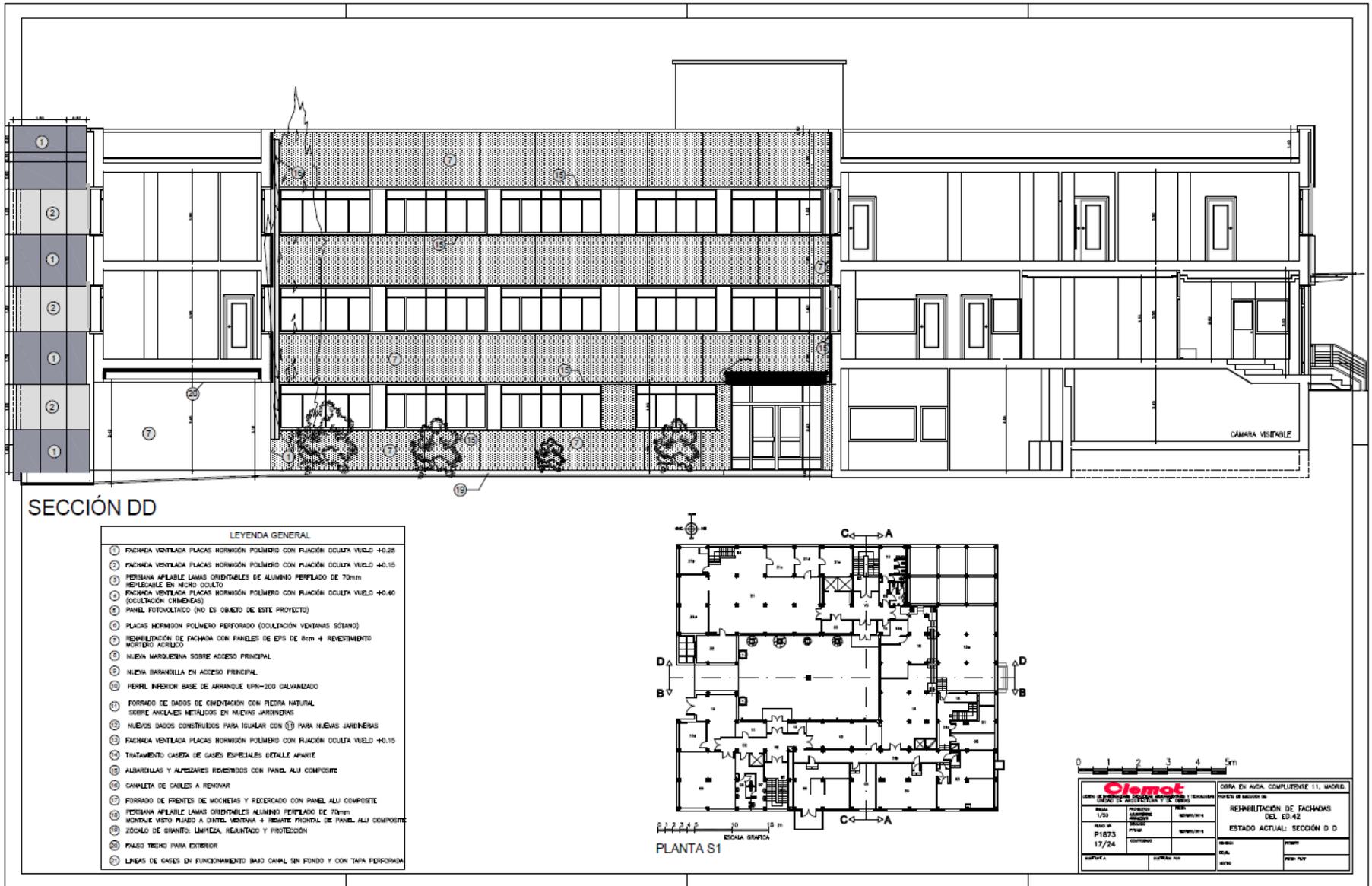
Fachada Norte. Estado Reformado.



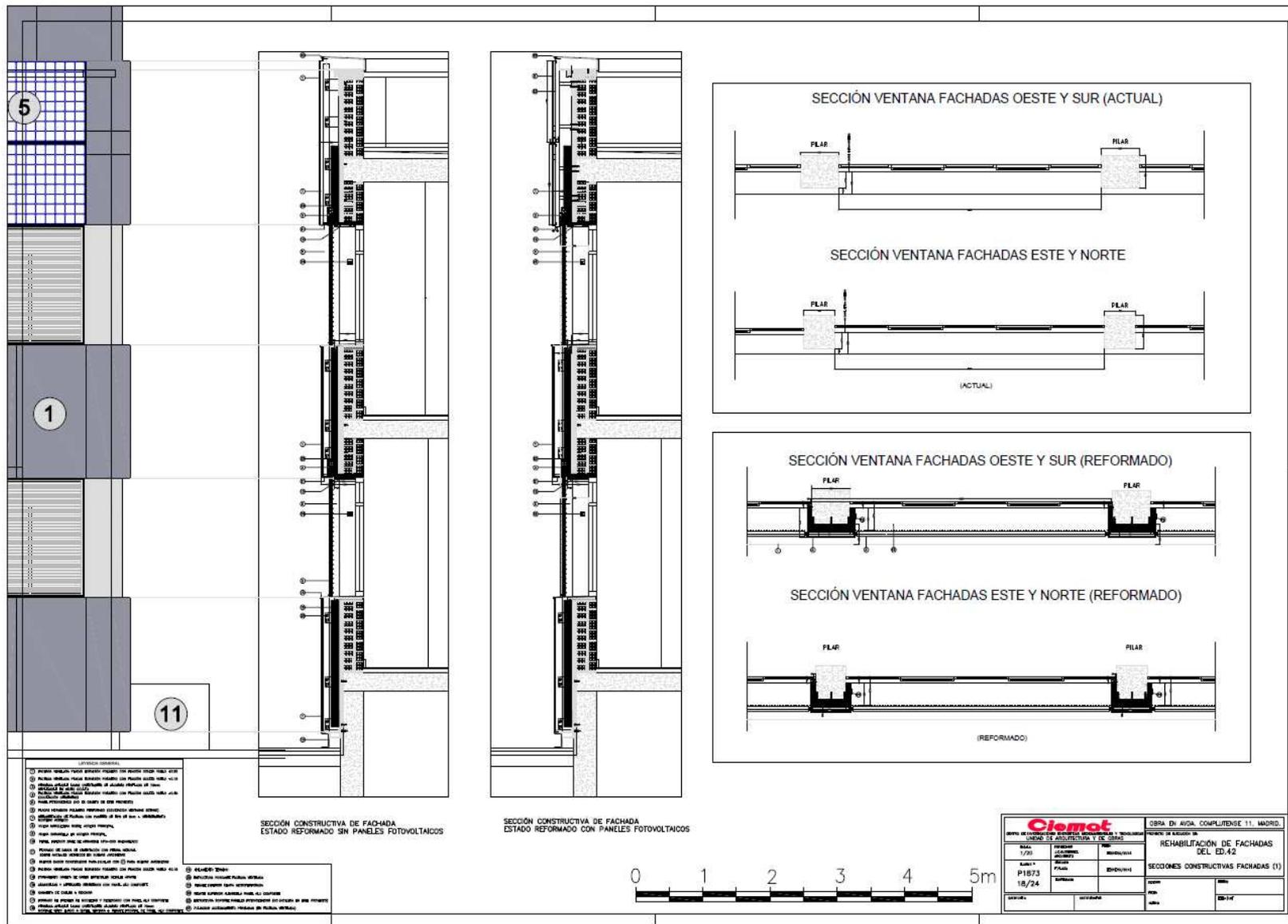
Sección B-B'. Estado Reformado.



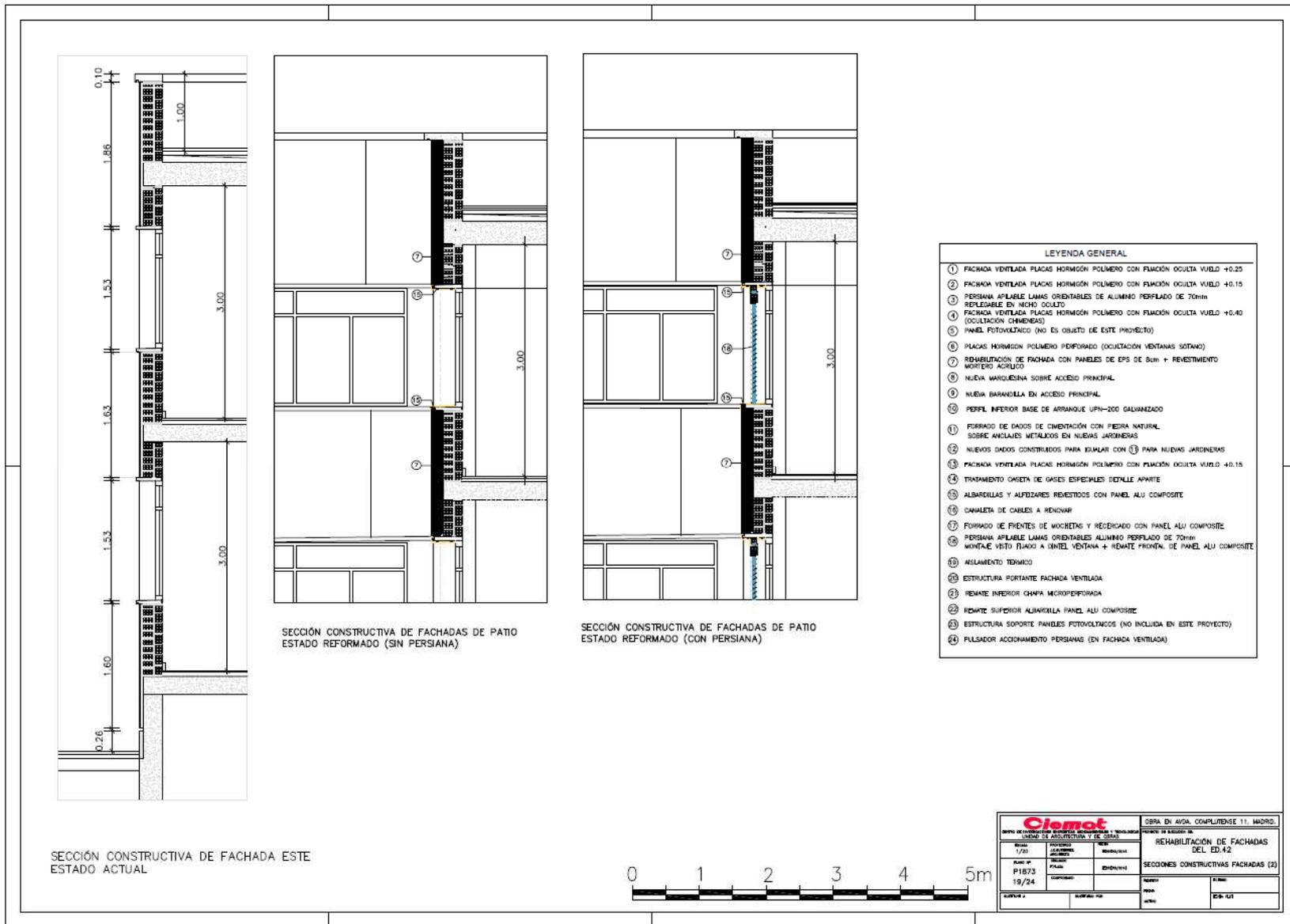
Sección C-C'. Estado Reformado.



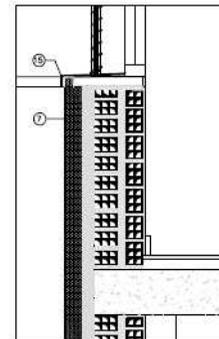
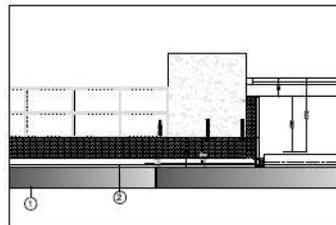
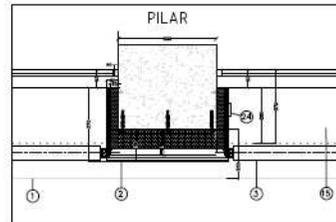
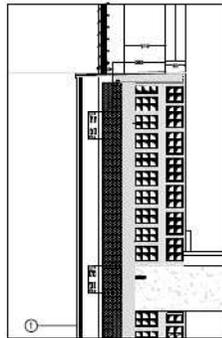
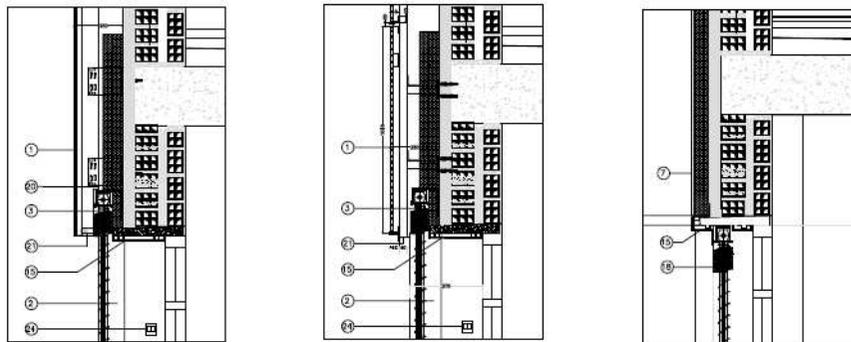
Sección D-D'. Estado Reformado.



Secciones constructivas fachadas (1).



Secciones constructivas fachadas (2).



LEYENDA GENERAL

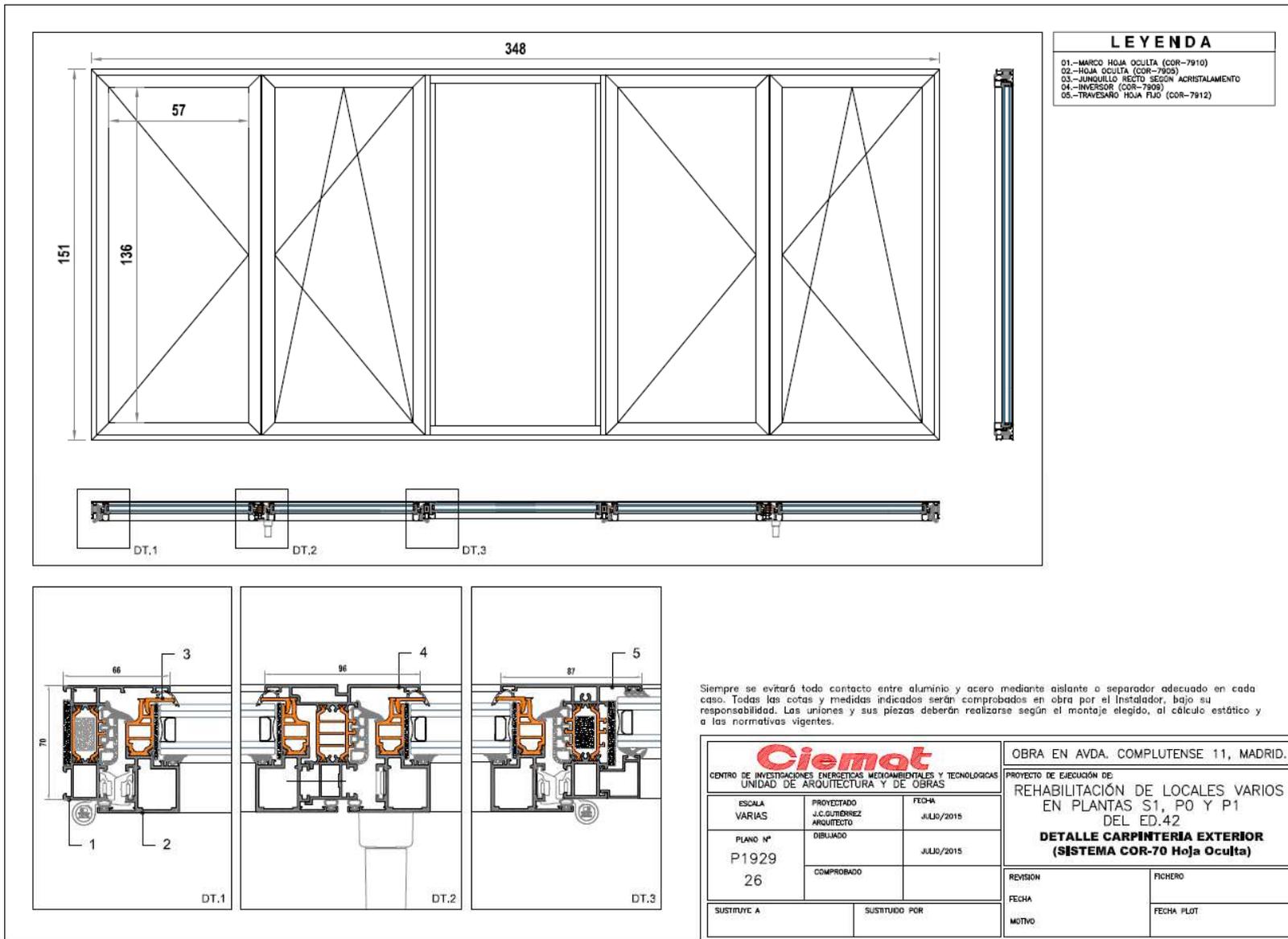
- ① FACHADA VENTILADA PLACAS HORMIGÓN POLÍMERO CON FIJACIÓN OCULTA VUELO +0.05
- ② FACHADA VENTILADA PLACAS HORMIGÓN POLÍMERO CON FIJACIÓN OCULTA VUELO +0.15
- ③ PERSIANA APILABLE LAMAS ORIENTABLES DE ALUMINIO PERFORADO DE 70mm
- ④ FACHADA VENTILADA PLACAS HORMIGÓN POLÍMERO CON FIJACIÓN OCULTA VUELO +0.40 (SOLUCIÓN CERRADA)
- ⑤ PANEL FOTOVOLTAICO (NO ES OBJETO DE ESTE PROYECTO)
- ⑥ PLACAS HORMIGÓN POLÍMERO PERFORADO (OCULTACIÓN VENTANAS SOTAS)
- ⑦ REHABILITACIÓN DE FACHADA CON PANELES DE EPS DE 8cm + REVESTIMIENTO MORTERO ACRÍLICO
- ⑧ NUEVA MARQUESENA SOBRE ACCESO PRINCIPAL
- ⑨ NUEVA BARRANDILLA EN ACCESO PRINCIPAL
- ⑩ REJIL INTERIOR BASE DE ARRANQUE UPN-200 GALVANIZADO
- ⑪ FORRADO DE DADOS DE ORIENTACIÓN CON PIEDRA NATURAL SOBRE ANCLAJES METÁLICOS EN NUEVAS JARANEAS
- ⑫ NUEVOS DADOS CONSTRUÍDOS PARA IGUALAR CON ⑪ PARA NUEVAS JARANEAS
- ⑬ FACHADA VENTILADA PLACAS HORMIGÓN POLÍMERO CON FIJACIÓN OCULTA VUELO +0.15
- ⑭ TRATAMIENTO CASETA DE GASES ESPECIALES DETALLE APARTE
- ⑮ ALBARDILLAS Y ALFEBARIES REVESTIDOS CON PANEL ALU COMPOSITE
- ⑯ CANILETA DE CABLES A RENOVAR
- ⑰ FORRADO DE FRENTES DE MOCHETS Y RESERVARIO CON PANEL ALU COMPOSITE
- ⑱ PERSIANA APILABLE LAMAS ORIENTABLES ALUMINIO PERFORADO DE 70mm
- ⑲ MONTAJE VESTI FICADO A DINTIL VENTANA + REMATE FRONTAL DE PANEL ALU COMPOSITE
- ⑳ AISLAMIENTO TÉRMICO
- ㉑ ESTRUCTURA PORTANTE FACHADA VENTILADA
- ㉒ REMATE INFERIOR CHAPA MICROPERFORADA
- ㉓ REMATE SUPERIOR ALBARDILLA PANEL ALU COMPOSITE
- ㉔ ESTRUCTURA SOPORTE PANELES FOTOVOLTAICOS (NO INCLUIDA EN ESTE PROYECTO)
- ㉕ PULSADOR ACCIONAMIENTO PERSIANAS (EN FACHADA VENTILADA)

NOTA: TODAS LAS COTAS A REPLANTEAR EN OBRA

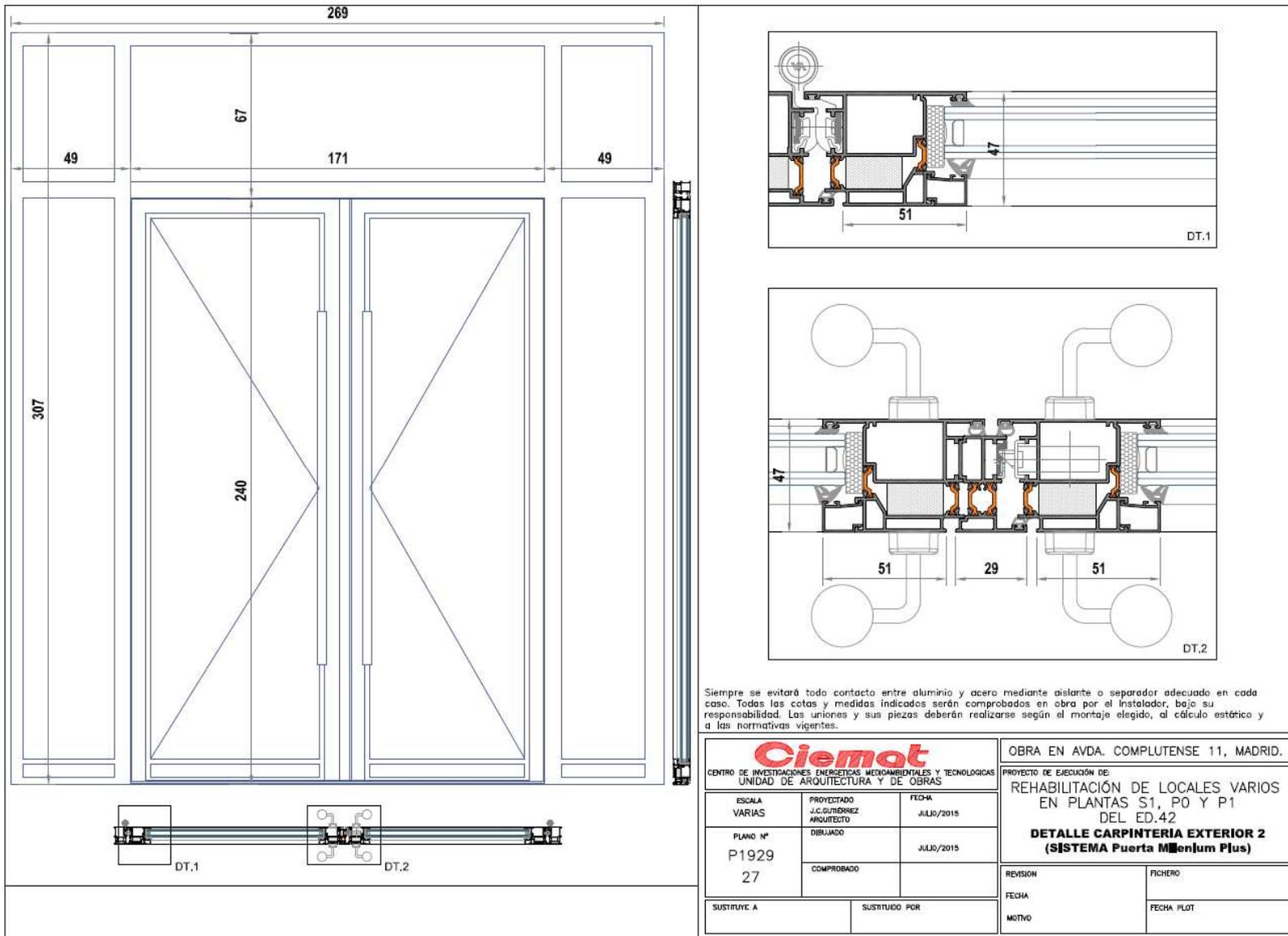


Ciemat			OBRA EN AVDA. COMPLUTENSE 11, MADRID.		
SECTOR DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA, INGENIERÍA Y SERVICIOS			PUNTO DE ACCESO DE		
UNIDAD DE PROYECTOS Y DE OBRA			REHABILITACIÓN DE FACHADAS		
DEL ED.42			DETALLES CONSTRUCTIVOS FACHADAS		
ESCALA 1/75	FECHA 20/24	PROYECTISTA SERRANO	REVISOR SERRANO	APROBADO SERRANO	OTRO SERRANO
PROYECTO P1873			OTRO SERRANO		
FECHA 20/24			OTRO SERRANO		
AUTOR SERRANO			OTRO SERRANO		
REVISOR SERRANO			OTRO SERRANO		
APROBADO SERRANO			OTRO SERRANO		

Detalles constructivos fachadas.



Detalles carpintería exterior.



Detalles carpintería exterior 2.

Anexo IV Inventario de patrones CE₃X

Contenido

1. Definición de datos administrativos del edificio.....	3
2. Definición de datos generales del edificio.....	3
3. Definición de la envolvente térmica	6
3.1. Definición de muros	6
3.2. Definición de suelos.....	8
3.3. Definición de cubierta.....	9
3.4. Definición de huecos	9
3.5. Definición de puentes térmicos	13
3.6. Definición de patrones de sombras.....	17
3.7. Definición de las instalaciones	22

1. Definición de datos administrativos del edificio

Introducción de datos referentes a:

- Localización e identificación del edificio

- Datos del cliente

- Datos del técnico certificador

Esta información aparecerá una vez generado el informe.

The screenshot shows a software window titled 'CE3X - CEI (Certificación energética edificios) v04.1950.COMPLETADO'. The 'Datos administrativos' tab is active. The form contains the following data:

Localización e identificación del edificio			
Nombre del edificio	EDIFICIO 42 DEL CESMA (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)		
Dirección	Av Complutense, 40, 28040 Madrid		
Provincia/Ciudad autónoma	Madrid	Localidad	Madrid
Código Postal	28040		
Referencia catastral	0607419V027804800423		

Datos del cliente			
Nombre y razón social	CE3X		
Dirección	Avenida Complutense		
Provincia/Ciudad autónoma	Madrid	Localidad	Madrid
Código Postal	28040		
Teléfono	913 46 80 08	E-mail	

Datos del técnico certificador			
Nombre y Apellido	Maria Galón Urbano	RF	xxx
Razón social	Estado energético	CF	xxx
Dirección	Av Complutense, 40, 28040 Madrid		
Provincia/Ciudad autónoma	Madrid	Localidad	Madrid
Código Postal	28040		
Teléfono	xxx	E-mail	maria.galon@estemas.comcast
Relación habilitante según normativa vigente	Certificador energético		

Figura 1. Primera pestaña del programa. Datos administrativos.

2. Definición de datos generales del edificio

Se introducen datos de:

- Datos generales

A continuación se justifican aquellos datos introducidos que puedan presentar dudas:

Año de construcción y normativa vigente

Se trata de un edificio construido en 1975, sufriendo una reforma de ampliación en el año 1987, manteniendo esa configuración hasta la actualidad.

Debido a problemas de asentamientos en la parte este del edificio, parte construida en el año 1975, se ha llevado a cabo en el último año un recalce en dicha zona, por lo que parte del mismo se encuentra en estos momentos clausurada, con vistas a volver a ser ocupada en días futuros.

El edificio objeto de estudio es un edificio de oficinas y laboratorios clasificado como de sector terciario dentro del abanico de tipologías edificatorias debido a su uso público administrativo.

Su configuración es de dos plantas sótano, una de menor tamaño, planta baja y primera planta con un pequeño cuarto en cubierta. El conjunto tiene una superficie construida aproximada 1350 m², con un volumen de unos 19000 m³.

El edificio fue construido por tanto con normativa anterior al NBE-CT-79.

Tipo de edificio

El programa nos da la opción de escoger entre edificio completo y local. Como se estudia su comportamiento energético del edificio completo escogemos edificio completo.

Perfil de uso

Las opciones a seleccionar son intensidad (baja, media o alta) y las horas de funcionamiento (8, 12 y 16 h).

La franja horaria en la que el edificio funciona a pleno rendimiento, es decir, se encuentra en la totalidad de la carga interna de ocupación es de unas 9 horas al día. Existe flexibilidad de horarios por lo que se considera una actividad media de 12 horas.

Zona climática

Según el código técnico de la edificación en su DB-HE 1 y su DB-HE 4, HE 5, la ciudad de Madrid pertenece a las zonas climáticas D3 y IV respectivamente.

- Definición del edificio

Superficie útil habitable y altura libre de planta.

La superficie total habitable del edificio es 4206.0 m² y la altura libre de planta 3.08 m.

superficie total	4206.0 m
superficie no acondicionada pasillos	522.7 m
superficie no acondicionada del sótano 1	615 m
superficie acondicionada	3068.4 m

Número de plantas habitables

El número de plantas habitables son tres: el Sótano 1, Planta 0 y Planta 1, más un sótano2 destinado a laboratorio y un cuarto de cubierta destinado al control de dispositivos de experimentación ubicados en cubierta.

Masa de las particiones

El programa te permite seleccionar la opción más conveniente para describir la masa de los forjados y particiones interiores de entre ligera (inferior a 200 kg/m²), media (entre 200 kg/m²

y 500 kg/m²) y pesada (más de 500 kg/m²). Para este caso se considera que es de masa media (las particiones no son de mucho grosor pero tampoco ligeras ya que encontramos fábrica de ladrillo en la mayor parte de las divisorias interiores).

3. Definición de la envolvente térmica

3.1. Definición de muros

Muros en contacto con el aire exterior

	Long.	Alt.	Sup.	Orientación	Valor de la transmitancia térmica (U)	U
	(m)	(m)	(m ²)			(W/m ² K)
FACHADA NORTE PRINCIPAL	...	...	434.82	norte	conocido	0.74
FACHADA SUR PRINCIPAL	...	...	456.5	sur	conocido	0.74
FACHADA ESTE PRINCIPAL	35.87	8.81	316.0147	este	conocido	0.74
FACHADA OESTE a	12.26	11.87	145.3015	oeste	conocido	0.74
FACHADA OESTE b	...	...	120.4	oeste	conocido	0.74
FACHADA OESTE c	12.26	11.87	145.3015	oeste	conocido	0.74
FACHADA ORIENTADA AL SUR (EN LADO OESTE)	2.36	11.87	28.0132	sur	conocido	0.74
FACHADA ORIENTADA AL NORTE (EN LADO OESTE)	2.36	11.87	28.0132	norte	conocido	0.74
FACHADA SUR PATIO INTERIOR	19.04	11.87	226.0048	sur	conocido	0.74
FACHADA NORTE PATIO INTERIOR	19.04	11.87	226.0048	norte	conocido	0.74
FACHADA OESTE PATIO INTERIOR	11.24	11.87	133.4188	oeste	conocido	0.74
FACHADA ESTE PATIO INTERIOR	...	...	122.7268	este	conocido	0.74
FACHADA DEL PASILLO ORIENTADA AL SUR	5.97	3.24	19.3428	sur	conocido	0.74
FACHADA PASILLO ORIENTADA AL NORTE	5.97	3.24	19.3428	norte	conocido	0.74
FACHADA SUR CUARTO DE CUBIERTA (a)	4.21	2.3	9.683	sur	conocido	0.74
FACHADA SUR CUARTO DE CUBIERTA (b)	3.89	2.3	8.947	sur	conocido	0.74
FACHADA ESTE CUARTO DE CUBIERTA (a)	5.8	2.3	13.34	este	conocido	0.74
FACHADA ESTE CUARTO DE CUBIERTA (b)	2.49	2.3	5.727	este	conocido	0.74
FACHADA OESTE CUARTO DE CUBIERTA	8.29	2.3	19.067	oeste	conocido	0.74

Composición de las fachadas principales	Espesor (m)	Densidad (kg/m ³)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad λ (W/m.K)	Resistencia térmica R (m ² K/W)
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450<d<1600	0.02	1525	1000	0.8	0.025
Tabicón de LH doble (60mm < 90m)	0.11	930	1000	0.432	0.255
Cámara de aire sin ventilar horizontal 1 cm	1			-	0.149
EPS Poliestireno Expandido	0.02	30	1000	0.046	0.435
Tabicón de LH doble (60mm < 90m)	0.07	930	1000	0.432	0.162
Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.02	1050	1000	0.43	0.047
	Rtotal (m ² K/W)				1.07
	Utotal (W/m ² K)				0.93

Muros en contacto con el terreno

	Long. (m)	Alt. (m)	Sup. (m ²)	Orientación	Valor de la transmitancia térmica (U)	altura enterrada	U (W/m ² K)	Tipo de aislamiento	espesor
FACHADA NORTE PRINCIPAL (en cont. Con terreno)	...	...	66.71	norte	estimada	1.5	0.67	EPS	0.04
FACHADA SUR PRINCIPAL (en cont. Con terreno)	...	...	66.71	sur	estimada	1.5	0.67	EPS	0.04
FACHADA ESTE PRINCIPAL (en cont. Con terreno)	35.87	2.71	97.2077	este	estimada	2.7	0.54	EPS	0.04
FACHADA NORTE SÓTANO 2 (en cont. Con terreno)	8.33	3	24.99	norte	estimada	3	1.03	Sin aislamiento	...
FACHADA SUR SÓTANO 2 (en cont. Con terreno)	8.33	3	24.99	sur	estimada	3	1.03	Sin aislamiento	...
FACHADA ESTE SÓTANO 2 (en cont. Con terreno)	16.13	3	48.39	este	estimada	3	1.03	Sin aislamiento	...
FACHADA OESTE SÓTANO 2 (en cont. Con terreno)	16.13	3	48.39	este	estimada	3	1.03	Sin aislamiento	...

3.2. Definición de suelos

	Long.	Alt.	Sup.	Valor U. U	U	Perímetro (m)
	(m)	(m)	(m ²)		(W/m ² K)	
SOLERA del sótano1 (en contacto con el terreno)	1338.08	conocido		228.74
SOLERA del sotano2 (en contacto con el terreno)	134.3628	estimada	0.39	48.92
SOLERA de la planta 0 (en contacto con el aire)	20.5368	conocido	1.59	18.82

Composición de los suelos del edificio de partida	Espesor (m)	Densidad (kg/m ³)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad λ (W/m.K)	Resistencia térmica R (m ² K/W)
Cloruro de polivinilo (PVC)	0.02	1390	900	0.17	0.118
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 << 1600	0.02	1525	1000	0.8	0.025
Arena y grava (1700 < d < 2200)	0.025	1450	1050	2	0.013
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 << 1600	0.02	1525	1000	0.8	0.025
FU Entrevigado cerámico-Canto 250mm	0.25	1220	1000	0.908	0.275
	Rtotal (m ² K/W)				0.46
	Utotal (W/m ² K)				2.19

3.3. Definición de cubierta

	Long. (m)	Alt. (m)	Sup. (m ²)	Transmitancia térmica	U (W/m ² K)
CUBIERTA (en contacto con el aire)			1338.08	conocidas	0.53

Composición de la cubierta del edificio de partida	Espesor (m)	Densidad (kg/m ³)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad λ (W/m.K)	Resistencia térmica R (m ² K/W)
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450<d<1600	0.01	1525	1000	0.8	0.025
EPS Poliestireno Expandido (0.046 W/mK)	0.045	30	1000	0.046	0.435
Betún fieltro o lámina	0.003	1100	1000	0.23	0.013
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450<d<1600 (Formación de pendientes)	0.01	1525	1000	0.8	0.013
FU Entrevigado cerámico-Canto 300 mm	0.3	1110	1000	0.846	0.355
Cámara de aire sin ventilar horizontal 58 cm	-			-	0.190
Falso techo: placa de escayola 750 <d<900	0.02	825	1000	0.25	0.080
	R _{total} (m ² K/W)				1.11
	U _{total} (W/m ² K)				0.90

3.4. Definición de huecos

Todos los huecos carecen de doble ventana.

El modo de obtención de la transmitancia térmica del hueco es de forma estimada por el software.

3.3. Definición de cubierta

	Long. (m)	Alt. (m)	Sup. (m ²)	Transmitancia térmica	U (W/m ² K)
CUBIERTA (en contacto con el aire)			1338.08	conocidas	0.53

Composición de la cubierta del edificio de partida	Espesor (m)	Densidad (kg/m ³)	Calor específico (J/kgK)	Conductividad λ (W/m.K)	Resistencia térmica R (m ² K/W)
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450<d<1600	0.01	1525	1000	0.8	0.025
EPS Poliestireno Expandido (0.046 W/mK)	0.045	30	1000	0.046	0.435
Betún fieltro o lámina	0.003	1100	1000	0.23	0.013
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450<d<1600 (Formación de pendientes)	0.01	1525	1000	0.8	0.013
FU Entrevigado cerámico-Canto 300 mm	0.3	1110	1000	0.846	0.355
Cámara de aire sin ventilar horizontal 58 cm	-			-	0.190
Falso techo: placa de escayola 750 <d<900	0.02	825	1000	0.25	0.080
	R _{total} (m ² K/W)				1.11
	U _{total} (W/m ² K)				0.90

3.4. Definición de huecos

Todos los huecos carecen de doble ventana.

El modo de obtención de la transmitancia térmica del hueco es de forma estimada por el software.

S-(3,49x1,31)	fachada sur 1	3.49	1.31	4.57	8	0.73	15.97	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.49	0.2	1.31
E-(3,49x1,51)	fachada este 1	3.49	1.51	5.27	17	0.73	13.85	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.49	0.2	1.51
E-puerta	fachada este 1	2.7	3.08	8.32	1	3.28	39.48	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)				
O-(3,40x1,51)	fachada oeste a	3.4	1.51	5.13	9	0.72	14.01	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.4	0.2	1.51
O-(3,40x1,51)	fachada oeste c	3.4	1.51	5.13	9	0.72	14.01	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.4	0.2	1.51
O-(3,32x1,51)	fachada oeste b	3.32	1.51	5.01	4	0.67	13.32	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.32	0.2	1.51
O-(3,54-1,51)	fachada oeste b	3.54	1.51	5.35	2	0.74	13.77	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.54	0.2	1.51
O-puerta1	fachada oeste b	2.3	2.86	6.58	1	4.40	66.91	Estanco	100	Blanco (0,2)				
O-puerta2	fachada oeste b	2.35	2.86	6.72	1	6.72	100.00	Estanco	100	Blanco (0,2)				
NPI-(3,12X1,51))	fachada norte patio interior	3.12	1.51	4.71	6	0.63	13.37	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.12	0.2	1.51
NPI-(2,74x1,51)	fachada norte patio interior	2.74	1.51	4.14	6	0.58	14.13	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	2.74	0.2	1.51
NPI-(3,44x1,51)	fachada norte patio interior	3.44	1.51	5.19	2	0.72	13.94	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.44	0.2	1.51
NPI-puerta	fachada norte patio interior	2.74	2.93	8.03	1	3.22	40.08	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)				

SPI-(3,12X1,51))	fachada sur patio interior	3.12	1.51	4.71	6	0.63	13.37	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.12	0.2	1.51
SPI-(2,74x1,51)	fachada sur patio interior	2.74	1.51	4.14	6	0.58	14.13	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	2.74	0.2	1.51
SPI-(3,44x1,51)	fachada sur patio interior	3.44	1.51	5.19	2	0.72	13.94	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.44	0.2	1.51
SPI-puerta	fachada sur patio interior	2.74	2.93	8.03	1	3.22	40.08	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)				
OPI-(2,90X1,51)	fachada oeste patio interior	2.9	1.51	4.38	6	0.60	13.78	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	2.9	0.2	1.51
OPI-(3,44x1,51)	fachada oeste patio interior	3.44	1.51	5.19	2	0.72	13.94	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.44	0.2	1.51
EPI-(2,90X1,51)	fachada este patio interior	2.9	1.51	4.38	4	0.60	13.78	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	2.9	0.2	1.51
EPI-(3,44x1,51)	fachada este patio interior	3.44	1.51	5.19	2	0.72	13.94	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	3.44	0.2	1.51
OP2-(1,48x1,30	fachada oeste planta 2	1.48	1.3	1.92	1	0.52	27.03	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	1.48	0.2	0.30
OP2-puerta	fachada oeste planta 2	2.09	0.98	2.05	1	0.98	47.85	Poco estanco	100	Gris claro(0,4)	Retranqueo	2.09	0.2	0.42

SP2-(0,96X2)	fachada sur planta 2 (b)	0.96	2	1.92	1	1.92	100.00	Poco estanco	100	Gris medio (0,65)				
--------------	--------------------------	------	---	------	---	------	--------	--------------	-----	-------------------	--	--	--	--

3.5. Definición de puentes térmicos

Cerramiento	Puente térmico asociado	Cantidad	ancho (m)	Longitud (m)	Long. Total (m)	Valor (W/mk)	
Fachada norte 1	Pilar integrado en fachada	12		11.87	142.44	0.81	estimado
	Pilar en esquina	2		11.87	23.74	0.6	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	2		43.5	87	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		43.5	43.5	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		43.5	43.5	0.14	estimado
	N-(3,42x1,51)	12	3.42	1.51	118.32	0.33	estimado
	N-(2,91x1,51)	2	2.91	1.51	17.68	0.33	estimado
	N-(3,38x1,51)	2	3.38	1.51	19.56	0.33	estimado
	N-(3,22x1,51)	4	3.22	1.51	37.84	0.33	estimado
	N-(3,42x0,65)	1	3.42	0.65	8.14	0.33	estimado
	N-(3,22x0,65)	2	3.22	0.65	15.48	0.33	estimado
	N-(2,95x0,45)	1	2.95	0.45	6.8	0.33	estimado
Fachada sur 1	Pilar integrado en fachada	11		11.87	130.57	0.81	estimado
	Pilar en esquina	2		11.87	23.74	0.6	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	2		43.5	87	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		43.5	43.5	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		43.5	43.5	0.14	estimado
	S-(3,42x1,51)	6	3.42	1.51	59.16	0.33	estimado
	S-(2,68x1,51)	2	2.68	1.51	16.76	0.33	estimado

	S-(3,45x1,51)	4	3.45	1.51	39.68	0.33	estimado
	S-(3,49x1,31)	8	3.49	1.31	76.8	0.33	estimado
Fachada este	Pilar integrado en fachada	8		11.87	94.96	0.81	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	2		35.85	71.7	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		35.85	35.85	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		35.85	35.85	0.14	estimado
	E-(3,49x1,51)	17	3.49	1.51	170	0.33	estimado
	E-puerta	1	2.7	3.08	11.56	0.33	estimado
Fachada oeste (a)	Pilar integrado en fachada	2		11.87	23.74	0.81	estimado
	Pilar en esquina	1		11.87	11.87	0.6	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	2		12.26	24.52	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		12.26	12.26	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		12.26	12.26	0.14	estimado
	O-(3,40x1,51)	9	3.4	1.51	88.38	0.33	estimado
Fachada oeste (b)	Pilar integrado en fachada	0	0	0	0	0	0
	Encuentro de fachada con forjado	2		11.17	22.34	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		11.17	11.17	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		11.17	11.17	0.14	estimado
	O-(3,32x1,51)	4	3.32	1.51	38.64	0.33	estimado
	O-(3,54-1,51)	2	3.54	1.51	20.2	0.33	estimado
	O-puerta1	1	2.3	2.86	10.32	0.33	estimado
	O-puerta2	1	2.35	2.86	10.42	0.33	estimado
Fachada oeste (c)	Pilar integrado en fachada	2		11.87	23.74	0.81	estimado
	Pilar en esquina	2		11.87	23.74	0.6	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	2		12.26	24.52	1.51	estimado

	Encuentro de fachada con cubierta	1		12.26	12.26	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		12.26	12.26	0.14	estimado
	O-(3,40x1,51)	9	3.4	1.51	88.38	0.33	estimado
Fachada norte patio interior	Pilar integrado en fachada	5		11.87	59.35	0.81	estimado
	Pilar en esquina	2		11.87	23.74	0.6	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	2		19.04	38.08	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		19.04	19.04	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		19.04	19.04	0.14	estimado
	NPI-(3,12X1,51))	6	3.12	1.51	55.56	0.33	estimado
	NPI-(2,74x1,51)	6	2.74	1.51	51	0.33	estimado
	NPI-(3,44x1,51)	2	3.44	1.51	19.8	0.33	estimado
	NPI-puerta	1	2.74	2.93	11.34	0.33	estimado
Fachada sur patio interior	Pilar integrado en fachada	5		11.87	59.35	0.81	estimado
	Pilar en esquina	2		11.87	23.74	0.6	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	2		19.04	38.08	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		19.04	19.04	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		19.04	19.04	0.14	estimado
	SPI-(3,12X1,51))	6	3.12	1.51	55.56	0.33	estimado
	SPI-(2,74x1,51)	6	2.74	1.51	51	0.33	estimado
	SPI-(3,44x1,51)	2	3.44	1.51	19.8	0.33	estimado
	SPI-puerta	1	2.74	2.93	11.34	0.33	estimado
Fachada este patio interior	Pilar integrado en fachada	3		11.87	35.61	0.81	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	2		11.24	22.48	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		11.24	11.24	0.49	estimado

	Encuentro de fachada con solera	1		11.24	11.24	0.14	estimado
	EPI-(2,90X1,51)	4	2.9	1.51	35.28	0.33	estimado
	EPI-(3,44x1,51)	2	3.44	1.51	19.8	0.33	estimado
Fachada oeste patio interior	Pilar integrado en fachada	2		11.87	23.74	0.81	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	2		11.24	22.48	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		11.24	11.24	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		11.24	11.24	0.14	estimado
	OPI-(2,90X1,51)	6	2.9	1.51	52.92	0.33	estimado
	OPI-(3,44x1,51)	2	3.44	1.51	19.8	0.33	estimado
Fachada sur 2	Encuentro de fachada con forjado	2		2.36	4.72	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		2.36	2.36	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		2.36	2.36	0.14	estimado
Fachada norte 2	Encuentro de fachada con forjado	2		2.36	4.72	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con cubierta	1		2.36	2.36	0.49	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		2.36	2.36	0.14	estimado
Fachada sur pasillo	Pilar integrado en fachada	1		3.24	3.24	0.81	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	1		5.97	5.97	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		5.97	5.97	0.14	estimado
Fachada norte pasillo	Pilar integrado en fachada	1		3.24	3.24	0.81	estimado
	Encuentro de fachada con forjado	1		5.97	5.97	1.51	estimado
	Encuentro de fachada con solera	1		5.97	5.97	0.14	estimado
fachada sur planta 2 (a)	Encuentro de fachada con cubierta	1		4.21	4.21	0.49	estimado

fachada sur planta 2 (b)	Encuentro de fachada con cubierta	1		3.89	3.89	0.49	estimado
	SP2-(0,96X2)	1	0.96	2	5.92	0.33	
fachada este planta 2 (a)	Encuentro de fachada con cubierta	1		5.8	5.8	0.49	estimado
fachada este planta 2 (b)	Encuentro de fachada con cubierta	1		2.49	2.49	0.49	estimado
fachada oeste planta 2	Encuentro de fachada con cubierta	1		8.29	8.29	0.49	estimado
	OP2-(1,48x1,30)	1	1.48	1.3	5.56	0.33	estimado
	OP2-puerta	1	2.09	0.98	6.14	0.33	estimado

3.6. Definición de patrones de sombras

En la siguiente tabla se definen los patrones de sombra que crean unas fachadas sobre otras y que se han tenido en cuenta a la hora de realizar la certificación energética.

Patrón de sombra sobre la fachada del patio interior orientada al este				
	α_{1n}	β_{1n}	α_{2n}	β_{2n}
sombra producida por la fachada orientada al norte	-7	47	-81	17
	α_{1s}	β_{1s}	α_{2s}	β_{2s}
sombra producida por la fachada orientada al sur	173	47	-113	17
	α_{1o}	β_{1o}	α_{2o}	β_{2o}
sombra producida por la fachada orientada al oeste	-81	17	-113	17
Patrón de sombra sobre la fachada del patio interior orientada al oeste				
	α_{1n}	β_{1n}	α_{2n}	β_{2n}
sombra producida por la fachada orientada al norte	-7	47	67	17

	$\alpha 1s$	$\beta 1s$	$\alpha 2s$	$\beta 2s$
sombra producida por la fachada orientada al sur	173	47	99	17
	$\alpha 1e$	$\beta 1e$	$\alpha 2e$	$\beta 2e$
sombra producida por la fachada orientada al este	67	17	99	17
Patrón de sombra sobre la fachada del patio interior orientada al sur				
	$\alpha 1n$	$\beta 1n$	$\alpha 2n$	$\beta 2n$
sombra producida por la fachada orientada al norte	33	22	-47	22
	$\alpha 1e$	$\beta 1e$	$\alpha 2e$	$\beta 2e$
sombra producida por la fachada orientada al este	83	32	33	22
	$\alpha 1o$	$\beta 1o$	$\alpha 2o$	$\beta 2o$
sombra producida por la fachada orientada al oeste	-47	22	-97	32
Patrón de sombra sobre la fachada del patio interior orientada al norte				
	$\alpha 1s$	$\beta 1s$	$\alpha 2s$	$\beta 2s$
sombra producida por la fachada orientada al sur	133	22	-147	22
	$\alpha 1e$	$\beta 1e$	$\alpha 2e$	$\beta 2e$
sombra producida por la fachada orientada al este	83	32	133	22
	$\alpha 1o$	$\beta 1o$	$\alpha 2o$	$\beta 2o$
sombra producida por la fachada orientada al oeste	-97	32	-147	22
Patrón de sombra sobre la fachada oeste b				
	$\alpha 1n$	$\beta 1n$	$\alpha 2n$	$\beta 2n$
sombra producida por la fachada orientada al norte	16	45	-7	22
	$\alpha 1s$	$\beta 1s$	$\alpha 2s$	$\beta 2s$
sombra producida por la fachada orientada al sur	150	45	173	47

Patrón de sombra sobre la fachada orientada al norte (en lado oeste)				
	α_{1s}	β_{1s}	α_{2s}	β_{2s}
sombra producida por la fachada orientada al sur	179	28	167	28
	α_{1o}	β_{1o}	α_{2o}	β_{2o}
sombra producida por la fachada orientada al oeste	-97	79	179	28
Patrón de sombra sobre la fachada orientada al sur (en lado oeste)				
	α_{1s}	β_{1s}	α_{2s}	β_{2s}
sombra producida por la fachada orientada al norte	-13	28	-1	28
	α_{1o}	β_{1o}	α_{2o}	β_{2o}
sombra producida por la fachada orientada al oeste	-13	28	-97	79

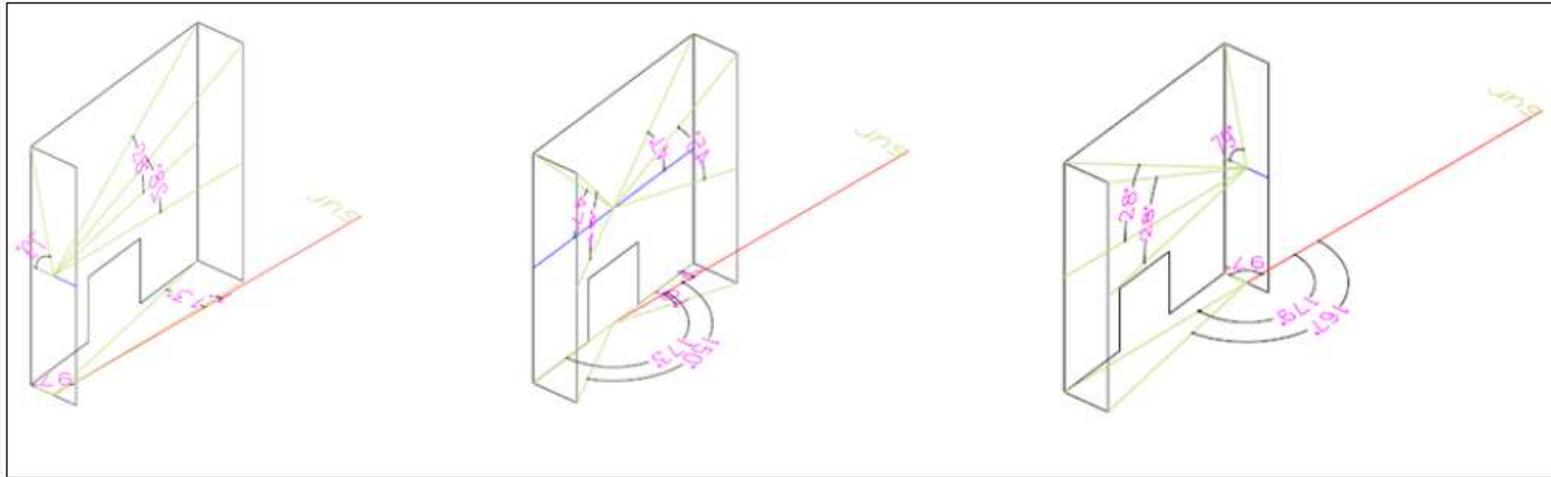


Figura 2. De izquierda a derecha: Patrón de sombra sobre la fachada oeste b; Patrón de sombra sobre la fachada orientada al norte (en lado oeste); Patrón de sombra sobre la fachada orientada al sur (en lado oeste)

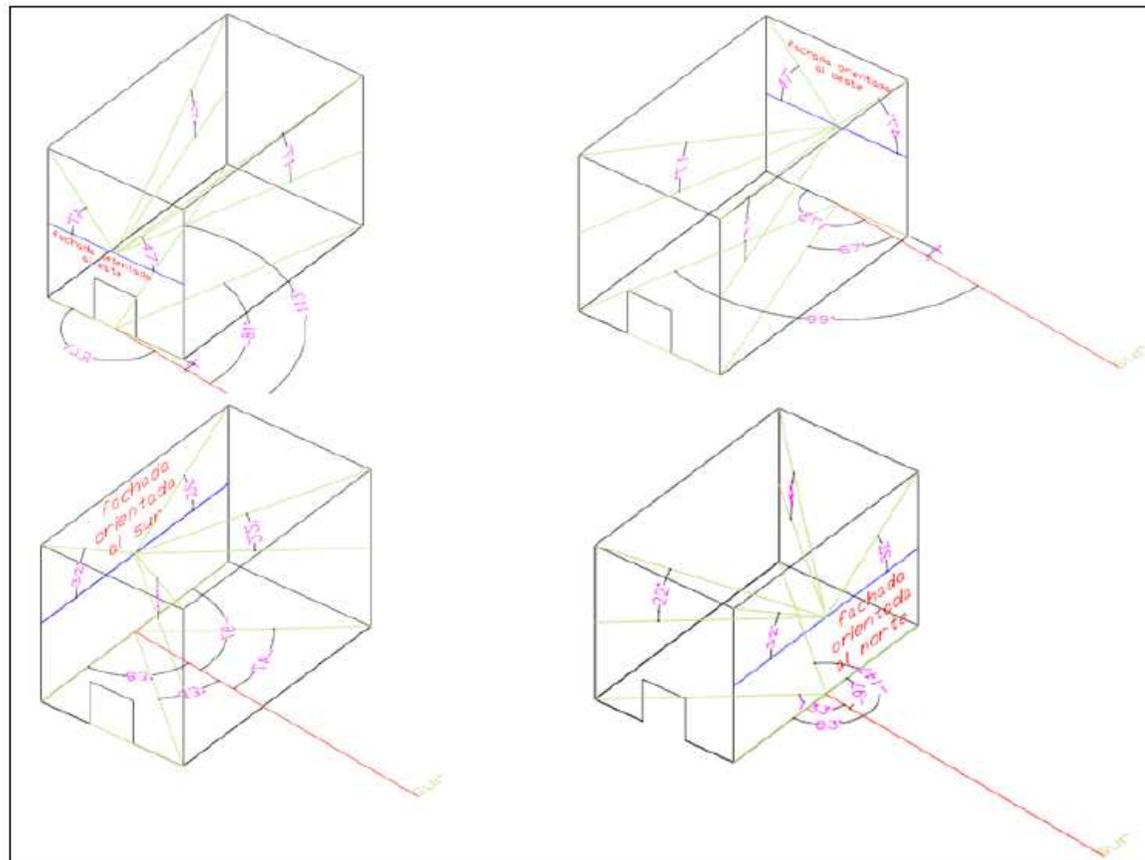


Figura 3. De izquierda a derecha y de arriba abajo: Patrón de sombra sobre la fachada del patio interior orientada al este; Patrón de sombra sobre la fachada del patio interior orientada al oeste; Patrón de sombra sobre la fachada del patio interior orientada al sur; Patrón de sombra sobre la fachada del patio interior orientada al norte

3.7. Definición de las instalaciones

A la hora de introducir el área cubierta por las instalaciones se han diferenciado dos zonas, zona acondicionada y zona no acondicionada perteneciente a los pasillos, ya que éstos no tienen calefacción ni refrigeración y se excluye del área de la zona acondicionada aquella área perteneciente al sótano 1 la cual tampoco está acondicionada.



Figura 4. Zona del sótano 1 no acondicionada.

3.7.1. Equipo de ACS (Caldera VISSMANN Paromat-triplex TN00)

Características				Demanda cubierta		Rnto. Medio Estacional					Acumulación						
Tipo de generador	Tipo de combustible	Presión máxima (bares=Kg/cm ²)	Volumen/Capacidad (l)	Superficie (m ²)	Demanda de ACS cubierta (%)	Fecha de fabricación	Potencia nominal (Kw)	Carga media real βcmb (por defecto 0.2)	Rnto de combustión (%) (por defecto 85%)	Aislamiento de la caldera	Valor de UA (w/K) (estimado, conocido, por defecto)	Volumen del depósito de almacenamiento (l)	Nº de depósitos	Tipo de aislamiento	Espesor del aislamiento	Consigna de paro de aporte de calor al tanque de ACS (tº alta en ºC)	Consigna de arranque de aporte de calor al tanque de ACS (tº baja en ºC)
Caldera estándar	Gasóleo-C	4	157	3068.	100	2001	80	0.2	85	Antigua con mal aislamiento	Por defecto	500	2	...	...	80	60

3.7.2. Equipos de sólo calefacción

Características									Demanda cubierta		Rnto. Medio Estacional					
Producción	Marca	Modelo	Tipo	Nº fabricación	Tipo de generador	Tipo de combustible	Presión máxima (bares=Kg/cm ²)	Volumen/Capacidad (l)	Superficie (m ²)	Demanda de ACS cubierta (%)	Fecha de fabricación	Potencia nominal (Kw)	Carga media real βcmb (por defecto 0.2)	Rnto de combustión (%) (Por defecto 85%)	Aislamiento de la caldera	
CALDERA 1: CALEFACCIÓN	VISSMANN	RONDO MAT	RL 538	722369400656	Caldera estándar	Gasóleo-C	6	275	1911.36	53.124	2000	380	0.2	85	Antigua con mal aislamiento	
CALDERA 2: CALEFACCIÓN	VISSMANN	RONDO MAT	RL 423	722375200902	Caldera estándar	Gasóleo-C	6	117	1156.94	32.16	2001	230	0.2	85	Antigua con mal aislamiento	

3.7.3. Equipos de sólo refrigeración

Características							Demanda cubierta		Rnto. Medio Estacional					
Producción	Marca	Modelo	Tipo	Nº fabricación	Tipo de generador	Tipo de combustible	Superficie (m2)	Demanda cubierta (%)	Fecha de fabricación	Antigüedad del equipo	Potencia nominal (Kw)	Rnto. nominal (%)	Características bomba de calor	Generadores escalonados
ENFRIADORA	HITSA	EH-140-4		1203004	Máquina frigorífica	Electricidad	3068	100		Más de 10 años	368	360	Agua-Agua	no

3.7.4. Equipos de sólo ventilación

Como equipos de ventilación existen ventiladores de caudal constante (más conocidos como fancoils) que proporcionan calor o frío según la demanda.

El número total de fancoils es de 86 pero para introducirlos en el CE₃X se dividen en dos grupos: Fancoils de aire frío y Fancoils de aire caliente.

TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD	Producción	Marca	Tipo de ventilador	Servicio	Potencia eléctrica (kw)		Periodo de funcionamiento	días laborables de funcionamiento	horas de funcionamiento al día (h)	No de horas anuales de demanda de calor (h).
						Potencia unitaria	Potencia total				
Fancoils de aire caliente	86	Aire frío/calor	GOULD-OTEDISA	Ventilador de caudal constante	calefacción	0.6	51.6	octubre-abril	145	12	1740
Fancoils de aire frío	86	Aire frío/calor	GOULD-OTEDISA	Ventilador de caudal constante	refrigeración	0.6	51.6	mayo-septiembre	107	12	1284

3.7.5. Equipos de bombeo

Características				Consumo energético anual					
Marca	Cantidad	Servicio (ACS, REFRIGERACIÓN O CALEFACCIÓN)		Potencia eléctrica (Kw)	periodo de funcionamiento	horas de funcionamiento al día (h)	No de horas anuales de demanda (h)	Funcionamiento de la bomba cuando no hay demanda térmica	
SEDICAL	1	B. ANTICONDENSACIÓN CALDERA 1	Calefacción	0.25	octubre-abril	145	12	1740	no
SEDICAL	1	B. ANTICONDENSACIÓN CALDERA 2	Calefacción	0.105	octubre-abril	145	12	1740	no
SEDICAL	1	B. ANTICONDENSACIÓN CALDERA 3	Calefacción	0.08	enero-diciembre	252	12	3024	no
SEDICAL	2	B. CIRCULACIÓN CALOR A DEPÓSITOS DE ACS.	Acs	0.108	enero-diciembre	252	12	6048	no
GRUNFOS	1	B. CIRCULACIÓN CALOR RETORNO DE DEPÓSITOS DE ACS.	Acs	0.115	enero-diciembre	252	12	3024	no
SEDICAL	2	B. CIRCULACIÓN FRIO/CALOR PRIMARIO A FANCOILS A 2 TUBOS	Calefacción /Refrigeración	4	enero-diciembre	252	12	6048	no
SEDICAL	2	B. CIRCULACIÓN CALOR PRIMARIO A FANCOILS A 4 TUBOS.	Calefacción	4	octubre-abril	145	12	3480	no
INTERCAL	2	B. CIRCULACIÓN FRIO PRIMARIO A FANCOILS A 4 TUBOS.	Refrigeración	5.5	mayo-septiembre	107	12	2568	no
INTERCAL	2	B. CIRCUITO DE TORRE DE REFRIGERACIÓN-ENFRIADORA.	Refrigeración	5.5	mayo-septiembre	107	12	2568	no

3.7.6. Torre de refrigeración

Características			Consumo energético anual				
Elemento	Marca	Tipo de torre	Potencia eléctrica (kw)	periodo de funcionamiento	días laborables	horas de funcionamiento al día (h)	No de horas anuales de demanda (h)
Torre de refrigeración	APAREL, TC215PFV	Torre de refrigeración: 1 velocidad	499	mayo-sept.	107	12	1284

3.7.7. Equipos de iluminación

Características		Eficiencia energética						
Superficie a cubrir (m2)	Control de iluminación	Tipo de luminaria	Nº de luminarias del edificio	Nº de tubos fluorescentes por luminaria	Potencia de los tubos fluorescentes (W)	Potencia instalada (W)	Actividad	Iluminación media horizontal (lux)
3068	Sin control de iluminación	Luminarias de 4 tubos fluorescentes	336	4	36	48384	Administrativo en general	500
523	Sin control de iluminación	Luminarias de 2 tubos fluorescentes	54	2	18	3456	Administrativo en general	500

Anexo V Informe descriptivo de la medida de mejora

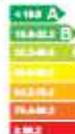
	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8887410VK3788H0001ZJ	Versión Informe asociado	19/07/2017
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	19/07/2017

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
INCORPORACION VRV A EDIFICIO COMPLETO

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Sutitución completa de la calefacción actual por sitema de VRV como el implementado para la mitad del edificio
Coste estimado de la medida
-
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIOXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	202.81 C		34.38 C

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
	72.28 E		26.8 C

	IDENTIFICACIÓN				Ref. Catastral	8887410VK3788H0001ZJ	Versión Informe asociado	19/07/2017
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	19/07/2017		

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/m² año]	17.20	73.9%	9.28	0.0%	1.93	0.0%	38.89	0.0%	103.79	32.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	33.62	B 60.9%	18.14	B 0.0%	3.77	B 0.0%	75.99	B 0.0%	202.81	C 20.6%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m² año]	5.69	A 71.6%	3.07	B 0.0%	0.64	B 0.0%	12.87	B 0.0%	34.36	C 29.5%
Demanda [kWh/m² año]	72.26	E 0.0%	25.90	C 0.0%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta en contacto con el aire	Cubierta	1338.08	0.06	1338.08	0.06
FACHADA NORTE EN CONTACTO CON EL TERRENO	Fachada	66.71	0.67	66.71	0.67
FACHADA SUR EN CONTACTO CON EL TERRENO	Fachada	66.71	0.67	66.71	0.67
FACHADA ESTE EN CONTACTO CON EL TERRENO	Fachada	96.85	0.54	96.85	0.54
FACHADA NORTE PRINCIPAL	Fachada	326.66	0.22	326.66	0.22
FACHADA SUR PRINCIPAL	Fachada	360.00	0.22	360.00	0.22
FACHADA ESTE PRINCIPAL	Fachada	217.93	0.22	217.93	0.22
FACHADA OESTE PRINCIPAL(a)	Fachada	99.32	0.22	99.32	0.22
FACHADA OESTE PRINCIPAL(b)	Fachada	76.38	0.22	76.38	0.22
FACHADA OESTE PRINCIPAL(c)	Fachada	99.32	0.22	99.32	0.22
FACHADA ORIENTADA AL SUR (EN LADO OESTE)	Fachada	28.01	0.22	28.01	0.22
FACHADA ORIENTADA AL NORTE (EN LADO OESTE)	Fachada	28.01	0.22	28.01	0.22
FACHADA NORTE PASILLO DE ENTRADA	Fachada	19.34	0.22	19.34	0.22
FACHADA SUR PASILLO DE ENTRADA	Fachada	19.34	0.22	19.34	0.22
FACHADA SUR CUARTO DE CUBIERTA (a)	Fachada	9.68	0.22	9.68	0.22

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8887410VK3788H0001ZJ	Versión Informe asociado	19/07/2017
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	19/07/2017

FACHADA SUR CUARTO DE CUBIERTA (b)	Fachada	7.03	0.22	7.03	0.22
FACHADA ESTE CUARTO DE CUBIERTA (a)	Fachada	13.34	0.22	13.34	0.22
FACHADA ESTE CUARTO DE CUBIERTA (b)	Fachada	5.73	0.22	5.73	0.22
FACHADA OESTE CUARTO DE CUBIERTA	Fachada	1.76	0.22	1.76	0.22
FACHADA NORTE EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	24.99	1.03	24.99	1.03
FACHADA SUR EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	24.99	1.03	24.99	1.03
FACHADA ESTE EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	48.39	1.03	48.39	1.03
FACHADA OESTE EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Fachada	48.39	1.03	48.39	1.03
SUELO EN CONTACTO CON EL TERRENO SOTANO 2	Suelo	134.36	0.39	134.36	0.39
SUELO EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR PLANTA 0	Suelo	20.54	1.50	20.54	1.50
SUELO EN CONTACTO CON CAMARA SANITARIA	Partición Interior	552.00	1.10	552.00	1.10
PARTICIÓN INTERIOR HORIZONTAL CON ESPACIO NH INFERIOR	Partición Interior	615.00	1.59	615.00	1.59
PARTICIÓN INTERIOR VERTICAL	Partición Interior	141.85	2.27	141.85	2.27
FACHADA NORTE DEL PATIO INTERIOR	Fachada	154.49	0.26	154.49	0.26
FACHADA SUR DEL PATIO INTERIOR	Fachada	154.49	0.26	154.49	0.26
FACHADA ESTE DEL PATIO INTERIOR	Fachada	94.82	0.26	94.82	0.26
FACHADA OESTE DEL PATIO INTERIOR	Fachada	105.51	0.26	105.51	0.26

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 a post mejora [W/m ² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m ² K]
N-(3.42x1.51)	Hueco	61.97	3.40	3.30	61.97	3.40	3.30
N-(2.91x1.51)	Hueco	8.79	3.40	3.30	8.79	3.40	3.30
N-(3.38x1.51)	Hueco	10.21	3.40	3.30	10.21	3.40	3.30
N-(3.22x1.51)	Hueco	19.45	3.39	3.30	19.45	3.39	3.30
N-(3.42x0.65)	Hueco	2.22	3.41	3.30	2.22	3.41	3.30
N-(3.22x0.65)	Hueco	4.19	3.43	3.30	4.19	3.43	3.30
N-(2.95x0.45)	Hueco	1.33	3.46	3.30	1.33	3.46	3.30
S-(3.42x1.51)	Hueco	30.99	3.40	3.30	30.99	3.40	3.30
S-(2.68x1.51)	Hueco	8.09	3.40	3.30	8.09	3.40	3.30
S-(3.45x1.51)	Hueco	20.84	3.43	3.30	20.84	3.43	3.30

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	8887410VK3788H0001ZJ	Versión Informe asociado	19/07/2017
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	19/07/2017

S-(3.49x1.31)	Hueco	36.58	3.41	3.30	36.58	3.41	3.30
E-(3.49x1.51)	Hueco	89.59	3.40	3.30	89.59	3.40	3.30
E-puerta	Hueco	8.32	3.58	3.30	8.32	3.58	3.30
Oa-(3.40x1.51)	Hueco	46.21	3.40	3.30	46.21	3.40	3.30
Ob-(3.32x1.51)	Hueco	20.05	3.39	3.30	20.05	3.39	3.30
Ob-(3.54x1.51)	Hueco	10.69	3.40	3.30	10.69	3.40	3.30
Ob-puerta1	Hueco	6.58	3.77	3.30	6.58	3.77	3.30
Ob-puerta2	Hueco	6.72	4.00	0.00	6.72	4.00	0.00
Oc-(3.40x1.51)	Hueco	46.21	3.40	3.30	46.21	3.40	3.30
NPI-(3.12X1.51)	Hueco	28.27	3.39	3.30	28.27	3.39	3.30
NPI-(2.74X1.51)	Hueco	24.82	3.40	3.30	24.82	3.40	3.30
NPI-(3.44X1.51)	Hueco	10.39	3.40	3.30	10.39	3.40	3.30
NPI-puerta	Hueco	8.03	3.58	3.30	8.03	3.58	3.30
SPI-(3.12X1.51)	Hueco	28.27	5.70	5.70	28.27	5.70	5.70
SPI-(2.74X1.51)	Hueco	24.82	3.40	3.30	24.82	3.40	3.30
SPI-(3.44X1.51)	Hueco	10.39	3.40	3.30	10.39	3.40	3.30
SPI-puerta	Hueco	8.03	3.58	3.30	8.03	3.58	3.30
EPI-(2.90x1.51)	Hueco	17.52	3.40	3.30	17.52	3.40	3.30
EPI-(3.44x1.51)	Hueco	10.39	3.40	3.30	10.39	3.40	3.30
OPI-(2.90x1.51)	Hueco	17.52	3.40	3.30	17.52	3.40	3.30
OPI-(3.44x1.51)	Hueco	10.39	3.40	3.30	10.39	3.40	3.30
SP2-(0.96x2)	Hueco	1.92	4.00	0.00	1.92	4.00	0.00
OP2-(1.48x1.30)	Hueco	1.92	3.49	3.30	1.92	3.49	3.30
OP2-puerta	Hueco	2.05	3.64	3.30	2.05	3.64	3.30

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/año]		[kW]	[%]	[kWh/año]	[kWh/año]
Caldera calefacción pot.nom 380W	Caldera Estándar	380	70.0%	-	-	-	-	-	-
Sistema clima VRV zona reformada	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		294.7%	-	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		294.7%	-	-
Nueva instalación calefacción	-	-	-	-	Bomba de Calor		420.0%	-	-
TOTALES									

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8887410VK3788H00012J	Versión informe asociado	19/07/2017
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	19/07/2017

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/año]		[kW]	(%)	[kWh/año]	[kWh/año]
Enfriadora de compresión mecánica	Máquina frigorífica		345.7%	-	Máquina frigorífica		345.7%	-	-
Sistema clima VRV zona reformada	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		264.1%	-	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		264.1%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

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/año]		[kW]	(%)	[kWh/año]	[kWh/año]
Bomb de calor Qton	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		445.9%	-	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		445.9%	-	-
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

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8887410VK3788H0001ZJ	Versión Informe asociado	19/07/2017
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	19/07/2017

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
Fancoil calor	Ventilador de caudal constante	Calefacción	46096.0	Ventilador de caudal constante	Calefacción	46096.0
Fancoil frío	Ventilador de caudal constante	Refrigeración	30134.4	Ventilador de caudal constante	Refrigeración	30134.4
Bomba circulación anticondensación caldera 1	Bomba de caudal constante	Calefacción	435.0	Bomba de caudal constante	Calefacción	435.0
Bomba circulación anticondensación caldera 3	Bomba de caudal constante	Calefacción	241.9	Bomba de caudal constante	Calefacción	241.9
Bomba circulación calor retorno de depósitos de ACS.	Bomba de caudal constante	Calefacción	347.8	Bomba de caudal constante	Calefacción	347.8
Bomba circulación frío/calor primario a fancoils a 2 tubos	Bomba de caudal constante	Calefacción	24192.0	Bomba de caudal constante	Calefacción	24192.0
Bomba circulación frío primario a fancoils a 4 tubos	Bomba de caudal constante	Calefacción	14124.0	Bomba de caudal constante	Calefacción	14124.0
Bomba circuito torre de refrigeración-enfriadora	Bomba de caudal constante	Calefacción	14124.0	Bomba de caudal constante	Calefacción	14124.0

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²*100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m²]	VEEI post mejora [W/m²*100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
Zona no acondicionada	6.61	1.3	500	6.61	1.3	500
Zona acondicionada	11.71	2.3	500	11.71	2.3	500
TOTALES	10.96	-	-	10.96	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8887410VK3788H0001ZJ	Versión Informe asociado	19/07/2017
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	19/07/2017

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Zona acondicionada	3031.29	Intensidad Media - 12h
Zona no acondicionada	522.67	Intensidad Media - 12h
Edificio Objeto	0.23	Intensidad Media - 12h

ENERGÍAS RENOVABLES

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]	Energía eléctrica generada y autoconsumida post mejora [kWh/año]
Generacion fotovoltaica	16556.3	16556.3
TOTALES	16556.3	16556.3