

AUDITORÍA ENERGÉTICA

CEIP MIGUEL HERNANDEZ

INFORME DE RESULTADOS

Noviembre 2018

creara
ENERGY EXPERTS

STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !



Cliente: Diputación de Huelva

Fecha de visita: Octubre 2018

Elaborado por: Revisado por:

Javier De Armentía

Alejandro Morell Fernández

Alberto Sánchez Ibáñez

Consultor de Eficiencia Energética

Jefe de Proyecto (Ingeniero Certificado en
Medición y Verificación (CMVP- EVO))

ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO	10
2	DATOS BÁSICOS DEL EDIFICIO	13
3	MOTIVACIÓN Y OBJETO.....	15
4	METODOLOGÍA	16
4.1	DESARROLLO DEL TRABAJO	16
4.2	CRITERIOS AMBIENTALES: NIVEL DE EMISIONES DE CO ₂ POR CONSUMO DE ENERGÍA.....	17
4.3	CRITERIOS ECONÓMICOS: CICLO DE VIDA DE LAS MEDIDAS CON INVERSIÓN	17
5	CONSUMOS ENERGÉTICOS	19
5.1	SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD	19
5.2	SUMINISTRO DE GASÓLEO	21
6	DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES.....	22
6.1	CALEFACCIÓN	22
6.2	REFRIGERACIÓN.....	22
6.3	GENERACIÓN DE ACS	23
6.4	ILUMINACIÓN	24
6.5	EQUIPOS	25
6.6	ENVOLVENTE.....	26
7	BALANCE ENERGÉTICO.....	30
7.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL BALANCE ENERGÉTICO	30
7.2	BALANCE ENERGÉTICO POR USOS.....	31
7.3	BALANCE ELÉCTRICO POR USOS	32
7.4	BALANCE DE GASÓLEO POR USOS	33
8	LÍNEA DE BASE	34
8.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA LÍNEA BASE	34
8.1.1	SELECCIÓN DEL PERÍODO DE REFERENCIA	34
8.1.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO	34
8.1.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN	34
8.1.4	SELECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MÁS REPRESENTATIVO.....	35
8.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
8.3	LÍNEA DE BASE ESTABLECIDA.....	39
9	MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS	41



9.1	DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS	42
9.1.1	PRODUCCIÓN DE ACS	42
9.1.1.1	Instalación de perlizadores y reductores volumétricos en grifos y duchas	42
9.1.2	ILUMINACIÓN	43
9.1.2.1	Sustitución de lámparas convencionales por LED	43
9.1.2.2	Instalación de detectores de presencia y sensores de luz natural	46
9.1.3	EQUIPOS	49
9.1.3.1	Instalación de sobre-enchufes (Plugwise)	49
9.1.4	ENERGÍAS RENOVABLES	50
9.1.4.1	Solar fotovoltaica	50
9.1.1	FACTURACIÓN ELÉCTRICA	58
9.1.1.1	Optimización de la potencia contratada	58
9.2	DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS	59
9.2.1	CLIMATIZACIÓN	59
9.2.1.1	Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural ..	59
9.2.1.2	Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	60
9.2.1.3	Sustitución de calefactores por bombas de calor	60
9.2.1.4	Aislamiento del cuerpo de la caldera	61
9.2.2	PRODUCCIÓN DE ACS	62
9.2.2.1	Instalación de perlizadores y reductores volumétricos en grifos y duchas	62
9.2.3	ILUMINACIÓN	64
9.2.3.1	Sustitución de lámparas convencionales por LED	64
9.2.4	EQUIPOS	65
9.2.4.1	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	65
10	MEDIDA DE GESTIÓN Y CONTROL ENERGÉTICO	67
10.1.1	TELEGESTIÓN DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA	67
11	BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN	68
11.1	REGULACIÓN DEL AIRE DE COMBUSTIÓN DE LAS CALDERAS	68
11.2	REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS ESTANCIAS	69
11.3	CONFIGURACIÓN CORRECTA DEL PROGRAMA ENERGY STAR	70
11.4	LIMPIAR LA PARTE TRASERA DE FRIGORÍFICOS Y CONGELADORES	72
11.5	DESCONGELAR SI SE FORMA ESCARCHA EN LOS FRIGORÍFICOS	72
12	CONCLUSIONES	74
12.1	MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS	74
12.2	MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS	78
12.3	FLUJO DE CAJA	80



12.4 REDUCCIÓN DE EMISIONES	81
12.5 PLAN DE ACTUACIÓN	83
13 ANEXOS	84
13.1 CALEFACCIÓN	84
13.2 REFRIGERACIÓN	87
13.3 GENERACIÓN DE ACS	89
13.4 EQUIPOS	89
13.5 ILUMINACIÓN	94
13.6 ENVOLVENTE	103
13.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOLAR FOTOVOLTAICA	106



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Miguel Hdez.....	12
Tabla 2. Datos básicos de la instalación	14
Tabla 3. Indicadores calculados para el edificio	14
Tabla 4. Emisiones unitarias por kWh.....	17
Tabla 5. Consumos energéticos.....	19
Tabla 6. Características del suministro eléctrico	19
Tabla 7. Datos mensuales de consumo Electricidad	19
Tabla 8. Datos mensuales de consumo de Gasóleo	21
Tabla 9. Características equipos calefacción	22
Tabla 10. Características equipos calefacción	23
Tabla 11. Características equipos generación ACS	23
Tabla 12. Distribución del consumo y del número de lámparas.....	24
Tabla 13. Distribución de consumos	25
Tabla 14. Herramientas para el cálculo del balance energético	31
Tabla 15. Distribución global del consumo energético	31
Tabla 16. Distribución global del consumo eléctrico.....	32
Tabla 17. Distribución global del consumo de gasóleo.....	33
Tabla 18. Valores de aceptación del modelo matemático.....	36
Tabla 19. Consumo eléctrico y variables significativas para la línea base.....	36
Tabla 20. Análisis comparativo de los resultados de los modelos matemáticos para línea base	39
Tabla 21. Línea base de electricidad CEIP Miguel Hernández.....	40
Tabla 22. Listado de medidas estudiadas	41
Tabla 23. Instalación de perlizadores en grifos	43
Tabla 24. Sustitución de fluorescentes por LED.....	45
Tabla 25. Sustitución de luminarias de tipo aplique por LED.....	46
Tabla 26. Instalación de detectores de presencia	47
Tabla 27. Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise.....	50
Tabla 28. Latitud y longitud	52
Tabla 29. Potencial solar mensual	52
Tabla 30. Presupuesto instalación solar fotovoltaica.....	56
Tabla 31. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica	57
Tabla 32. Características del suministro eléctrico	58
Tabla 33. Sustitución de la caldera actual por una de gas natural.....	59
Tabla 34. Sustitución bombas de calor actuales por bombas de calor eficientes	60
Tabla 35. Sustitución de calefactores por bombas de calor	61
Tabla 36. Aislamiento del cuerpo de la caldera.....	62
Tabla 37. Instalación de reductores volumétricos en duchas	63
Tabla 38. Sustitución de proyectores por LED	64
Tabla 39. Sustitución de las luminarias de tipo viales por LED.....	65
Tabla 40. Instalación de regletas eliminadoras del stand-by	66
Tabla 41. Pérdidas en los humos de la combustión del gasóleo	69
Tabla 42. Tabla resumen de medidas de ahorro estudiadas	75
Tabla 43. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio.....	77



Tabla 44. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Miguel Hdez.	78
Tabla 45. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en el edificio CEIP Miguel Hdez.	79
Tabla 46. Consumo y coste energético antes y después de la implantación de las medidas en el edificio	80
Tabla 47. Flujo de caja	80
Tabla 48. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas	81
Tabla 49. Medidas con PRS bajo	83
Tabla 50. Medidas con PRS medio	83
Tabla 51. Medidas con PRS alto	83
Tabla 52. Inventario equipos centralizados calefacción	84
Tabla 53. Inventario equipos bombeo calefacción	84
Tabla 54. Inventario equipos individualizados calefacción	85
Tabla 55. Inventario equipos individualizados refrigeración	87
Tabla 56. Inventario equipos generación ACS	89
Tabla 57. Inventario equipos	89
Tabla 58. Inventario y propuestas iluminación	94
Tabla 59. Medidas de ahorro energético en la envolvente	103
Tabla 60. Características técnicas exigibles a los módulos de la instalación solar fotovoltaica	106



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Balance energético por usos	10
Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de Electricidad	20
Gráfica 3. Distribución iluminación existente	24
Gráfica 4. Distribución del consumo de los equipos	26
Gráfica 5. Balance energético por usos	32
Gráfica 6. Balance eléctrico por usos.....	33
Gráfica 7. Balance de gasóleo por usos.....	33
Gráfica 8. Evolución del consumo eléctrico (2016-2017).....	37
Gráfica 9. Regresiones lineales para establecer la línea base de electricidad	38
Gráfica 10. Ajuste de la línea base y el consumo real.....	40
Gráfica 11. Escenarios de generación FV y aprovechamiento.....	53
Gráfica 12. Generación mensual de energía	54
Gráfica 13. Eficiencia de la cantidad de aire sobre el proceso de combustión	68
Gráfica 14. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio ...	77
Gráfica 15. Flujo de caja	81
Gráfica 16. Ahorro de emisiones de CO ₂	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

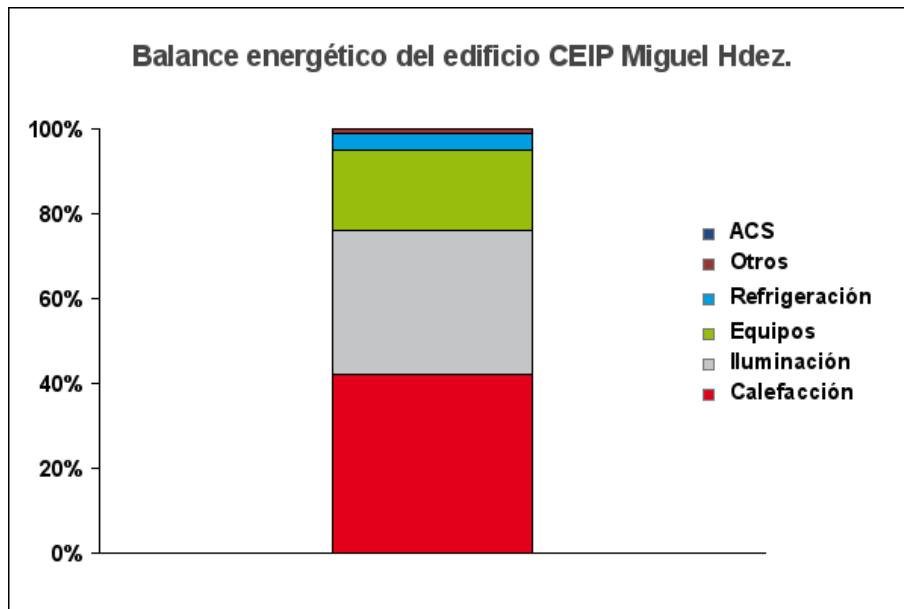
Ilustración 1. Plano de situación de las instalaciones	13
Ilustración 2. Fachada del CEIP Miguel Hdez.	14
Ilustración 3. Caldera para calefacción	22
Ilustración 4. Termo eléctrico (marca Forcalí)	23
Ilustración 5. Imagen de pantalla estanca	25
Ilustración 6. Imagen de un proyector	26
Ilustración 7. Carpintería de las instalaciones	27
Ilustración 8. Función simplificada o de una única variable.....	35
Ilustración 9. Función multivariable.....	35
Ilustración 10. Perlizadores y reductores de caudal de distintos modelos	42
Ilustración 11. Detector de presencia	47
Ilustración 12. Componentes del sistema de eliminación del modo stand-by de equipos ofimáticos	49
Ilustración 13. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico (compuesto de numerosas células).....	51
Ilustración 14. Imagen de una instalación fotovoltaica estática	52
Ilustración 15. Zona optima para la ubicación de las placas fotovoltaicas	55
Ilustración 16. Aislamiento tipo manta armada de lana de roca.....	62
Ilustración 17. Perlizadores y reductores de caudal de distintos modelos	63
Ilustración 18. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales	66
Ilustración 19. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización (Fuente: Creara)	67
Ilustración 20. Logotipo del programa ENERGY STAR de ahorro energético en ordenadores	71
Ilustración 21. Parte trasera de un frigorífico.....	72



1 RESUMEN EJECUTIVO

Crear a petición de la Diputación de Huelva, ha llevado a cabo una auditoría energética en detalle al edificio “CEIP Miguel Hdez.” ubicado en Barriada Blas Infante, 21890, Manzanilla, Huelva.

Tras la visita y el estudio de los datos recopilados se ha determinado que el consumo energético total asciende a 74.774 kWh y se distribuye de la siguiente forma:



Gráfica 1. Balance energético por usos

El centro, es un complejo Centro de Educación Infantil y primaria. Este se encuentra sectorizado en tres zonas distintas (Edificio principal, edificio Infantil y gimnasio), distribuido una planta sobre rasante y planta baja, además de contar con zonas de jardines, patios de recreo y canchas deportivas.

Las zonas están distribuidas de la siguiente forma:

<u>Edificio Principal</u>	<u>Edificio infantil</u>	<u>Edificio comedor</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Sala de profesores - Aulas - Dirección - Secretaría - Espacios comunes - Aseos • Planta primera: <ul style="list-style-type: none"> - Aulas - Aseos - Laboratorio - Almacén - Espacios comunes 	<ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Aulas - Aseos • Planta primera <ul style="list-style-type: none"> - Aulas - Aseos 	<ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Cocina - Comedor - Aseos comunes
Gimnasio		
<ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Gimnasio - Vestuarios 		

Se han detectado procesos eficientes desde el punto de vista energético, sin embargo, también se han encontrado posibilidades de mejora.

La implantación de las medidas recomendadas generaría un ahorro energético de 26.054 kWh (34,8% respecto al consumo energético total), lo cual supone un ahorro económico de 4.243 €/año con una inversión total de 21.215 €.

A continuación, se muestra una tabla con las medidas de ahorro que se proponen para su implementación.

De la totalidad de medidas estudiadas se recomienda la implementación de aquellas con un periodo de retorno inferior a 10 años.



Tabla 1. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Miguel Hdez.

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO ₂ / año	€	%	años
M1	Instalación de perlizadores en grifos	12	0,02	2	6	2,9	3	13	32,0	10
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.241	5,67	672	2.108	3,1	1.094	4.115	30,4	10
M3	Instalación de detectores de presencia	2.109	2,82	350	1.470	4,2	544	1.778	20,9	10
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	11.906	15,92	1.982	8.368	4,2	3.072	10.028	20,7	15
M5	Instalación fotovoltaica	8.764	11,72	1.389	8.791	6,2	3.067	4.158	10,2	25
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	368	0,49	67	473	7,1	95	153	7,7	15
TOTAL		26.054¹	34,80	4.243	21.215	5,0	7.488	20.244	17	-

¹ El ahorro total no es igual a la suma del ahorro de cada medida, debido a que existen efectos cruzados entre ellas



2 DATOS BÁSICOS DEL EDIFICIO

<u>Edificio Principal</u>	<u>Edificio infantil</u>	<u>Edificio comedor</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Sala de profesores - Aulas - Dirección - Secretaría - Espacios comunes - Aseos • Planta primera: <ul style="list-style-type: none"> - Aulas - Aseos - Laboratorio - Almacén - Espacios comunes 	<ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Aulas - Aseos • Planta primera <ul style="list-style-type: none"> - Aulas - Aseos 	<ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Cocina - Comedor - Aseos comunes
		<p>Gimnasio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Gimnasio - Vestuarios

Las instalaciones se encuentran ubicado en Barriada Blas Infante, 21890, Manzanilla, Huelva y cuentan con una superficie total construida de 3.802 m², integrados en 2 niveles sobre rasante.



Ilustración 1. Plano de situación de las instalaciones



Ilustración 2. Fachada del CEIP Miguel Hdez.

Las principales características del edificio objeto de estudio son las siguientes:

Tabla 2. Datos básicos de la instalación

Dirección del edificio	Barriada Blas Infante
Zona climática	B3
Nº de plantas	2
Superficie construida (m²)	3.802
Número de usuarios	450
Tipología edificatoria	Escuela con ducha
Horario de funcionamiento	L: 08:00 a 14:30 y 16:00 a 18:00 M-V: 08:00 a 14:30
Consumo energético anual (kWh)	74.774

Tabla 3. Indicadores calculados para el edificio

Indicador	Unidades	Valor
Consumo de energía de la instalación por superficie del edificio	[kWh / m ²]	19,67
Emisiones CO ₂ por superficie del edificio	[kg CO ₂ / m ²]	5,15



El consumo energético crece en paralelo al desarrollo económico; es por tanto primordial implantar medidas que optimicen la demanda energética. Desde una planta industrial, un pequeño comercio o un hogar, las medidas encaminadas a la eficiencia energética son múltiples, y a menudo, muy económicas.

La auditoría energética estudia de forma exhaustiva el grado de eficiencia energética de una instalación y analiza los equipos consumidores de energía, la envolvente térmica y los hábitos de consumo. De los resultados obtenidos, se recomiendan las acciones idóneas para optimizar el consumo en función de su potencial de ahorro, la facilidad de implementación y el coste de ejecución. Es decir; la auditoría energética facilita la toma de decisiones de inversión en ahorro y eficiencia energética.

La Diputación de Huelva con el ahorro y la eficiencia energética, solicita la realización de una auditoría energética en las instalaciones situadas en la Barriada Blas Infante.

Los principales objetivos que se pretenden alcanzar con esta auditoría energética son los siguientes:

- Compilación de datos de diversa índole sobre el comportamiento energético de las instalaciones objeto de estudio.
- Evaluación del estado general de las instalaciones.
- Evaluación del aprovechamiento energético general de las instalaciones.
- Cuantificación, análisis y clasificación de los consumos energéticos.
- Identificación y cuantificación de las oportunidades de ahorro energético.
- Redacción de medidas para la reducción de los consumos energéticos.
- Cuantificación de los ahorros energéticos y económicos y propuesta de una metodología para la implementación de estas medidas.

La metodología utilizada para el desarrollo de esta auditoría energética cumple con los requisitos que establece el Real Decreto 56/2016 de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.

Así mismo este documento también cumple con los requisitos de la UNE-EN 16247 "Auditorías Energéticas".

4.1 DESARROLLO DEL TRABAJO

Fase I: Recopilación inicial de información.

- Datos de facturación de energía eléctrica y de combustibles.
- Inventario general de instalaciones.
- Superficie, distribución y número de usuarios en las instalaciones.

Fase II: Toma de datos.

- Toma de datos de las instalaciones consumidoras de energía.
- Toma de datos necesarios para la elaboración del informe de auditoría energética, con el alcance especificado.

Fase III: Análisis y evaluación del estado actual de la instalación.

- Análisis de los registros de energía realizados.
- Análisis técnico de la situación energética actual de las instalaciones.
- Elaboración de un balance energético global.
- Propuestas de mejora y potencialidad de cada mejora.

Fase IV: Elaboración de informe.

- Entrega del informe preliminar.
- Recepción de los comentarios.
- Entrega del informe definitivo.



4.2 CRITERIOS AMBIENTALES: NIVEL DE EMISIONES DE CO₂ POR CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo energético puede tener impactos ambientales asociados con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por lo que cualquier reducción del consumo supondría una reducción de las emisiones contaminantes.

El empleo de fuentes de energía no renovables como gas natural, gasóleo, propano o butano, produce la emisión de gases contaminantes como el dióxido de carbono (CO₂), el monóxido de carbono (CO), el metano (CH₄), entre otros. Así mismo, aunque la energía eléctrica no produzca emisiones en las instalaciones donde se consume, si se emiten gases contaminantes en las centrales de generación si estas no emplean fuentes renovables.

En España, gran parte de la electricidad se generaba en centrales que emiten gases contaminantes (centrales térmicas de carbón, ciclos combinados, centrales de fuel / gas, etc.), si bien el porcentaje de fuentes de energía renovables es cada vez mayor (eólica, solar, etc.)

En la tabla siguiente se muestran las emisiones unitarias por kWh que se han utilizado en el presente informe.

Tabla 4. Emisiones unitarias por kWh

Fuente de energía	Unidades	² Emisión de CO ₂
Electricidad	kg CO ₂ / kWh	0,26
Gasóleo	kg CO ₂ / kWh	0,27

4.3 CRITERIOS ECONÓMICOS: CICLO DE VIDA DE LAS MEDIDAS CON INVERSIÓN

En cada una de las medidas de inversión, además de proporcionar parámetros económicos tales como el ahorro económico, energético, y las emisiones de CO₂, se aportarán datos pormenorizados sobre el ciclo de vida de los activos de cada una de las medidas. En particular, se aportarán parámetros tales como el VAN para analizar con criterio de rentabilidad económica el análisis del coste del ciclo de vida, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo.

A la hora de traducir los ahorros energéticos a ahorros económicos, se ha tomado únicamente el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE), ya que se considera que sólo se ahorra en dicho concepto de la factura eléctrica (kWh), mientras que el término de potencia, el alquiler de equipos, etc. se seguirán pagando a pesar de la implementación de las medidas de ahorro recomendadas. Es cierto que, una vez implementadas medidas de ahorro como sustitución de lámparas actuales por tecnología LED, se puede posteriormente ajustar la potencia contratada, consiguiendo además un ahorro económico adicional en dicho concepto. De esta manera los resultados económicos presentados en este informe son conservadores.

² Información obtenida de REE 2017 para electricidad y MITECO 2017 para gasóleo.



A la hora del cálculo de la rentabilidad de las medidas de ahorro recomendadas, se han calculado diferentes indicadores, tales como el periodo de retorno simple (PRS), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los criterios utilizados para el cálculo de estos indicadores son los siguientes:

- PRS = inversión total (€) / ahorro económico anual (€).
- VAN: es el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.
 - Tasa de descuento: 2%
 - Duración proyecto: 10 años
- TIR: de una inversión es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, es decir, es la tasa de descuento con la que el VAN es igual a cero.
 - Incremento del precio de la energía: 1%
 - Tasa de descuento: 2%
 - Duración proyecto: 10 años

Resumen energético de las instalaciones

La contabilidad energética, económica y en emisiones de CO₂ para el consumo energético evaluado en el presente informe es la siguiente:

Tabla 5. Consumos energéticos

Fuente energética	Consumo energético anual (kWh)	Coste energético anual (€)	Emisiones de CO₂ anuales (kg)
Electricidad	43.924	6.962	11.332
Gasóleo	30.850	1.749	8.237
Total	74.774	8.711	19.569

5.1 SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

El CEIP Manuel Pérez cuenta con un único suministro eléctrico y tiene una tarifa 2.1A con un periodo de facturación. El resto de características del suministro eléctricos se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 6. Características del suministro eléctrico

CUPS	Potencia actual
	P1 (kW)
ES0339000007000021JP0F	10,39

En el edificio no existen contadores instalados aparte de los de la compañía distribuidora.

Se han facilitado las facturas eléctricas del último año disponibles, desde enero 2017 hasta diciembre 2017. A continuación, se muestra una tabla con el consumo eléctrico mensual del edificio "CEIP Miguel Hdez.".

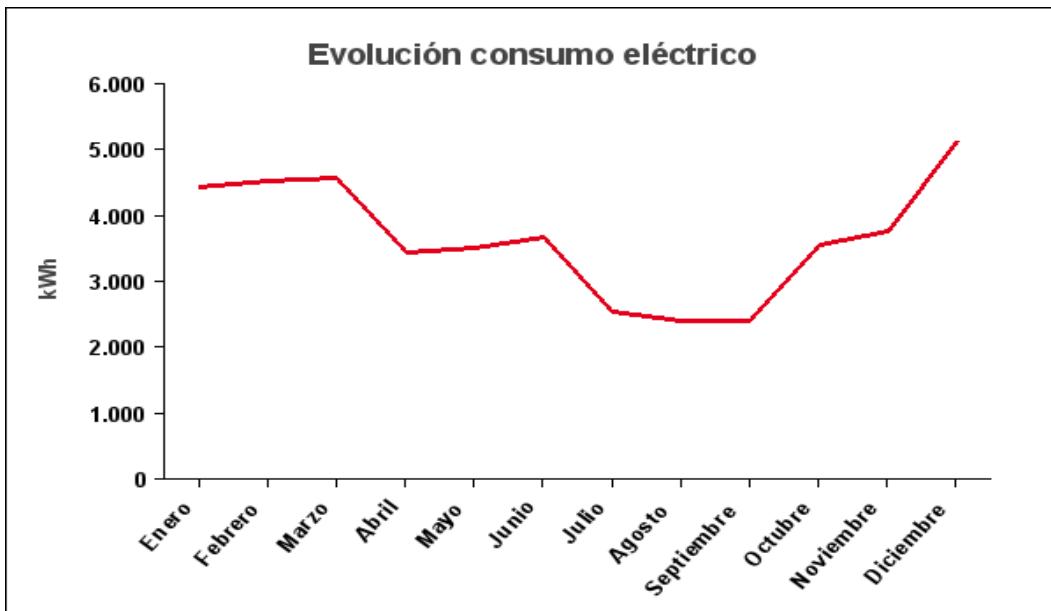
Tabla 7. Datos mensuales de consumo Electricidad

Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Enero 2017	4.428	702
Febrero 2017	4.528	718
Marzo 2017	4.573	725
Abril 2017	3.443	546
Mayo 2017	3.505	556
Junio 2017	3.669	582
Julio 2017	2.529	401
Agosto 2017	2.406	381
Septiembre 2017	2.402	381



Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Octubre 2017	3.552	563
Noviembre 2017	3.758	596
Diciembre 2017	5.131	813
Total	43.924	6.962³

El coste promedio de la energía es de 0,16 €/kWh. A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del consumo eléctrico mensual del edificio “CEIP Miguel Hdez.”.



4Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de Electricidad

El gráfico anterior muestra un mayor consumo en los meses más fríos del año debido a la utilización de los equipos de climatización en modo calefacción y un mayor uso de la luz artificial. A su vez, de mayo a mitad de julio y el mes de octubre se observa un consumo menor, debido a que tienen menor uso los equipos de climatización, en modo refrigeración. También, en los meses más calurosos se observa un decrecimiento del consumo, coincidiendo con la reducción de número de usuario que hay en el centro por ser periodo vacacional.

³El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).

⁴Los meses de consumo se muestran en año natural



5.2 SUMINISTRO DE GASÓLEO

Se han facilitado las recargas de gasóleo del último año disponible, desde enero 2017 hasta diciembre 2017.

A continuación, se muestra una tabla con el consumo de gasóleo mensual analizado:

Tabla 8. Datos mensuales de consumo de Gasóleo

Mes	Consumo gasóleo	Coste (€)
Total, litros 2017	3.001	1.749
Total, kWh	30.850⁵	1.749

El coste promedio de la energía es de 0,06 €/kWh. A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del consumo de gasóleo mensual.

⁵ Consumo en kWh teniendo en cuenta un PCI de 10,28 kWh/l. Este valor es el que se utilizará para el análisis y los cálculos de las instalaciones.



6 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES

6.1 CALEFACCIÓN

Durante la visita a las instalaciones, se observó que demanda de calefacción se cubre mediante una caldera, a través de radiadores de agua caliente, distribuidos por las diferentes estancias del edificio.

Las características de los principales equipos de generación de calor se muestran a continuación:

Tabla 9. Características equipos calefacción

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W) ⁶
Caldera	Roca	1	202.800	186



Ilustración 3. Caldera para calefacción

El resto de los equipos de calefacción se encuentran detallados en el inventario.

6.2 REFRIGERACIÓN

Durante la visita a las instalaciones, se observó que la demanda de refrigeración no se cubre mediante ningún equipo centralizado, sino que se hace mediante equipos independientes, distribuidos por las diferentes estancias del edificio.

Las características de los principales equipos de generación de calor se muestran a continuación:

⁶Hace referencia a la potencia del quemador en el caso de las calderas y a la potencia absorbida en el caso de las bombas de calor.



Tabla 10. Características equipos calefacción

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W) ⁷
Split	Mundoclima	1	-	50,00
Bomba de calor (frío)	Mundoclima	1	3222,00	1000,00
Split	Daitsu	1	-	50,00
Bomba de calor (frío)	Daitsu	1	3200,00	990,00

El resto de los equipos de calefacción se encuentran detallados en el inventario.

6.3 GENERACIÓN DE ACS

Las características de los principales equipos de generación de ACS se muestran a continuación:

Tabla 11. Características equipos generación ACS

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia eléctrica (W)	Capacidad (litros)
Termino eléctrico	Forcali	1	1.500	30
Termino eléctrico	-	1	1.000	80
Termino eléctrico	-	2	1.000	300



Ilustración 4. Termo eléctrico (marca Forcali)

El resto de los equipos asociados a la generación de ACS se encuentran en el inventario.

⁷Hace referencia a la potencia del quemador en el caso de las calderas y a la potencia absorbida en el caso de las bombas de calor.

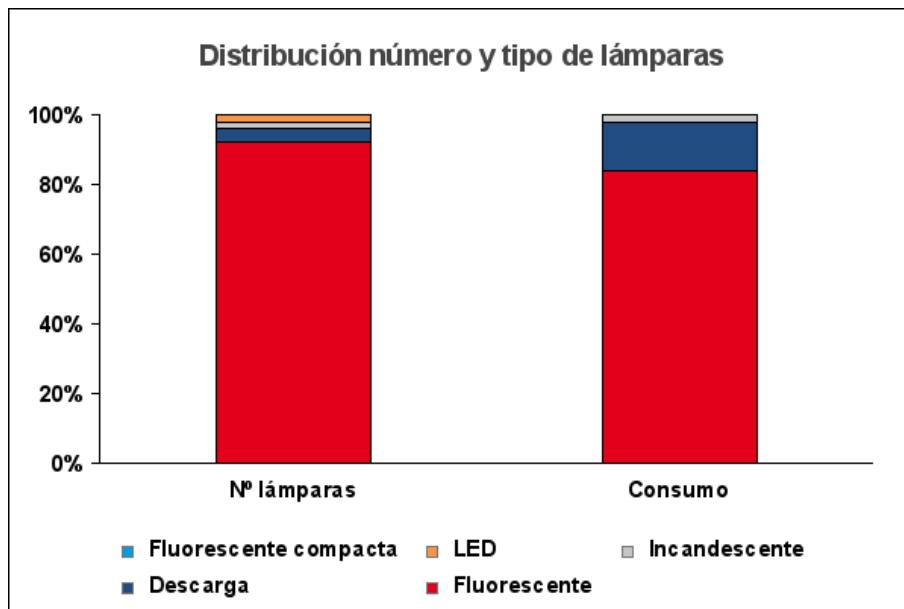


La potencia total instalada en el edificio es de 26,85 kW. A continuación, se adjunta una tabla que determina la representatividad de las lámparas y su consumo en el edificio:

Tabla 12. Distribución del consumo y del número de lámparas

Tecnología	Lámparas		Consumo	
	Unidades	%	kWh	%
Fluorescente compacta	1	0,19	13	0,05
Fluorescente	496	92,02	21.419	84,09
Incandescente	11	2,04	423	1,66
LED	11	2,04	127	0,50
Descarga	20	3,71	3.489	13,70
Total	539	100%	25.472	100%

La distribución de iluminación, en función de la potencia total instalada por tipo de lámpara, se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 3. Distribución iluminación existente





Ilustración 5. Imagen de pantalla estanca

En el anexo se dispone de un inventario detallado de los equipos de iluminación por estancia.

6.5 EQUIPOS

A continuación, se adjunta una tabla que determina la representatividad de los equipos y su consumo en el edificio:

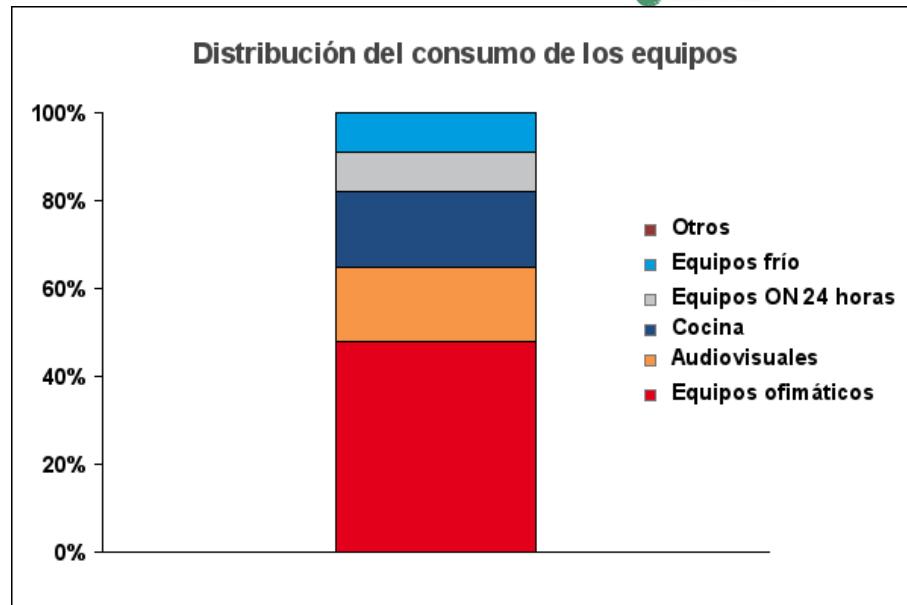
Tabla 13. Distribución de consumos

Servicio energético	Consumo (kWh)	%
Cocina	2.343	16,89
Equipos frío ⁸	1.261	9,09
Audiovisuales	2.350	16,93
Equipos ofimáticos	6.607	47,62
Equipos ON 24 horas ⁹	1.314	9,47
Otros ¹⁰	0	0,00
Total	13.876	100%

⁸ Dentro de este grupo se engloban aquellos equipos relacionados con la generación y conservación del frío.

⁹ Dentro de este grupo se engloban aquellos equipos que están 24 horas disponibles.

¹⁰ Dentro de este grupo se engloban todos aquellos equipos que no han podido incluirse en ninguno de los otros grupos de consumo.



Gráfica 4. Distribución del consumo de los equipos



Ilustración 6. Imagen de un proyector

En el anexo se muestra un inventario detallado de los equipos por estancia.

6.6 ENVOLVENTE

Para evaluar la envolvente del edificio, es importante conocer los elementos que la forman, estos datos son difíciles de conseguir, ya que no se suelen conocer por parte del personal de mantenimiento y no se tiene acceso al proyecto del edificio. Para realizar una evaluación de la envolvente del edificio se realiza una inspección ocular de la misma, en caso de no ser suficiente, con los datos catastrales (año de construcción del edificio, zona climática y normativa constructiva aplicable) se conocen las exigencias mínimas de la misma.

La envolvente térmica viene determinada principalmente por los cerramientos exteriores de las instalaciones. En este centro existen dos etapas edificatorias, por lo tanto, se distinguen dos sistemas constructivos diferentes. Los principales sistemas constructivos son:



➤ Edificación original (Edificio Principal, Edificio Infantil y Comedor), datado en 1985 (según catastro):

- Muros exteriores

- Fábricas de ladrillo hueco o bloque de hormigón + aislante térmico + fábrica de ladrillo hueco. Guarneidos y enlucidos interiormente con yeso y enfoscado exteriormente con mortero de cemento y acabados con pinturas plásticas decorativas.
- Fábricas de ladrillo caravista perforado + enfoscado de mortero + aislante térmico + fábrica de ladrillo hueco + enlucido de yeso + pinturas plásticas decorativas.

- Cubiertas:

- Cubiertas inclinadas compuestas por forjados unidireccionales de hormigón armado + aislante térmico + teja cerámica.
- Cubiertas planas no transitables compuestas por forjado unidireccional + hormigón de pendientes + impermeabilización + mortero de agarre + baldosas cerámicas o pinturas asfálticas.

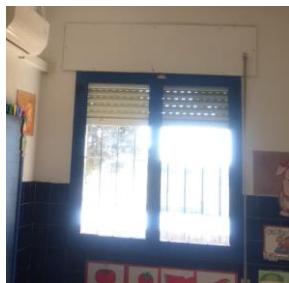
➤ Ampliación edificio principal y gimnasio, en el 2002/2005:

- Muros exteriores compuestos por fábrica de bloque de hormigón. Guarneidos y enlucidos interiormente con yeso y enfoscado exteriormente con mortero de cemento y acabados con pinturas plásticas decorativas.

- Cubiertas:

- Cubierta inclinada compuesta por paneles ondulados tipo sándwich sobre estructura metálica.

Existen dos tipos de elementos de acristalamiento. Unos están formados por láminas de vidrio simple sobre carpintería metálica sin rotura del puente térmico y los otros por láminas de vidrio doble sobre carpintería metálica con rotura del puente térmico.



Ventana tipo 1



Ventana tipo 2



Persianas enrollables

Ilustración 7. Carpintería de las instalaciones



Las carpinterías cuentan con persianas enrollables. En las ventanas tipo 2, la caja de persiana viene incorporada.

La fachada principal está orientada hacia el Oeste, pero todas sus fachadas son determinantes, debido a la tipología edificatoria de las instalaciones, ya que todas sus fachadas albergan zonas habitables.

Se trata de un conjunto de edificios aislados en los que no existen otros edificios externos que arrojen sombras alrededor de sus fachadas.

Las estructuras de las instalaciones están formadas por forjados unidireccionales de viguetas y bovedillas, con vigas y pilares de hormigón armado de secciones variables. La estructura de la cubierta del gimnasio está formada por vigas metálicas.

Las fábricas exteriores, por si solas, resultan ineficientes en el aislamiento térmico de una fachada, por lo que es necesario aislar los cerramientos. Estas actuaciones favorecen la reducción de la demanda de refrigeración, por lo que son muy recomendables en zonas climáticas cálidas, priorizando las fachadas orientadas sur, este y oeste, limitando la demanda de la refrigeración. Igualmente favorecen la reducción de la demanda de calefacción, por lo que también es muy recomendable aislar la fachada norte.

Por otro lado, las instalaciones cuentan con grandes superficies acristaladas, lo que es determinante en el balance energético del edificio. Ya que, debido a su transparencia, las ganancias y pérdidas de calor a través de estos son muy grandes. La luz solar que incide de manera directa al interior del edificio puede ocasionar unas elevadas ganancias de calor en el ambiente interior, produciendo lo que se conoce como efecto invernadero, cosa que obliga a forzar el sistema de refrigeración.

Por lo que se recomienda las siguientes actuaciones:

- Sistema de aislamiento térmico:
 - Aplicar en la fachada del edificio un revestimiento aislante protegido por un mortero, fijándose al soporte mecánicamente.
 - Un sistema con fachada ventilada, formado por un aislamiento rígido o semirrígido, generalmente lana mineral, fijado a la fachada existente, y una hoja de protección (formada por vidrios, bandejas, composite, etc.) separada del aislamiento, formando una cámara por donde circula el aire por simple convección.
 - Aplicar el aislante térmico por el interior del edificio y revestirlo con material adecuado.
 - Aplicar el aislante térmico en la cámara de aire.
- Sistema de carpintería:
 - Sustituir la carpintería existente por una con doble cristal, con rotura del puente térmico y con gas noble en la cámara, generalmente argón, con un coeficiente de transmisión térmica menor que el aire.



- Instalación de parasoles verticales compuestos por lamas orientables, en la fachada este, que situadas en direcciones SE o SO protegerán de la salida y puesta del sol en el solsticio de verano sin obstruir el soleamiento en el solsticio de invierno.
- La orientación norte no suele necesitar de protección solar.
- Para orientación sur se recomienda la instalación de protección solar mediante parasoles fijos horizontales, que aportan sombra sin interrumpir la visión.
- Aislamiento de cajas de persiana mediante láminas aislantes de neopor, celulosa, EPS o similar.

Estas acciones de mejora del aislamiento de la envolvente para reducir la demanda de las instalaciones son efectivas, pero dichas medidas son bastante costosas y poco rentables. Por este motivo no se incluyen estas acciones en la auditoría. En el anexo se muestra una tabla resumen con la descripción de las actuaciones recomendadas.



7.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL BALANCE ENERGÉTICO

El balance energético global muestra la distribución de los consumos energéticos en función de las diferentes variables. En un edificio, por ejemplo, es interesante diferenciar su consumo en función de los principales usos, distribuyendo así el consumo anual en climatización, iluminación, equipos, producción de agua caliente sanitaria, etc.

El método utilizado para el cálculo del balance energético se basa en la fórmula de cálculo del consumo. El consumo sigue la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo energético (kWh)} = \text{Potencia (kW)} \times \text{Tiempo (h)}$$

Por lo tanto, para calcular el consumo que se produce en cada área estudiada, es necesario conocer la potencia de los equipos y el tiempo de utilización, es decir las horas en las que están funcionando cada uno de los equipos consumidores de energía.

Para cada uno de los siguientes grupos de consumo es conveniente tener en cuenta:

- Iluminación: es necesario conocer la potencia de la lámpara, el tipo de equipo auxiliar y las horas de funcionamiento.
- Calefacción: la potencia de los equipos, en este caso las calderas y los equipos de aire acondicionado, así como las bombas de recirculación, etc. También es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- Refrigeración: la potencia de los equipos de aire acondicionado, así como las bombas de recirculación, etc. También es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- Equipos: para calcular el consumo de estos equipos es necesario conocer la potencia de cada uno de ellos, así como el factor de uso. Por último, se requiere conocer las horas de funcionamiento.
- Producción de agua caliente sanitaria (ACS): la potencia de las calderas, el número de usuarios y el tipo de actividad que se da en el edificio, así como las horas de funcionamiento de las calderas.

Los cálculos de las distribuciones de consumo se realizan utilizando la potencia de los equipos consumidores de energía y el horario de funcionamiento obtenido a través de varias vías, como las entrevistas con los usuarios de la instalación y con el personal de mantenimiento. El consumo obtenido se contrasta con los valores de consumo que reflejan las facturas.

Parte del consumo queda englobado dentro del apartado de “otros” que incluye aquellos elementos que, dadas sus características, no se engloban en ninguno de los grupos anteriormente mencionados, tales como iluminación de emergencia, equipos externos conectados puntualmente a la red, etc.



Esta toma de datos se resume en la siguiente tabla:

Tabla 14. Herramientas para el cálculo del balance energético

Áreas de consumo	Información de potencia	Información de tiempo
Iluminación	Inventario de equipos Toma de datos in situ	Entrevistas con el personal mantenimiento Listado de equipos con horarios de funcionamiento
Calefacción	Inventario de equipos Toma de datos in situ	
Refrigeración	Inventario de equipos Toma de datos in situ	
Equipos	Inventario de equipos Toma de datos in situ	
Producción de ACS	Inventario de equipos Toma de datos in situ	

7.2 BALANCE ENERGÉTICO POR USOS

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo energético anual.

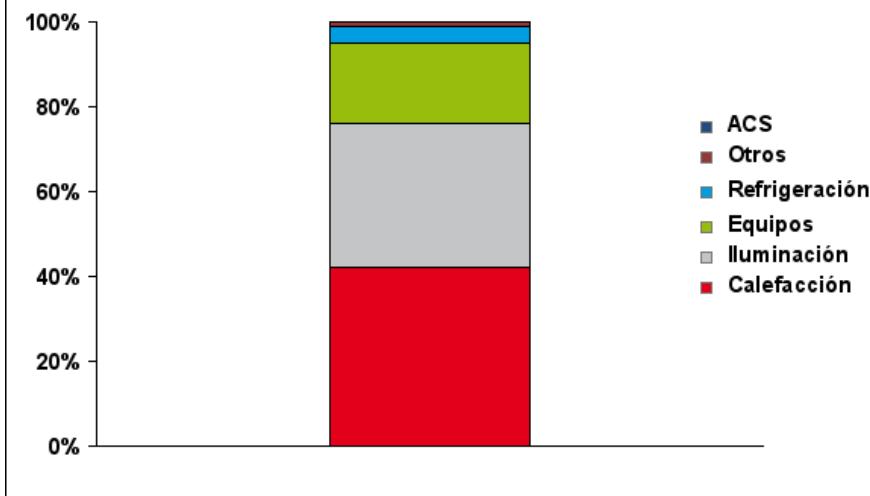
Tabla 15. Distribución global del consumo energético

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	25.472	34,07
Calefacción	32.120	42,96
Refrigeración	2.650	3,54
ACS	260	0,35
Equipos	13.876	18,56
Otros	397	0,53
Total	74.774	100%

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



Balance energético del edificio CEIP Miguel Hdez.



Gráfica 5. Balance energético por usos

7.3 BALANCE ELÉCTRICO POR USOS

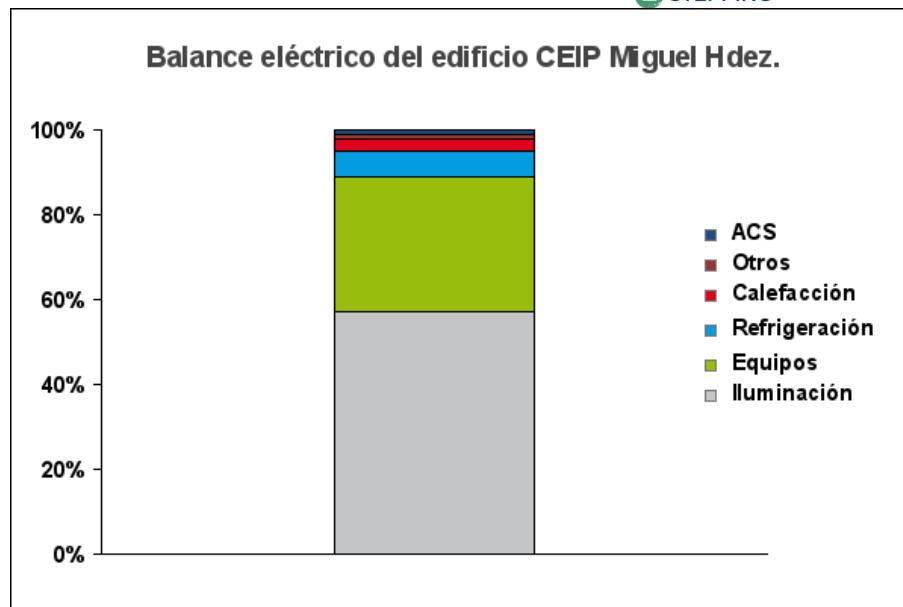
La siguiente tabla muestra la distribución del consumo eléctrico anual.

Tabla 16. Distribución global del consumo eléctrico

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	25.472	57,99
Calefacción	1.270	2,89
Refrigeración	2.650	6,03
ACS	260	0,59
Equipos	13.876	31,59
Otros	397	0,90
Total	43.924	100%

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:





Gráfica 6. Balance eléctrico por usos

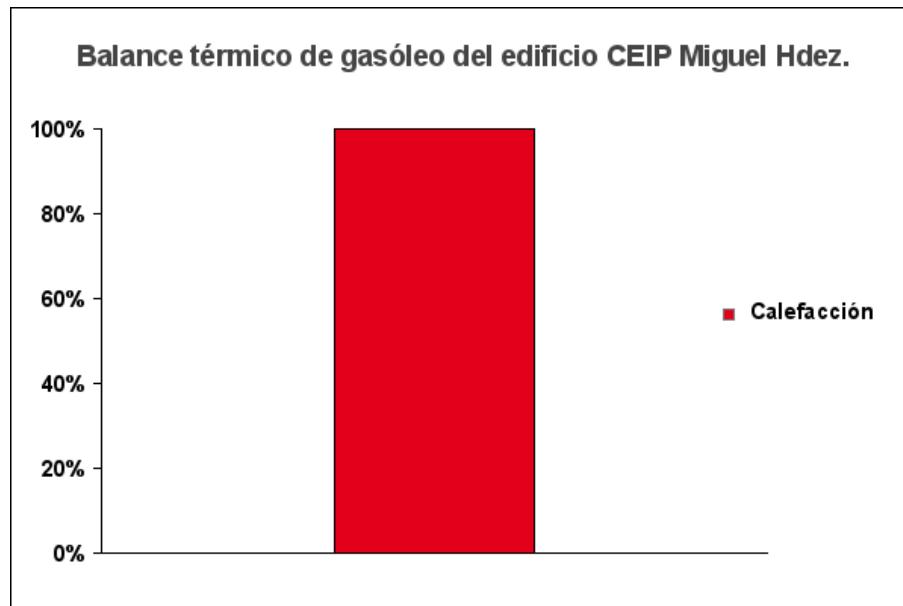
7.4 BALANCE DE GASÓLEO POR USOS

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo de gasóleo anual.

Tabla 17. Distribución global del consumo de gasóleo

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Calefacción	30.850	100,00
Total	30.850	100%

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



Gráfica 7. Balance de gasóleo por usos



De cara a establecer los ahorros que se generen mediante la implantación de las MAES, se ha desarrollado una línea base del consumo. Esta línea es una relación entre el consumo del centro y las variables de las que éste depende.

8.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA LÍNEA BASE

El establecimiento de las líneas de base de la energía se realiza a partir del análisis de los consumos de energía y las variables de mayor influencia sobre los mismos. Para ello, empleará la siguiente metodología:

8.1.1 SELECCIÓN DEL PERÍODO DE REFERENCIA

La línea base es el consumo energético a lo largo de un periodo de referencia adecuado para las instalaciones en las que se realiza el análisis. De forma general, se tomará como periodo de referencia doce meses (enero a diciembre).

8.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO

A continuación, será necesario identificar las variables que tengan mayor relación con el consumo energético. Para ello, se tendrá en cuenta los diferentes usos de la energía:

- **Climatización:** el consumo de electricidad o combustibles para climatización está relacionado con los grados-día¹¹ de calefacción y refrigeración.
- **ACS:** el consumo de electricidad o combustibles para agua caliente sanitaria está relacionado con la ocupación y los grados-día de calefacción y refrigeración.
- **Cocinas:** el consumo de electricidad o combustibles en cocinas está relacionado con el número de comidas servidas.
- **Otros:** siempre que sea posible se realizarán otros análisis específicos.

8.1.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN

Se analizarán las variables mediante un método estadístico para determinar cuáles son aquéllas de cuya variación depende más fuertemente el consumo. El modelo más empleado es la regresión lineal tanto de una variable como multivariable. Este método relaciona una variable dependiente Y (consumo de energía) con las variables independientes Xi (producción, grados días, etc.) y un término constante:

¹¹ Indicador del grado de rigurosidad climática de una ubicación determinada. Relaciona la temperatura exterior con una cierta temperatura para el interior de una instalación (temperatura de referencia interior). Pueden definirse para calefacción y refrigeración.



Función simplificada o de una única variable

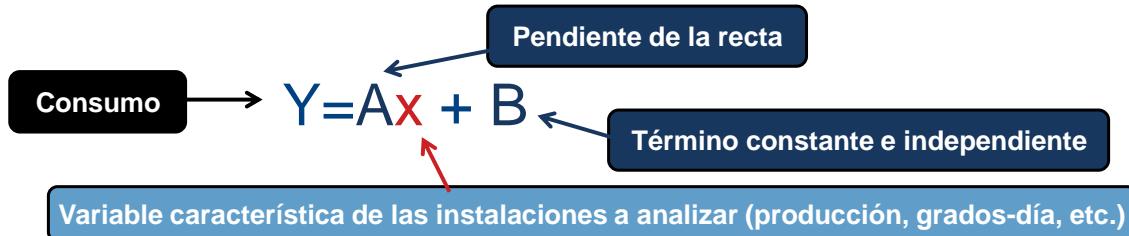


Ilustración 8. Función simplificada o de una única variable

Función multivariable



Ilustración 9. Función multivariable

Las regresiones lineales se realizan utilizando las funciones predeterminadas de la herramienta de cálculo Excel.

Hay que tener en cuenta que, para que el análisis sea válido, los datos de consumo energético a analizar deben ser reales (provenientes de facturas y/o contadores), no estimados.

8.1.4 SELECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MÁS REPRESENTATIVO

Para encontrar aquella ecuación que mejor representa el desempeño energético se debe comprobar el valor del coeficiente de correlación múltiple y, en caso necesario, la bondad del ajuste del modelo matemático mediante el análisis de la desviación promedio entre el valor real del consumo y el valor estimado aplicando la ecuación.

El modelo matemático se comporta correctamente y puede seleccionarse para representar la línea de base de la energía en base a los siguientes valores:



Tabla 18. Valores de aceptación del modelo matemático

Parámetro	Valor aceptable
Coeficiente de correlación múltiple	> 0,75
Desviación promedio	< 10%
Valor crítico de F	< 0,05 y mejor cuanto más bajo

La desviación (o error) se emplea para comprobar la validez del modelo matemático mediante la comparación del consumo real frente al calculado al aplicar la ecuación establecida para la línea de base. Este cálculo se realiza uno a uno para todos los datos de consumo disponibles y, posteriormente, se calcula el valor promedio de todos ellos.

El valor estadístico F se emplea en análisis de varianza para realizar las pruebas de significancia conjunta de las variables. El valor crítico de F aporta información sobre la probabilidad de que el valor ocurra por azar. Para un nivel de significancia del análisis estadístico del 5%, tal y como se considera para el análisis de línea base, debe ser <0,05.

8.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En un centro educativo, las variables más significativas en cuanto al consumo de energía son:

- Temperatura exterior – Grados día
- Ocupación del edificio –mes laborable (en función de si es un mes lectivo o no) y número de días laborables del mes

La siguiente tabla muestra los datos de consumo y variables utilizados en el análisis:

Tabla 19. Consumo eléctrico y variables significativas para la línea base

Mes	Consumo	GDR ¹²	GDC ¹³	Mes laborable	Días laborables	GDT ¹⁴
ene-16	3.987	1	103	1	16	104
feb-16	4.901	3	99	1	20	102
mar-16	4.120	8	107	1	17	114
abr-16	3.860	33	38	1	21	71
may-16	3.618	85	13	1	18	98
jun-16	2.995	225	0	1	21	225
Jul-16	1.967	333	0	0,5	21	333

¹² Grados día de refrigeración, dependientes del calor en verano, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

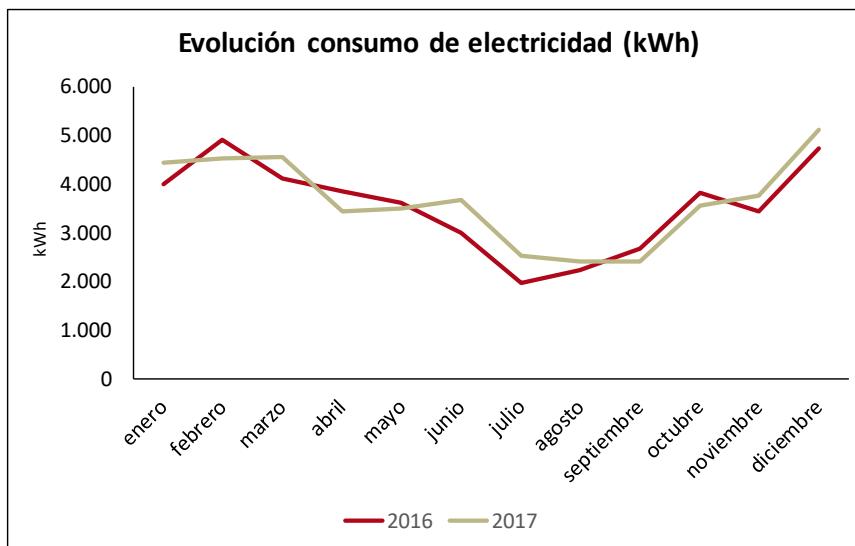
¹³ Grados día de calefacción, dependientes del frío en invierno, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

¹⁴ Grados día totales, suma de los GDC y GDR.



Mes	Consumo	GDR ¹²	GDC ¹³	Mes laborable	Días laborables	GDT ¹⁴
ago-16	2.232	333	0	0	23	333
sep-16	2.680	220	0	0,5	22	220
oct-16	3.825	102	5	1	20	106
nov-16	3.448	12	76	1	21	88
dic-16	4.744	1	113	1	15	114
ene-17	4.428	0	200	1	17	200
feb-17	4.528	2	79	1	18	81
mar-17	4.573	27	73	1	23	100
abr-17	3.443	71	19	1	15	91
may-17	3.505	129	6	1	22	135
jun-17	3.669	282	0	1	22	282
Jul-17	2.529	292	0	0,5	21	292
ago-17	2.406	325	0	0	23	325
sep-17	2.402	212	1	0,5	21	213
oct-17	3.552	162	3	1	21	166
nov-17	3.758	23	66	1	21	89
dic-17	5.131	2	131	1	14	133

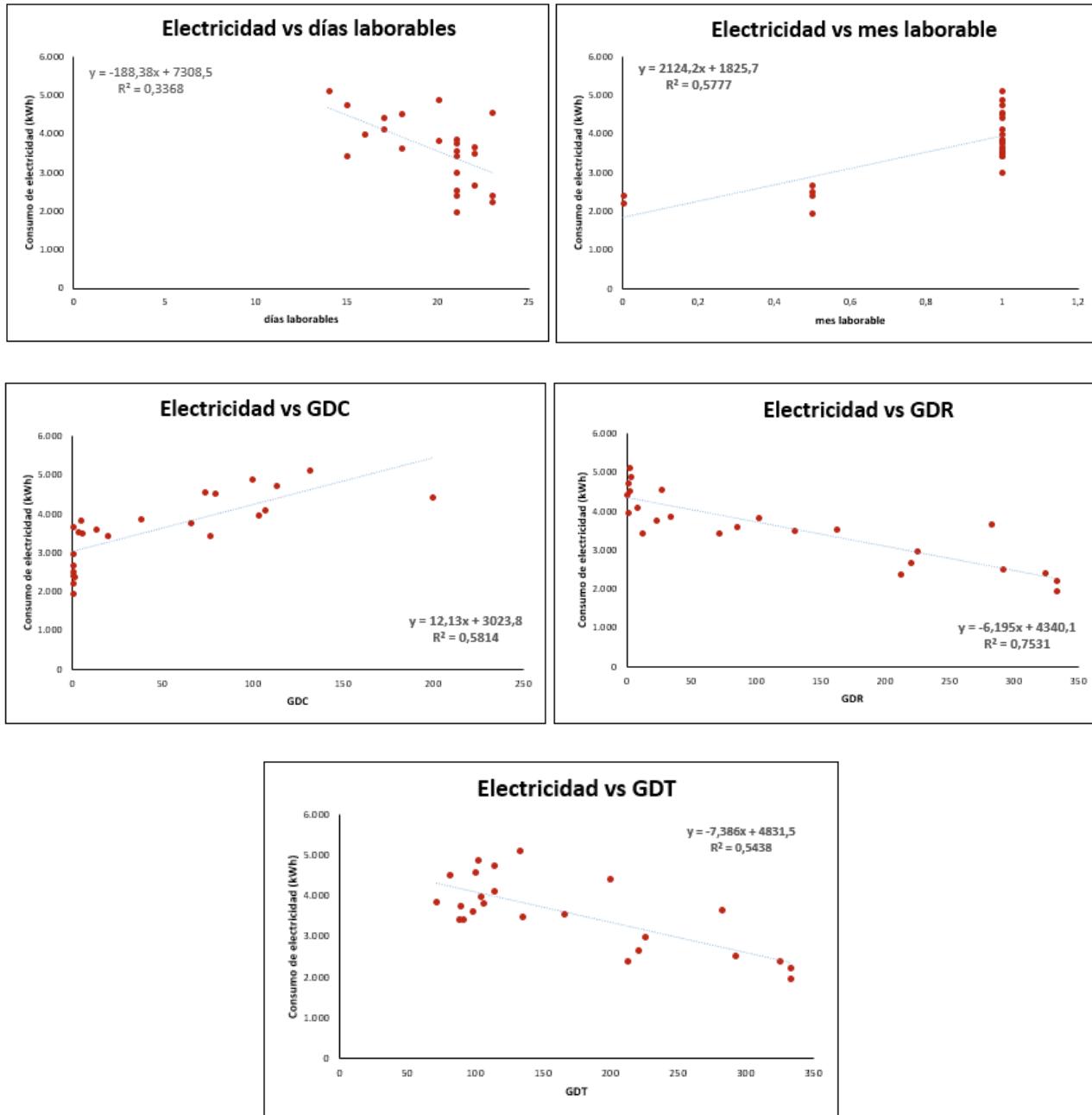
En la siguiente gráfica se representa el histórico de los consumos desde enero de 2016. Puede observarse cómo el consumo sigue una tendencia similar durante los 2 años de estudio.



Gráfica 8. Evolución del consumo eléctrico (2016-2017)



Las siguientes gráficas representan el resultado del ajuste de los consumos de electricidad a una ecuación lineal en base a la variable seleccionada ($y=ax+b$). Para que la función sea válida matemáticamente R^2 debe ser $>0,75$.



Gráfica 9. Regresiones lineales para establecer la línea base de electricidad

El modelo matemático Electricidad vs GDR proporciona una $R^2>0,75$, sin embargo, no se utiliza como línea base debido a que es una ecuación negativa. Además, tres gráficas presentan pendiente negativa, lo cual representa un menor consumo eléctrico conforme aumentan los días laborales de un mes y cuando aumentan los grados días (de refrigeración y totales) necesarios. Esto no tiene sentido físico y no representa una evolución real del consumo.



También se realiza el análisis de unas funciones multivariadas con las variables que mejor ajuste lineal presentan, siendo en este caso: mes laborable, GDC y GDR.

En la tabla a continuación se comparan los valores estadísticos obtenidos en los diferentes modelos matemáticos analizados:

Tabla 20. Análisis comparativo de los resultados de los modelos matemáticos para línea base

Ecuación	Coeficiente de correlación múltiple	Parámetro		
		R2 ajustado	Valor crítico de F	Desviación promedio (%)
Electricidad vs mes laborable	-	0,5777	-	-
Electricidad vs días laborables	-	0,3368	-	-
Electricidad vs GDC	-	0,5814	-	-
Electricidad vs GDR	-	0,7531	-	-
Electricidad vs GDT	-	0,5438	-	-
Electricidad vs mes laborable y GDT	0,7913	0,5906	3E-5	11,9
Electricidad vs mes laborable y GDR	0,8793	0,7516	1,7E-7	9,9
Electricidad vs mes laborable y GDC	0,8914	0,7750	6E-8	29,6

De los dos modelos matemáticos estudiados, el modelo “Electricidad vs mes laborable y GDR” cumple con los valores de aceptación definidos en el punto 8.1.4. No obstante, la ecuación resultante sería $y=623,67 \cdot \text{Mes laborable} - 4,97 \cdot \text{GDR} + 3.672,61$. Esta ecuación no tiene sentido físico, por lo que se descarta como línea de base de electricidad.

8.3 LÍNEA DE BASE ESTABLECIDA

La línea de base de electricidad para el CEIP Miguel Hernández se ha definido a partir de los valores promedio de los consumos de electricidad de los 2 últimos años para cada uno de los meses, ya que no existe ningún modelo matemático que cumpla con los criterios de aceptación tal y como se ha analizado en el apartado anterior.

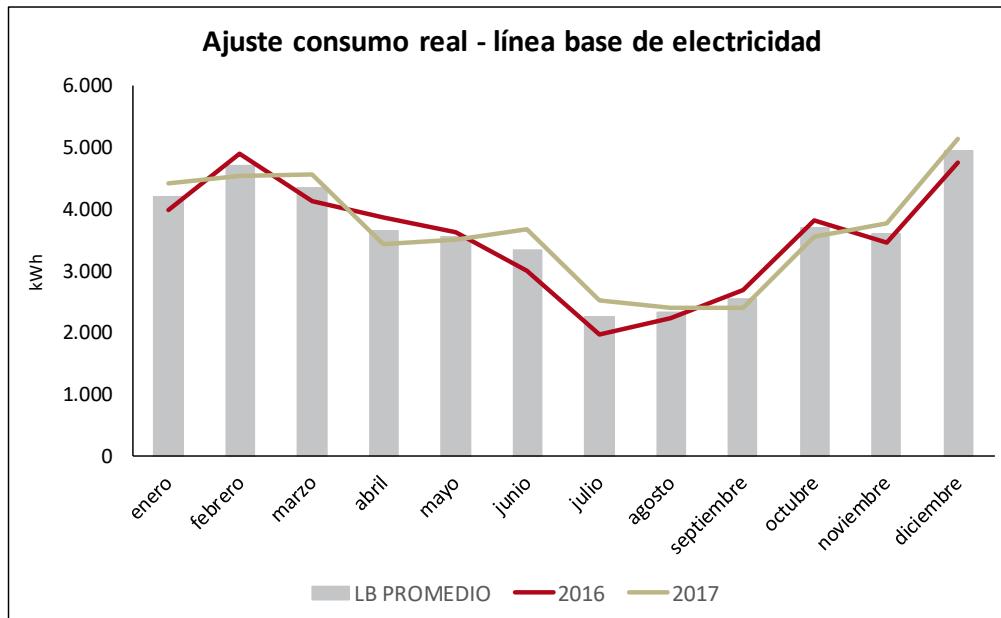
A continuación, se muestra una tabla con la línea base de electricidad para el edificio "CEIP Miguel Hernández":



Tabla 21. Línea base de electricidad CEIP Miguel Hernández

Mes	Consumo eléctrico esperado (kWh)
Enero	4.208
Febrero	4.715
Marzo	4.347
Abril	3.652
Mayo	3.562
Junio	3.332
Julio	2.248
Agosto	2.319
Septiembre	2.541
Octubre	3.689
Noviembre	3.603
Diciembre	4.938
Desviación promedio¹⁵ (%)	5,3

La siguiente gráfica representa los consumos reales de electricidad de los años 2016 y 2017 frente a la línea base establecida:



Gráfica 10. Ajuste de la línea base y el consumo real

Puede observarse que la línea base establecida proporciona un ajuste adecuado (desviación promedio < 10%) para todos los meses.

¹⁵ Promedio de la diferencia entre el consumo real frente al consumo esperado según la línea base establecida.



9 MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS

Las medidas de ahorro estudiadas son todas aquellas que, dadas las características de las instalaciones son susceptibles de llevarse a cabo desde el punto de vista técnico, sin entrar a valorar la rentabilidad a lo largo de su ciclo de vida. Estas medidas se clasificarán en dos grupos atendiendo a diferentes criterios.

A continuación, se presenta un listado de todas las medidas estudiadas, independientemente de los resultados que arrojen.

Tabla 22. Listado de medidas estudiadas

Descripción de la mejora	Ahorro (kWh / año)
Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	39
Instalación de perlizadores en grifos	12
Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.241
Instalación de detectores de presencia	2.109
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	11.906
Instalación fotovoltaica	8.764
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	368
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de luminarias de viales por LED	647
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de proyectores por LED	1.657
Instalación de reductores volumétricos en duchas	20
Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural	1.746
Sustitución de calefactores por bombas de calor	157
Aislamiento del cuerpo de la caldera	75
Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	1.062

Entre las **medidas de ahorro recomendadas** se incluyen aquellas que, habiéndose estudiado, su implantación se considera interesante desde alguno de los siguientes puntos de vista: ahorro económico, ahorro energético, rentabilidad, cumplimiento normativa, etc.

En el siguiente punto del informe, se describe en qué consiste cada una de las medidas y, se analizan los resultados obtenidos y se realiza una comparación con el conjunto de medidas recomendadas.

Las **medidas de ahorro no recomendadas** son las que siendo posible su instalación, no se propone ejecutar, ya que desde el punto de vista económico no son rentables. En este apartado se describe cada una de las medidas y se presentan los resultados obtenidos.



9.1 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS**9.1.1 PRODUCCIÓN DE ACS****9.1.1.1 Instalación de perlizadores y reductores volumétricos en grifos y duchas**

La instalación de perlizadores en grifos y reductores volumétricos en duchas generan una mezcla de aire y agua que disminuye el caudal de agua sin que esto suponga una reducción de la presión de salida, consiguiendo no solo un ahorro considerable en agua, sino también un ahorro de la energía necesaria para calentarla.

Se instalan en la boca de salida de agua del grifo, en sustitución de los filtros convencionales, por lo que en instalaciones muy antiguas es posible que no se pueda llevar a cabo la sustitución directa de los filtros actuales por perlizadores. En esos casos se deberá sustituir la grifería al completo.

Los ahorros energéticos y económicos se producen por la disminución de la cantidad de agua gastada que previamente ha tendido que calentarse. La inversión de la medida considera el coste del total de equipos a instalar.

**Ilustración 10. Perlizadores y reductores de caudal de distintos modelos**

Para el presente edificio se propone instalar perlizadores en:

- 1 grifo
- 0 duchas

Los resultados de la implantación de los perlizadores en grifos son los siguientes:

Tabla 23. Instalación de perlizadores en grifos

Instalación de perlizadores en grifos		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
12	0,02	2
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
6	0	6
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
2,9	10	14
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
3		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.1.2 ILUMINACIÓN

9.1.2.1 Sustitución de lámparas convencionales por LED

El LED es un tipo de luz que usa diodos semiconductores. Cuando un LED se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz (correspondiente a la energía del fotón), se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. La energía contenida en un fotón de luz es proporcional a su frecuencia, es decir, su color. Cuanto mayor sea el salto de banda de energía del material semiconductor que forma el LED, más elevada será la frecuencia de la luz emitida.

Las lámparas LED presentan las siguientes ventajas:

- El LED se alimenta a baja tensión, consumiendo así poca energía y por lo tanto emitiendo poco calor. Esto es debido a que el LED es un dispositivo que opera a baja temperatura en relación con la luminosidad que proporciona. Los demás sistemas de iluminación en igualdad de condiciones de luminosidad que el LED emiten mucho más calor.
- Larga vida útil (50.000 h).
- Baja depreciación luminosa, del 30% a 50.000 h.



- Índice de reproducción cromática superior a 80.
- Luz blanca a temperaturas de calor entre 3.000 K y 6.000 K.
- No emiten radiación ultravioleta ni infrarroja.
- Encendido instantáneo.
- Excelente direcciónalidad de la luz, lo que permite un mayor factor de utilización y mínima contaminación lumínica.
- No contienen componentes contaminantes (mercurio, plomo, etc.).
- Gran capacidad de producción de energía lumínica, por cada watio consumido 90-113 lm/W.

Sin embargo, estas lámparas presentan los siguientes inconvenientes:

- Alto coste de las luminarias es previsible una disminución importante durante los próximos años.
- La vida útil presenta alta variabilidad en función de la intensidad de corriente y la temperatura.

El ahorro energético se ha calculado como la diferencia entre el consumo eléctrico actual y el consumo eléctrico que tendría tras la propuesta.

El ahorro económico se obtiene como la diferencia del coste económico del consumo energético del sistema de iluminación actual y el coste económico del consumo energético del sistema de iluminación propuesto incluyendo el ahorro por reposición debido a la mayor vida útil de las lámparas LED.

El coste de los equipos se obtiene a partir de los precios obtenidos por Creara con el distribuidor, mientras que la inversión necesaria se calcula como la suma de todos los costes existentes: costes de equipos y costes de mano de obra.

Las sustituciones de iluminación por LED que se han contemplado se muestran a continuación:

Sustitución de lámparas fluorescentes por LED

Este tipo de lámparas son de vapor de mercurio a baja presión de elevada eficacia y vida. Las cualidades de color y su alto rendimiento las hacen idóneas para interiores de altura reducida La mejora consiste en la sustitución de las lámparas fluorescentes actuales, existiendo varias posibilidades de sustitución, las más comunes son:

- Fluorescentes T8 de 36W por tubos LED de 20W.
- Fluorescentes T8 de 58W por tubos LED de 22W.

Tabla 24. Sustitución de fluorescentes por LED

Sustitución de fluorescentes por LED		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
11.906	15,92	1.982
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
3.904	4.464	8.368
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
4,2	15	10.028
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
3.072		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.



Sustitución de luminarias de tipo apliques por LED

El tipo de lámpara que forma parte de esta luminaria es de tipo fluorescente compacta o incandescente, habiéndose descrito anteriormente las características de estas tecnologías. Se lleva a cabo la sustitución de la luminaria completa por apliques de LED. Las posibilidades de sustitución son las siguientes:

- Aplique con incandescencia de 1x60W por aplique LED de 8W.
- Aplique con fluorescente compacta desde 1x10W hasta 1x20W por aplique LED de 8W.

Tabla 25. Sustitución de luminarias de tipo aplique por LED

Sustitución de luminarias de tipo aplique por LED		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
368	0,49	67
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
338	135	473
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
7,1	15	153
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO₂ / año		
95		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.1.2.2 Instalación de detectores de presencia y sensores de luz natural

El detector de presencia es un equipo que permite reducir el consumo energético apagando aquella iluminación que permanece encendida durante más tiempo del necesario en zonas como pasillos, aseos o ascensores. Por otro lado, los sensores de luz natural son elementos que detectan la luz natural existente en las estancias y, en caso de que las condiciones meteorológicas aporten los niveles de luz necesarios, apagan la iluminación. La unión de estos dos elementos permite un ahorro energético considerable.

La instalación de estos equipos en lámparas que tengan como equipo auxiliar balastos electromagnéticos, como son las lámparas fluorescentes y las de bajo consumo, pueden disminuir la vida útil de las mismas debido al mayor número de encendidos. Para minimizar este tipo de consecuencias negativas, se recomienda la instalación de balastos electrónicos previamente. Hay que tener en cuenta que algunos tipos



de lámparas de bajo consumo y los LED ya disponen de esta tecnología para evitar que la vida útil de las lámparas se vea reducida.

El estudio de esta medida consiste en la instalación de detectores de presencia con sensores crepusculares (de luz natural) que controlen electrónicamente el encendido y apagado de las lámparas según un tiempo de retardo programable en función que detecte presencia o no y el aporte de luz natural. Los ahorros que se obtienen por la instalación de estos elementos son debidos a la reducción de horas de funcionamiento.



Ilustración 11. Detector de presencia

Se ha evaluado la instalación de 21 detectores de presencia en el centro. En el anexo 13.5 puede verse qué luminarias se propone controlar mediante estos detectores. [las que se incluye una descripción en la columna: propuesta tiempo].

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 26. Instalación de detectores de presencia

Instalación de detectores de presencia		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
2.109	2,82	350
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
751	719	1.470
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
4,2	10	1.778
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
544		



9.1.3.1 Instalación de sobre-enchufes (Plugwise)

Los sobre-enchufes (Plugwise) son un sistema para controlar y reducir el consumo de los equipos ofimáticos y otros que quedan en modo stand-by. El sistema propuesto se compone de los siguientes elementos:

- Software: plataforma de visualización de consumos registrados por los sobre-enchufes. También permite establecer órdenes de encendido/apagado en función de horarios, agrupaciones de sensores, eventos, etc. Se instalaría en un ordenador de la oficina desde donde se controlarían todos los elementos instalados.



Ilustración 12. Componentes del sistema de eliminación del modo stand-by de equipos ofimáticos

- Sobre-enchufe inalámbrico: mide la energía de los dispositivos conectados, y ejecuta el encendido y apagado según las órdenes programadas en el software. Comunica vía Zigbee con el receptor.
- Receptor: recibe las señales Zigbee de los sobre-enchufes, y las procesa para que puedan ser gestionadas por el software.

Los ahorros obtenidos con la aplicación de esta medida son producidos por la eliminación del consumo en stand-by de equipos ofimáticos: ordenadores de sobremesa (compuestos de monitor más unidad central), ordenadores portátiles, impresoras multifunción o fotocopiadoras. La inversión que se ha considerado para el cálculo de los ahorros incluye el coste del software, el receptor y los sobre-enchufes en función del número de equipos sobre los que aplica.

Se ha evaluado la implantación de un equipo “Pro 50 Type F” que incluye 50 sobreenchufes.



Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 27. Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise

Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
4.241	5,67	672
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
2.108	0	2.108
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
3,1	10	4.115
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
1.094		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.1.4 ENERGÍAS RENOVABLES

9.1.4.1 Solar fotovoltaica

Introducción

Se propone la instalación de un sistema solar fotovoltaico en la cubierta de las instalaciones con el fin de reducir el consumo energético del suministro existente, consumiendo la energía producida por los paneles.

Descripción de la medida

Una instalación solar fotovoltaica permite aprovechar la luz del sol para generar electricidad. El principal elemento de una instalación fotovoltaica es el panel fotovoltaico.

Un panel fotovoltaico se compone de un conjunto de células fotoeléctricas conectadas en serie y paralelo para obtener una tensión determinada y una intensidad variable en función de la radiación solar. Una célula fotoeléctrica es un dispositivo que, mediante el efecto fotoeléctrico, es capaz de convertir la energía luminosa en energía eléctrica.



Cuando la luz del sol incide sobre una célula fotoeléctrica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido.

Después, la tecnología fotoeléctrica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.

Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de algunas variables externas como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento.

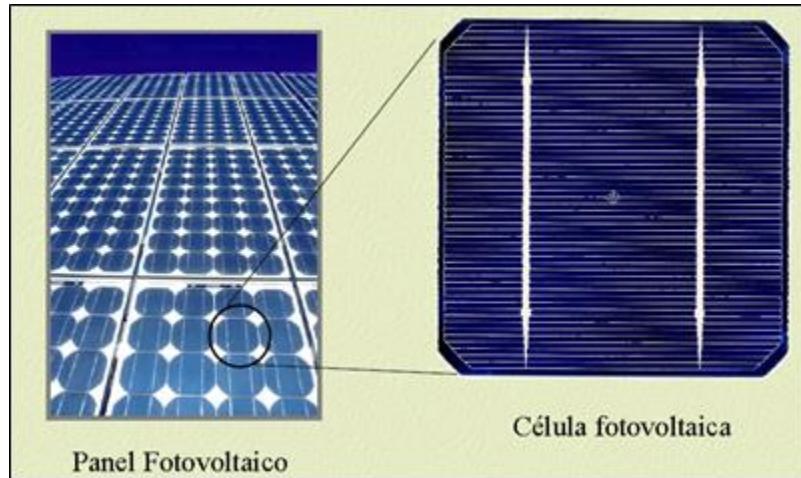


Ilustración 13. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico (compuesto de numerosas células)

La potencia de un panel fotovoltaico o de una instalación fotovoltaica se mide en kilovatios pico (kWp). La potencia pico es la potencia máxima de la instalación. Una instalación con una potencia de 1 kWp producirá 1 kW eléctrico cuando la radiación incidente sobre ella sea de 1 sol pico (1 kW/m²).

El ahorro económico vendrá dado por la energía que se generará a través de fuentes renovables y que se deja de demandar de la red.

Los elementos necesarios para llevar a cabo esta instalación son los siguientes:

- Panel fotovoltaico: convierte la luz solar en energía eléctrica
- Estructura soporte. Mantiene el módulo y lo orienta en la dirección más adecuada
- Inversor. Convierte la corriente continua a corriente alterna (los módulos fotovoltaicos generan electricidad en corriente continua) para su uso por los diferentes sistemas consumidores



Ilustración 14. Imagen de una instalación fotovoltaica estática

Dimensionamiento de la instalación

Introducción

La legislación actual permite volcar parte de la energía generada a red, pero es más interesante autoconsumir el máximo de energía.

De este modo, se va a dimensionar la instalación de modo que la generación solar sea inferior en todo momento al consumo eléctrico del edificio.

Radiación solar en la zona

Se ha obtenido la radiación solar en la zona a partir de los datos del sistema de información territorial del *Photovoltaic Geographical Information System* de la Unión Europea.

Tabla 28. Latitud y longitud

Colegio	CIFP Miguel Hdez.	
Coordenadas	LAT	37,387930
	LON	-6,439262

Tabla 29. Potencial solar mensual

Mes	Potencial FV (kWh / día kWp)	Días	Potencial FV (kWh / mes kWp)
Enero	3,41	31	105,71
Febrero	4,02	28	112,56
Marzo	4,69	31	145,39
Abril	4,76	30	142,80
Mayo	5,31	31	164,61



Mes	Potencial FV (kWh / día kWp)	Días	Potencial FV (kWh / mes kWp)
Junio	5,39	30	161,70
Julio	5,59	31	173,29
Agosto	5,42	31	168,02
Septiembre	4,79	30	143,70
Octubre	4,25	31	131,75
Noviembre	3,74	30	112,20
Diciembre	3,25	31	100,75
Total			1.655

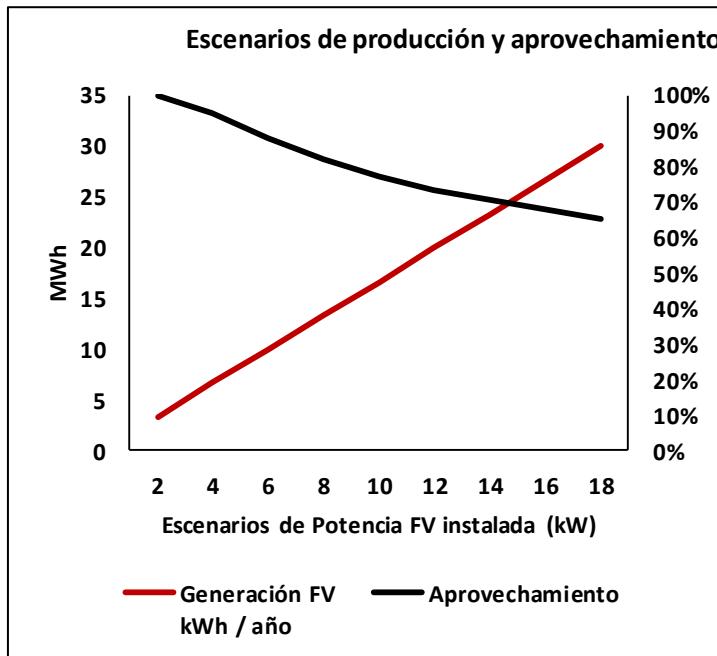
A partir de estos datos se va a encontrar la potencia óptima de la instalación y el rendimiento energético de ésta.

Dimensionamiento. Tamaño óptimo

Para dimensionar la instalación se va a tener en cuenta lo siguiente:

- La generación será la máxima posible, minimizando la energía desperdiciada¹⁶, de modo que se pueda autoconsumir la energía generada por la instalación.
- La demanda se ha simulado en base al consumo eléctrico mensual facilitado y a los usos y al régimen de funcionamiento del centro, ya que no se dispone de la curva de carga real.

De este modo, se analiza la generación de energía en función de la potencia instalada frente al aprovechamiento de la misma, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 11. Escenarios de generación FV y aprovechamiento

¹⁶ Dado las características de los centros es imposible no desperdiciar parte de la energía generada, ya que hay momentos en los que la demanda es muy baja. Sin embargo, se dimensiona para que el aprovechamiento sea al menos del 80%.



A partir de esta información, se determina la potencia óptima, que permite un aprovechamiento del 85% de la energía generada:

- Potencia pico propuesta = 6 kWp

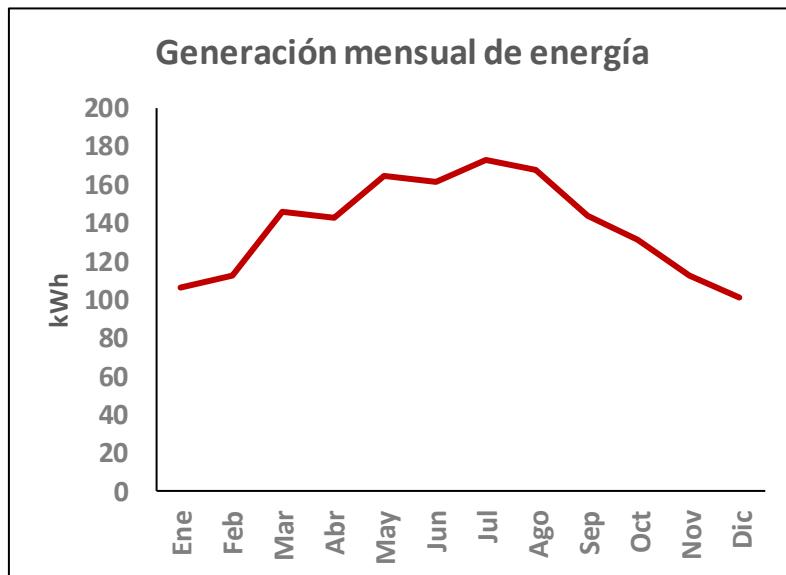
Resultados

Instalación propuesta

Datos de la instalación

- Potencia pico: 6 kWp
- Número de módulos: 20
- Potencia de los módulos: 300 Wp
- Inclinación de los módulos: 30^o¹⁷

La generación mensual de la instalación se muestra en el siguiente gráfico:



Gráfica 12. Generación mensual de energía

La generación anual de energía es igual a **9.975 kWh**. Se considera un aprovechamiento de un 87,9%, esto es: **8.464 kWh**.

¹⁷ Inclinación óptima en la zona



Localización

Por cuestiones de seguridad y de integración arquitectónica, se determinará la cubierta de las edificaciones como zona de ubicación de los paneles solares fotovoltaicos.

Para esta instalación de una potencia pico estimada de 6 kW se necesita una superficie aproximada de unos 65 m².

Como zona óptima se ha elegido la cubierta plana no transitable correspondiente a la entrada principal a las instalaciones, la cual consta con una superficie aprovechable de unos 80 m².



Ilustración 15. Zona optima para la ubicación de las placas fotovoltaicas

La carga del sistema de paneles compuestos por módulos fotovoltaicos y la estructura para estos, constituye una carga de aproximadamente 20 kg/m².

Los paneles se instalarán de manera coplanar a la cubierta del edificio, es decir, tendrán la misma inclinación que esta: 12 °.

Para la fijación de los paneles sobre la estructura se utilizará el sistema IMM o similar con las siguientes características en materiales y accesorios:

- Fabricado íntegramente con perfiles de aluminio extruido.
- Tornillería de acero Inox A2.
- Fijación de paneles solares mediante grapas de aluminio extruido.
- Tornillos para los paneles cabeza de martillo. En caso de sustitución de los paneles solares, permite soltar solo el panel afectado, no toda la fila.
- Salva-tejas regulable con cuatro puntos de fijación en hormigón.



Configuración de la instalación

Para la presente instalación se han considerado los siguientes equipos:

- Paneles FV
 - N° paneles: 20
 - Potencia pico: 300 Wp
 - Entre un 14 - 20 % sobredimensionamiento mínimo o máximo permitido por el inversor.
- Inversores
 - N° inversores: 1
 - Potencia nominal: 5 kW

Las características técnicas exigibles para estos equipos se detallan en el anexo.

Presupuesto

Tabla 30. Presupuesto instalación solar fotovoltaica

Concepto	Coste (€)	Coste (€ / Wp)
Módulos FV	2000	0,20
Inversor	1166	0,12
Equipo gestor	250	0,03
Controlador de vertido	300	0,03
Estructura auxiliar	1000	0,10
Material eléctrico y protecciones	1000	0,10
Mano de obra	2300	0,23
Gestiones y memoria técnica	650	0,07
Seguridad y salud	75	0,01
Gestión de residuos	50	0,01
Total	8.791	1,4652

Resultados energéticos y económicos

Como se ha comentado anteriormente el ahorro económico vendrá dado por la energía que se generará a través de fuentes renovables y que se deja de demandar de la red, además de la posible reducción de la potencia contratada con la compañía suministradora debido a esta nueva situación de disminución de la demanda de la red eléctrica. Por ello, para el ahorro económico no solo se ha tenido en cuenta el precio de



la electricidad, sino también el coste de las potencias contratadas. Por lo que, para el cálculo del ahorro, se ha tenido en cuenta un término unitario de la energía de 0,1585 €/kWh.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 31. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica

Instalación de solar fotovoltaica		
Ahorro		
Generación de energía	Ahorro económico	
kWh / año ¹⁸	% ¹⁹	Eu / año
8.764	11,72%	1.389
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
5.716	3.075	8.791
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN ²⁰
años	años	Eu
6,16	25	4.158
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
3.067		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto, es suficiente con una memoria técnica, ya que la potencia instalada es menor de 100 kWp.

¹⁸ Ahorro eléctrico

¹⁹ Ahorro con respecto al consumo eléctrico

²⁰ Para el cálculo del VAN y TIR se considera una vida útil de 10 años, ya que es la duración a considerar para un proyecto ESE.



9.1.1 FACTURACIÓN ELÉCTRICA**9.1.1.1 Optimización de la potencia contratada**

Uno de los conceptos por los que se paga en las facturas eléctricas es la potencia contratada. Es fundamental que la potencia esté optimizada, ya que supone un sobrecoste para el usuario tanto si es superior como si es inferior a la potencia demandada.

El CEIP Miguel Hdez. cuenta con un único suministro eléctrico y tiene una tarifa 2.1A con un periodo de facturación. El resto de las características del suministro eléctricos se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 32. Características del suministro eléctrico

CUPS	Potencia actual
	P1 (kW)
ES0339000007000021JP0F	10,39

Para aquellas instalaciones con tarifas contratadas 2.0 A, 2.0 DHA, 2.1 A o 2.1 DHA, de menos de 15 kW de potencia contratada, no sería aplicable la optimización de la potencia contratada, al disponer en su mayoría de limitadores de potencia (ICP) y no de medidores de la misma (maxímetros). Por esta razón no se ha realizado el estudio de optimización de potencia contratada para este suministro.

9.2 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS

9.2.1 CLIMATIZACIÓN

9.2.1.1 Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural

Las calderas de condensación son calderas de alto rendimiento (110% PCI) basadas en el aprovechamiento del calor de condensación de los humos de la combustión. Esta tecnología aprovecha el vapor de agua que se produce en los gases de combustión y lo devuelve en estado líquido.

Con una caldera clásica de tipo atmosférico, los productos de combustión rondan temperaturas del orden de 150°C, lo que implica que una parte no despreciable del calor latente es evacuada por los humos. La caldera de condensación recupera una parte muy importante de ese calor latente, reduciendo considerablemente la temperatura de los gases (65°C).

El ahorro que se obtiene es tanto energético como económico. El origen del ahorro energético viene determinado por el mayor rendimiento de la caldera de condensación, y el ahorro económico viene dado por el menor precio del gas natural frente al combustible actual.

La inversión se estudia teniendo en cuenta la sustitución de la caldera convencional de gasóleo por una caldera de condensación de gas natural con regulación electrónica y sonda de temperatura exterior, el quemador del grupo térmico, la inertización del tanque de gasóleo, los materiales y medios auxiliares, la puesta en marcha, la mano de obra y otros costes indirectos.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 33. Sustitución de la caldera actual por una de gas natural

Sustitución de la caldera actual por una de gas natural		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
1.746	2,34	672
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
12.221	16.995	29.216
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
43,5	25	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
2.387		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.



9.2.1.2 Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento

Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera. Los equipos instalados actualmente son antiguos y presentan un rendimiento bajo, es por ello que se propone su sustitución por otros más modernos de tipo Inverter que tienen un rendimiento superior.

La inversión necesaria se calcula como la suma de todos los costes existentes: costes de equipos, costes de mano de obra y costes de proyecto.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 34. Sustitución bombas de calor actuales por bombas de calor eficientes

Sustitución bombas de calor actuales por bombas de calor eficientes		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
1.062	1,42	168
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
12.392	3.098	15.490
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
92,0	20	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
274		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.2.1.3 Sustitución de calefactores por bombas de calor

El uso de equipos como calefactores, radiadores eléctricos, resistencias eléctricas para calefacción supone un uso ineficiente de la energía, ya que existen equipos, como las bombas de calor, que tiene rendimientos mucho mayores y ofrecen un mayor confort.

Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera. Estos equipos presentan un rendimiento muy superior al de los equipos anteriormente mencionados, ya que no están basados en la generación de calor, sino en su transferencia.

La mayor eficiencia de estos equipos disminuirá el consumo energético y por lo tanto los costes económicos asociados.



La medida se ha estudiado asumiendo la instalación de una bomba de calor reversible de alta eficiencia energética (clase A) que pueda satisfacer las demandas térmicas de calor. El equipo también tendrá la posibilidad de cubrir la demanda de refrigeración, que actualmente está desatendida.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 35. Sustitución de calefactores por bombas de calor

Sustitución de calefactores por bombas de calor		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
KWh / año	%	Eu / año
157	0,21	25
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
1.094	274	1.368
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
54,8	20	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
41		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.2.1.4 Aislamiento del cuerpo de la caldera

El cuerpo de la caldera, salvo raras excepciones, se encuentra sin aislar lo que ocasiona pérdidas térmicas a través de ella, que aumentan el consumo energético. La instalación de un aislante en la parte trasera de la caldera o alrededor de la propia cámara de combustión interna, según modelo, ayudará a mejorar la eficiencia del sistema.

El aislamiento propuesto está compuesto por mantas armadas de lana de roca de 4 cm de espesor con una conductividad de 0,035 W/(mºK) apto para temperaturas máximas de 750ºC y superficies irregulares.

Para el cálculo del ahorro energético se ha utilizado el software AISLAM, que es documento reconocido por el Ministerio de Industria para facilitar el cumplimiento de las exigencias del RITE. La inversión considerada en el cálculo incluye el coste del material, la mano de obra y otros costes indirectos.





Ilustración 16. Aislamiento tipo manta armada de lana de roca

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 36. Aislamiento del cuerpo de la caldera

Aislamiento del cuerpo de la caldera		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
75	0,10	4
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
137	219	356
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
84,1	10	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
20		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.2.2 PRODUCCIÓN DE ACS

9.2.2.1 Instalación de perlizadores y reductores volumétricos en grifos y duchas

La instalación de perlizadores en grifos y reductores volumétricos en duchas generan una mezcla de aire y agua que disminuye el caudal de agua sin que esto suponga una reducción de la presión de salida, consiguiendo no solo un ahorro considerable en agua, sino también un ahorro de la energía necesaria para calentarla.



Se instalan en la boca de salida de agua del grifo, en sustitución de los filtros convencionales, por lo que en instalaciones muy antiguas es posible que no se pueda llevar a cabo la sustitución directa de los filtros actuales por perlizadores. En esos casos se deberá sustituir la grifería al completo.

Los ahorros energéticos y económicos se producen por la disminución de la cantidad de agua gastada que previamente ha tenido que calentarse. La inversión de la medida considera el coste del total de equipos a instalar.



Ilustración 17. Perlizadores y reductores de caudal de distintos modelos

Los resultados de la implantación de los reductores volumétricos son los siguientes:

Tabla 37. Instalación de reductores volumétricos en duchas

Instalación de reductores volumétricos en duchas		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
20	0,03	3
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
96	0	96
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
30,3	10	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
5		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.



9.2.3.1 Sustitución de lámparas convencionales por LED

Las sustituciones de iluminación por LED que se han contemplado se muestran a continuación:

Sustitución de proyectores con lámparas de descarga o halógenos por LED

Esta medida consiste en la sustitución de proyectores de diferentes tecnologías de descarga, halógeno metálico en su mayoría o halógenos convencionales de tipo lineal.

- VSAP o HMC de 250W por Proyector LED de 120W.

Tabla 38. Sustitución de proyectores por LED

Sustitución de proyectores por LED		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
1.657	2,22	278
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
6.279	382	6.661
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
24,0	15	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
427		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.



Sustitución de luminarias de exterior tipo viales con lámparas de descarga por viales de LED

Esta medida consiste en la sustitución de los viales con lámparas de descarga, tanto vapor de sodio como halogenuros metálicos o vapor de mercurio, destinadas a la iluminación de patios o calzadas, por otras de LED.

- Vapor de Mercurio de 125W por Vial LED de 29W.

Tabla 39. Sustitución de las luminarias de tipo viales por LED

Sustitución de las luminarias de tipo viales por LED		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
647	0,86	105
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
1.940	240	2.180
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
20,8	15	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
167		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

9.2.4 EQUIPOS

9.2.4.1 Instalación de regletas eliminadoras de stand-by

Las regletas eliminadoras de stand-by son elementos destinados a reducir el consumo stand-by de los equipos electrónicos (principalmente equipos ofimáticos) que pueden desconectarse completamente de la red eléctrica.

Los eliminadores de stand-by miden la corriente que circula por los aparatos cuando están encendidos, de forma que cuando entran en stand-by detecta la disminución de consumo y corta el paso de corriente, apagándolos por completo. Al encenderlos el eliminador detecta la demanda de potencia y vuelve a conectar el paso de electricidad. Para ello el eliminador queda en modo de espera, por lo que es interesante que se utilice para desconectar varios aparatos a la vez.



La principal ventaja frente a las regletas convencionales de interruptor es que no necesitan la vigilancia permanente del usuario, por lo que se evitan las situaciones de olvido en las que quedaban los equipos encendidos.

El ahorro energético de aplicar esta medida estará dado por la disminución del tiempo que los equipos se encuentran en modo stand-by. La inversión que se ha considerado para el cálculo de los ahorros incluye el coste de la regleta eliminadora de stand-by. No se considera coste asociado a la mano de obra, ya que su instalación es muy sencilla.



Ilustración 18. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

Tabla 40. Instalación de regletas eliminadoras del stand-by

Instalación de regletas eliminadoras del stand-by		
Ahorro		
Ahorro energético	Ahorro económico	
kWh / año	%	Eu / año
39	0,05	6
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
9	0	9
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
1,5	10	46
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
10		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

Pese a que esta medida de ahorro tiene un PRS aceptable, su implementación no es compatible con la de los sobre-enchufes programables, por lo que la media de ahorro que se recomienda es la que aporte un mayor ahorro energético, es este caso particular, la de los sobre-enchufes programables.



10.1.1 TELEGESTIÓN DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA

La instalación de equipos para la telegestión es recomendable cuando el edificio dispone de altos consumidores tales como sistemas centralizados de climatización, calderas o enfriadoras, que concentran un elevado porcentaje del consumo del edificio.

Dentro de las posibilidades de telegestión, la mejor opción para este tipo de edificios son los actuadores telegestionados.

Un actuador telegestionable permite obtener información relativa de un elemento consumidor tal como:

- Parámetros de consumo: tensiones, intensidades, potencia, energía, factor de potencia, armónicos, caudales de gas.
- Estado actual: encendido/apagado, % de carga, avisos de incidencias
- Variables ambientales: temperatura, humedad relativa, concentración CO₂.

Estos elementos además permiten la actuación sobre variables operativas tales como consignas, horarios, encendidos, etc.

En el caso particular de la instalación objeto de este estudio, hay consumos claramente diferenciados como calefacción, iluminación o equipos ofimáticos en los cuadros generales. Estos consumos están totalmente desgregados lo que implica que para poder gestionarlos sería necesario tener varios actuadores en cada estancia junto con un control central.

Si estos consumos se encuentran diferenciados y seccionados en los cuadros eléctricos, se podrían monitorizar con los actuadores anteriormente mencionados, de manera que se podrían crear horarios de encendido y apagado para que, tras el uso normalizado del colegio, y los horarios de limpieza, se apagase todo el centro, desconectando iluminación que se haya podido quedar encendida, o equipos en stand by.



Ilustración 19. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización (Fuente: Creara)

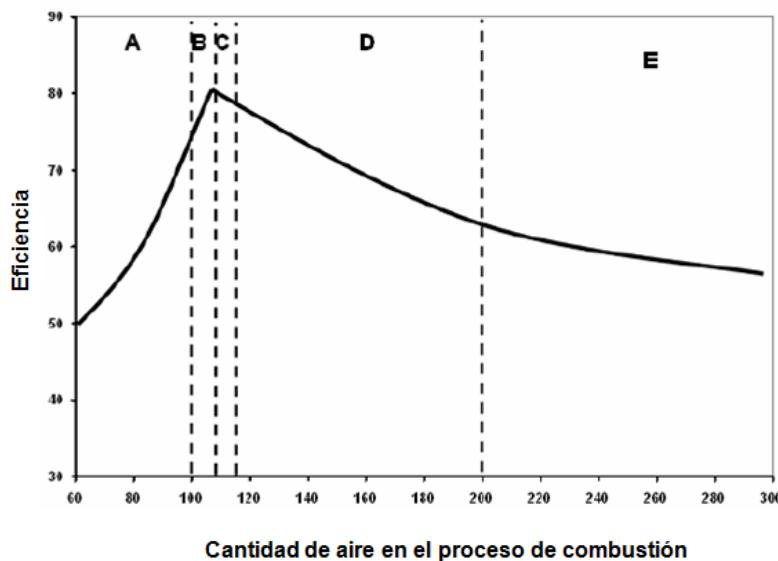


11 BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

11.1 REGULACIÓN DEL AIRE DE COMBUSTIÓN DE LAS CALDERAS

La combustión en las calderas debe producirse en proporciones definidas y controladas de combustible y oxígeno, con el fin de que la reacción estequiométrica sea lo más eficiente posible.

En la siguiente ilustración se comprueban los valores donde se produce la mayor eficiencia en la reacción química en función de la cantidad de aire existente en la combustión.



Gráfica 13. Eficiencia de la cantidad de aire sobre el proceso de combustión

Gracias a la ilustración anterior, se observa que el valor de máxima eficiencia del λ ronda valores del 1 al 1,2. El ahorro energético producido por la regulación manual de la combustión estará dado por la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro Energía} = \text{Energía} \left[\frac{kWh}{año} \right] \cdot (P_{\text{Pérdidas actuales}} - P_{\text{Pérdidas futuras}})$$

Dónde:

Energía [kWh/año]: corresponde a la energía consumida por cada equipo

$P_{\text{Pérdidas actuales}}$: corresponde a las pérdidas energéticas actuales asociadas a la concentración de oxígeno y la temperatura de los humos

$P_{\text{Pérdidas futuras}}$: corresponde a las pérdidas energéticas calculadas para la concentración de oxígeno y el historial de mediciones de las temperaturas de los análisis de combustión

A continuación, se muestra una tabla con las pérdidas energéticas en gases de combustión:



Tabla 41. Pérdidas en los humos de la combustión del gasóleo

O ₂	CO ₂	AIRE	GASES	PÉRDIDAS EN GASES DE COMBUSTIÓN (%) EN FUNCIÓN DE (TEMP. GASES-TEMP. AMBIENTE)											
				Exc.	100	120	140	160	180	200	240	280	320	360	400
%	%	Por uno	kg/kg												
0,0	16,0	1,0	14,7		3,8	4,6	5,4	6,2	6,9	7,7	9,3	10,9	12,6	14,2	15,9
0,5	15,6	1,0	15,1		3,9	4,7	5,5	6,3	7,1	7,9	9,5	11,2	12,8	14,5	16,2
1,0	15,2	1,0	15,4		4	4,8	5,6	6,4	7,2	8,1	9,7	11,4	13,1	14,8	16,5
1,5	14,9	1,1	15,7		4	4,9	5,7	6,6	7,4	8,2	9,9	11,7	13,4	15,1	16,9
2,0	14,5	1,1	16,1		4,1	5	5,8	6,7	7,6	8,4	10,2	11,9	13,7	15,5	17,3
2,5	14,1	1,1	16,5		4,2	5,1	6	6,9	7,7	8,6	10,4	12,2	14	15,8	17,7
3,0	13,7	1,2	16,9		4,3	5,2	6,1	7	7,9	8,8	10,6	12,5	14,3	16,2	18,1
3,5	13,3	1,2	17,3		4,4	5,4	6,3	7,2	8,1	9	10,9	12,8	14,7	16,6	18,5
4,0	12,9	1,2	17,8		4,6	5,5	6,4	7,4	8,3	9,3	11,2	13,1	15,1	17	19
4,5	12,6	1,3	18,3		4,7	5,6	6,6	7,6	8,5	9,5	11,5	13,5	15,5	17,5	19,5
5,0	12,2	1,3	18,8		4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	11,8	13,8	15,9	17,9	20
5,5	11,8	1,3	19,4		5	6	7	8	9	10,1	12,1	14,2	16,3	18,4	20,6
6,0	11,4	1,4	20,0		5,1	6,1	7,2	8,2	9,3	10,4	12,5	14,6	16,8	19	21,2
6,5	11,0	1,4	20,6		5,3	6,3	7,4	8,5	9,6	10,7	12,9	15,1	17,3	19,6	21,8
7,0	10,6	1,5	21,3		5,4	6,5	7,6	8,8	9,9	11	13,3	15,6	17,9	20,2	22,5
7,5	10,3	1,5	22,0		5,6	6,8	7,9	9,1	10,2	11,4	13,7	16,1	18,5	20,8	23,3
8,0	9,9	1,6	22,8		5,8	7	8,2	9,4	10,6	11,8	14,2	16,6	19,1	21,6	24,1
8,5	9,5	1,6	23,6		6	7,2	8,5	9,7	10,9	12,2	14,7	17,2	19,8	22,3	24,9
9,0	9,1	1,7	24,6		6,2	7,5	8,8	10,1	11,4	12,7	15,3	17,9	20,5	23,2	25,9
9,5	8,7	1,8	25,6		6,5	7,8	9,1	10,5	11,8	13,2	15,9	18,6	21,3	24,1	26,9
10,0	8,3	1,9	26,7		6,8	8,1	9,5	10,9	12,3	13,7	16,5	19,4	22,2	25,1	28
10,5	8,0	2,0	27,9		7,1	8,5	9,9	11,4	12,8	14,3	17,2	20,2	23,2	26,2	29,2
11,0	7,6	2,1	29,2		7,4	8,9	10,4	11,9	13,4	15	18	21,1	24,3	27,4	30,6
11,5	7,2	2,2	30,6		7,7	9,3	10,9	12,5	14,1	15,7	18,9	22,2	25,4	28,7	32
12,0	6,8	2,3	32,3		8,2	9,8	11,5	13,2	14,8	16,5	19,9	23,3	26,8	30,2	33,7
12,5	6,4	2,4	34,1		8,6	10,4	12,1	13,9	15,6	17,4	21	24,6	28,2	31,9	35,6
13,0	6,0	1,6	36,1		9,1	11	12,8	14,7	16,6	18,5	22,2	26	29,9	33,7	37,6
13,5	5,7	2,7	38,5		9,7	11,7	13,6	15,6	17,6	19,6	23,6	27,7	31,8	35,9	40
14,0	5,3	192,0	41,1		10,4	12,5	14,6	16,7	18,8	21	25,3	29,6	33,9	38,3	42,7
14,5	4,8	3,1	44,2		11,1	13,4	15,7	17,9	20,2	22,5	27,1	31,8	36,4	41,1	45,9
15,0	4,5	3,4	47,8		12	14,5	16,9	19,4	21,8	24,3	29,3	34,3	39,4	44,4	49,6

Se recomienda el ajuste de la concentración de oxígeno en la combustión, esta regulación debe ser realizada por personal cualificado. Con el fin de establecer un seguimiento anual de estos resultados, conviene establecer un registro de los valores obtenidos cada mes.

El ahorro aproximado llevando a cabo esta actuación es del 3% del consumo total de combustible, que suponen 926 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es de 181 euros por el ajuste en cada caldera.

11.2 REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS ESTANCIAS

La regulación de la temperatura en las distintas dependencias es un factor sobre el que se puede actuar para conseguir que el sistema de climatización del edificio sea más eficiente.

El Consejo de Ministros en su sesión del 1 de agosto de 2008 aprobó el Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011 que contiene 32 medidas, entre las que se encuentra la obligación de limitar las temperaturas a mantener en el interior de los establecimientos de edificios y locales climatizados destinados a usos administrativos, comerciales, culturales, de ocio y en estaciones de transporte, con el fin de reducir su consumo de energía. También propone la exhibición de la gama de temperaturas interiores registradas en los recintos de los edificios y locales que son frecuentados habitualmente por un número importante de personas o tienen una superficie superior a 1.000 m², reforzando de esta forma el Real



Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento Básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, que sólo lo recomendaba.

Las medidas que se proponen en este Plan justifican que se haya aprobado el Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, y en concreto de su Instrucción Técnica IT-3 dedicada al mantenimiento y uso de estas instalaciones.

Dentro de esta Instrucción Técnica IT-3 se recoge en su apartado “I.T.3.8.2 Valores límite de las temperaturas del aire” lo siguiente:

La temperatura del aire en los recintos habitables acondicionados que se indican en la I.T. 3.8.1 apartado 2, y entre los que se encuentran los edificios administrativos, se limitará a los siguientes valores:

- La temperatura del aire en los recintos calefactados no será superior a 21 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de calor por parte del sistema de calefacción.
- La temperatura del aire en los recintos refrigerados no será inferior a 26 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de frío por parte del sistema de refrigeración.
- Las condiciones de temperatura anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30% y el 70%.

A través de los datos de los termostatos tomados de las estancias se puede determinar el ahorro potencial a través de la regulación de la temperatura de las estancias, ya que por cada °C que se aumente la temperatura de consigna en refrigeración se puede ahorrar un 8% del consumo, mientras que por cada °C que se reduzca la temperatura de consigna en calefacción se puede ahorrar un 7% del consumo. Esta medida no lleva asociada ningún coste.

Partiendo de la hipótesis de que la temperatura de consigna de las estancias está por encima de lo recomendado en invierno con una consigna de 22,5°C y por debajo en verano, 24,5°C, se podría obtener un ahorro del 10,3% del consumo en invierno y del 11,8% en verano, lo que supone un ahorro energético de 7.099 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es nula puesto que es meramente de gestión.

11.3 CONFIGURACIÓN CORRECTA DEL PROGRAMA ENERGY STAR

Los tres sistemas operativos más importantes actualmente; Windows, Mac OS X y Linux (en la mayoría de sus distribuciones) llevan implementados economizadores basados en el programa ENERGY STAR de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, creado en 1992 para promover los productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad, reduciendo de esta forma las emisiones de gas de efecto invernadero por parte de las centrales eléctricas.





Ilustración 20. Logotipo del programa ENERGY STAR de ahorro energético en ordenadores

- Reducción de brillo en pantalla: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador atenúa el brillo del monitor, disminuyendo la potencia necesaria para alimentar el LCD.
- Apagado de pantalla: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador mandará una orden al monitor para que éste se apague, pasando al modo Stand-by.
- Poner el equipo en estado de suspensión: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador guarda su estado actual, detiene los discos duros y reduce su actividad hasta prácticamente su apagado total. Queda un remanente de alimentación hacia las memorias RAM, CPU y fuente de alimentación. En este estado el consumo total del ordenador es muy reducido. Cuando termina el periodo de inactividad, el ordenador vuelve a un estado exactamente igual al que tenía antes de la suspensión.
- Poner el equipo en estado de hibernación: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador guarda su estado actual y hace una copia del contenido de la memoria RAM en el disco duro, tras lo que el ordenador se apaga completamente. Al volver a iniciar, el usuario se encuentra con todas las aplicaciones abiertas en el estado en el que éstas se encontraban antes de hibernar. Este modo se suele usar para largos periodos de inactividad, consumiendo menos energía que en el modo suspensión y asegurándose de no perder ningún dato ante un corte de tensión o descarga completa de la batería en el caso de un portátil.

Gestionando eficientemente los equipos ofimáticos con este programa se puede conseguir un ahorro de 966 kWh. En cuanto a la inversión, es un programa implementado en todos los sistemas operativos, por lo que se considera gratuita.



11.4 LIMPIAR LA PARTE TRASERA DE FRIGORÍFICOS Y CONGELADORES

El radiador de los frigoríficos y los congeladores se encuentra en la parte trasera del equipo. Una limpieza periódica (cada 3 - 4 meses) de este elemento reduciría sustancialmente la suciedad acumulada y, por tanto, mejoraría la evacuación del calor y la eficiencia del equipo. Evitando la obstrucción de la ventilación y manteniendo limpio el serpentín, el condensador necesitaría menores tiempos de funcionamiento, con el consiguiente ahorro energético.



Ilustración 21. Parte trasera de un frigorífico.

Además, es importante controlar el estado de las gomas y aislantes, para evitar posibles pérdidas térmicas que incrementarían el consumo del equipo, y evitar las aperturas innecesarias y prolongadas de las puertas. También se ha de considerar la correcta ubicación del equipo, permitiendo una óptima ventilación y alejándolo de fuentes de calor (como hornos o fogones).

El ahorro aproximado realizando esta actuación en los equipos de frío es del 15% del consumo del equipo, de forma que el ahorro esperable sería de 126 kWh. Esta medida no tiene ninguna inversión asociada.

11.5 DESCONGELAR SI SE FORMA ESCARCHA EN LOS FRIGORÍFICOS

Consiste en vigilar la formación de hielo o escarcha en el frigorífico o en el congelador y proceder a descongelarla cuando aparezca, evitando la formación de capas de más de 3 mm. Los nuevos modelos suelen incorporar la tecnología “no-frost”, que evitan este proceso, pero aun así es conveniente permanecer atento.

El hielo y la escarcha actúan como aislantes, dificultando el enfriamiento del interior del frigorífico. Un equipo que mantenga capas de hielo inferiores a 3 mm es capaz de ahorrar en torno a un 30% de energía (Fuente: IDAE).



Realizando esta actuación en los frigoríficos que lo necesiten se puede llegar a obtener una ahorro del 30% del consumo del equipo, de forma que el ahorro esperable sería de 252 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es nula porque la puede llevar a cabo el personal de mantenimiento del edificio.

12.1 MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS

A continuación, se presenta una tabla con los resultados energéticos de la totalidad de las medidas de ahorro analizadas en el presente estudio.

En la tabla se muestra la siguiente información:

- Ahorro energético. Se muestra el ahorro de energía generado por la medida.
- Ahorro económico. Se muestra el ahorro económico anual derivado de la implantación de la medida de ahorro.
- Inversión. Se muestra la inversión necesaria para implementar la medida de ahorro.
- Periodo de retorno simple de la inversión²¹. Se muestra en años el periodo que, debido al ahorro económico generado por la medida, lleva recuperar la inversión realizada para su implementación.
- Emisiones evitadas. Se muestran las emisiones de CO₂ evitadas debido a la disminución del consumo de electricidad generada por la medida.

²¹En este apartado no se ha considerado la evolución de los precios de la energía



Tabla 42. Tabla resumen de medidas de ahorro estudiadas

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO ₂ / año	€	%	años
M7	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	39	0,05	6	9	1,5	10	46	67,2	10
M1	Instalación de perlizadores en grifos	12	0,02	2	6	2,9	3	13	32,0	10
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.241	5,67	672	2.108	3,1	1.094	4.115	30,4	10
M3	Instalación de detectores de presencia	2.109	2,82	350	1.470	4,2	544	1.778	20,9	10
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	11.906	15,92	1.982	8.368	4,2	3.072	10.028	20,7	15
M5	Instalación fotovoltaica	8.764	11,72	1.389	8.791	6,2	3.067	4.158	10,2	25
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	368	0,49	67	473	7,1	95	153	7,7	15
M8	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de luminarias de viales por LED	647	0,87	105	2.180	20,8	167	-1.171	-	15
M9	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de proyectores por LED	1.657	2,22	278	6.661	24,0	427	-3.973	-	15
M10	Instalación de reductores volumétricos en duchas	20	0,03	3	96	30,3	5	-67	-	10
M11	Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural	1.746	2,34	672	29.216	43,5	2.387	-22.462	-	25
M12	Sustitución de calefactores por bombas de calor	157	0,21	25	1.368	54,8	41	-1.111	-	20

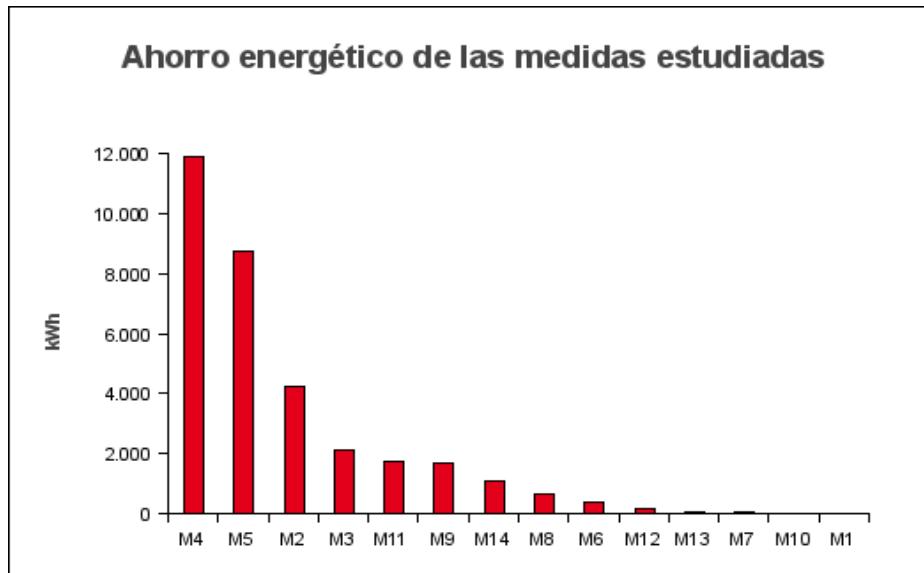
STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !



Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año						
M13	Aislamiento del cuerpo de la caldera	75	0,10	4	356	84,1	20	-312	-	10
M14	Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	1.062	1,42	168	15.490	92,0	274	-13.641	-	20



En el gráfico que se muestra a continuación se compara el ahorro energético anual conseguido mediante la aplicación de las diferentes medidas.



Gráfica 14. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio

Tabla 43. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro de energía mejora (kWh/año)
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	11.906
M5	Instalación fotovoltaica	8.764
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.241
M3	Instalación de detectores de presencia	2.109
M11	Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural	1.746
M9	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de proyectores por LED	1.657
M14	Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	1.062
M8	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de luminarias de viales por LED	647
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	368
M12	Sustitución de calefactores por bombas de calor	157
M13	Aislamiento del cuerpo de la caldera	75
M7	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	39
M10	Instalación de reductores volumétricos en duchas	20
M1	Instalación de perlizadores en grifos	12



12.2 MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS

A continuación, se muestra una tabla con las medidas de ahorro que se proponen para su implementación.

De la totalidad de medidas estudiadas se recomienda la implementación de aquellas con un periodo de retorno inferior a 10,0 años.

Tabla 44. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Miguel Hdez.

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año						
M1	Instalación de perlizadores en grifos	12	0,02	2	6	2,9	3	13	32,0	10
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.241	5,67	672	2.108	3,1	1.094	4.115	30,4	10
M3	Instalación de detectores de presencia	2.109	2,82	350	1.470	4,2	544	1.778	20,9	10
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	11.906	15,92	1.982	8.368	4,2	3.072	10.028	20,7	15
M5	Instalación fotovoltaica	8.764	11,72	1.389	8.791	6,2	3.067	4.158	10,2	25
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	368	0,49	67	473	7,1	95	153	7,7	15
TOTAL		26.054²²	34,80	4.243	21.215	5,0	7.488	20.244	17	-

²² El ahorro total no es igual a la suma del ahorro de cada medida, debido a que existen efectos cruzados entre ellas

El ahorro energético que se consigue mediante la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro no es igual a la suma del ahorro energético individualizado de cada medida. En una instalación de este tipo el ahorro de la implantación del total de las medidas es inferior a la suma de los ahorros de cada una de ellas. Esto se debe a que algunas de las medidas recomendadas presentan efectos cruzados.

Dos medidas presentan efectos cruzados cuando afectan al mismo consumo. Cuando esto ocurra, el ahorro de la acción conjunta de las dos medidas será inferior a la suma de los efectos de cada una de ellas.

En las instalaciones del edificio “CEIP Miguel Hdez.” las medidas que presentan efectos cruzados son las medidas que afectan a la iluminación, debido a las medidas de control del tiempo de encendido con el cambio de lámparas.

El ahorro de cada medida por separado se ha calculado bajo la hipótesis de que el resto de la instalación no variará. En el momento que el resto de la instalación varía, el ahorro también lo hará. Sin embargo, la inversión total sí es igual a la suma de la inversión de cada medida de ahorro. Se muestra a continuación una tabla con los resultados energéticos y económicos de la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro recomendadas.

Tabla 45. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en el edificio CEIP Miguel Hdez.

IMPLANTACIÓN CONJUNTA DE TODAS LAS MEDIDAS DE AHORRO		
Ahorro energético		Total
	[kWh/año]	26.054
Ahorro energético sobre el consumo total del edificio		Total
	[%]	34,8
Emisiones evitadas	[kg CO ₂ / año]	7.488
Reducción de emisiones sobre el total	[%]	38,3
Ahorro económico	[€ / año]	4.243
Inversión necesaria	[€]	21.215
Periodo de retorno simple de la inversión	[Años]	5,0

Para los resultados que se muestran de ahora en adelante, se han tenido en cuenta los efectos de la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro recomendadas.

En la tabla que se muestra a continuación se puede ver el consumo total del edificio anterior y posteriormente a la implantación de las medidas. Del mismo modo se muestra el coste energético actual y el que tendrá el edificio tras la implantación de las medidas.



Tabla 46. Consumo y coste energético antes y después de la implantación de las medidas en el edificio

Concepto	Unidades	Situación inicial	Situación ²³ final	Ahorro
Consumo energético	[kWh / año]	74.774	48.720	26.054
Coste energético	[€ / año]	8.711	4.468	4.243

12.3 FLUJO DE CAJA

A continuación, se muestran el flujo de caja de llevar a cabo la totalidad de las medidas recomendadas, en función de la inversión y el ahorro anual conseguidos.

Teniendo en cuenta la vida útil de las propuestas de cambio (entre 10 y 25 años), la TIR no se calcula en un horizonte de 10 años, sino en un horizonte de 9 años.

Las medidas se llevarían a cabo en el año 0 (año 1^o), y este año obtendríamos casi un 35% de ahorro, por lo que el tiempo de vida real estimado es de 9,5 años.

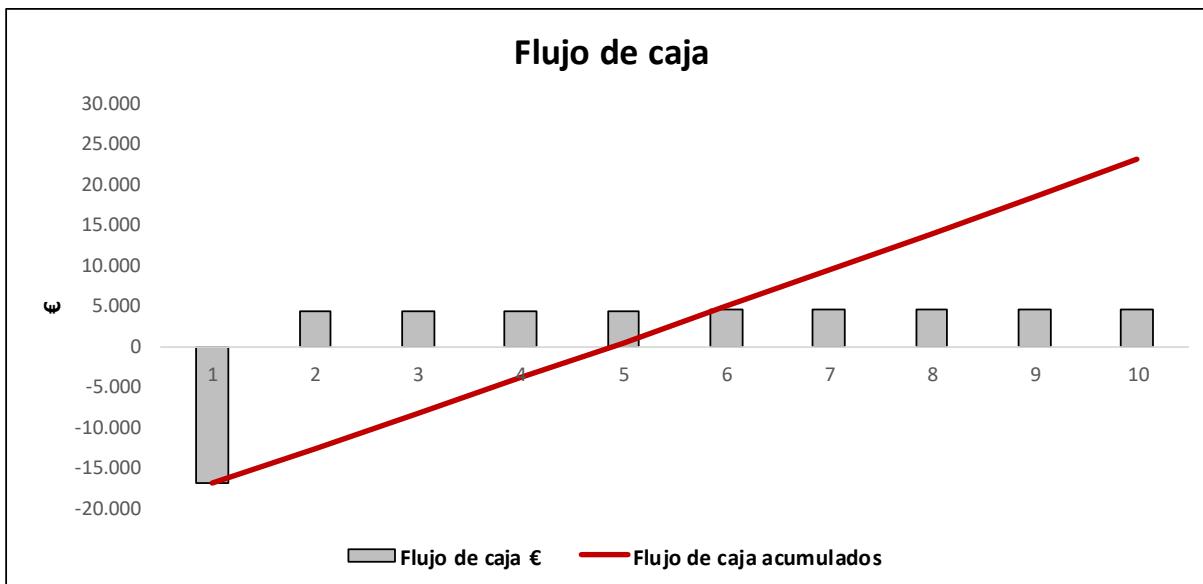
Tabla 47. Flujo de caja

Año	Inversión	Ahorro ²⁴	Flujo de caja	Flujo de caja acumulado
			€	€
1 ^o	21.215	4.243	-16.972	-16.972
2 ^o	-	4.285	4.285	-12.687
3 ^o	-	4.328	4.328	-8.358
4 ^o	-	4.372	4.372	-3.987
5 ^o	-	4.415	4.415	429
6 ^o	-	4.459	4.459	4.888
7 ^o	-	4.504	4.504	9.392
8 ^o	-	4.549	4.549	13.941
9 ^o	-	4.595	4.595	18.536
10 ^o	-	4.641	4.641	23.176

²³ Despues de la implantación de las medidas

²⁴ Incremento del precio de la energía (1%)





Gráfica 15. Flujo de caja

En el gráfico anterior se observa una línea ascendente del flujo de caja acumulado, de forma que con el paso de los años se va recuperando la inversión que se hizo el primer año.

12.4 REDUCCIÓN DE EMISIONES

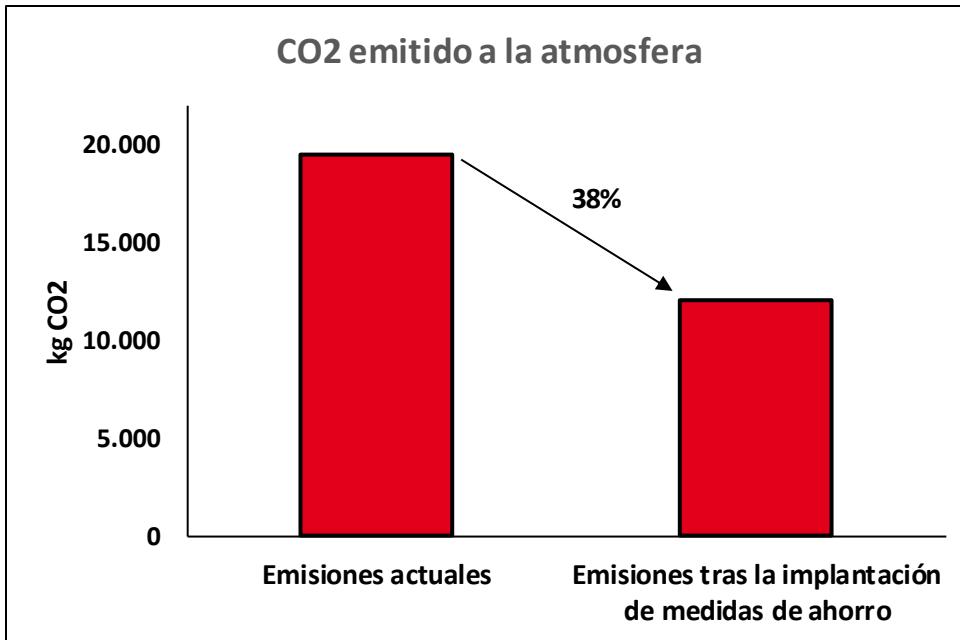
A continuación, se muestra una tabla y un gráfico con las emisiones contaminantes procedentes del consumo energético de las instalaciones, las que se emitirán tras la implantación de todas las medidas de ahorro y la disminución de emisiones que supondrá dicha implantación.

Tabla 48. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas

Contaminante	Unidades	Emisión por consumo energético		Disminución
		Situación actual	Situación final ²⁵	
Consumo energético	[kWh / año]	74.774	48.720	26.054
Emisiones de CO ₂	[kg / año]	19.569	12.081	7.488

²⁵Después de la implantación de las medidas.





Gráfica 16. Ahorro de emisiones de CO₂

12.5 PLAN DE ACTUACIÓN

El objetivo de un plan de actuación es optimizar el orden de las inversiones realizadas para poder llevarlas a cabo con un desembolso económico mínimo. Para conseguir esto se deben ordenar las inversiones en función de su rentabilidad, para aprovechar al máximo los ahorros que se consiguen con la implantación de las medidas.

El plan de actuación podría aplicarse de la siguiente manera. Se implantarán las medidas con mayores ahorros y periodos de retornos más cortos.

Se ha realizado una clasificación de las medidas según su periodo de retorno. Se han dividido en tres grupos: PRS menor de 3 años, PRS entre 3 y 7 años y PRS mayor de 7 años.

A continuación, se van a clasificar las diferentes medidas en función de su rentabilidad:

Medidas de ahorro con PRS menor de 3 años

Tabla 49. Medidas con PRS bajo

Nº	Resumen de medidas de ahorro	Ahorro de energía (kWh/año)	Ahorro económico anual (€/año)	Inversión asociada (€)	Periodo de retorno (años)
M1	Instalación de perlizadores en grifos	12	2	6	2,9

Medidas de ahorro con PRS entre 3 y 7 años

Tabla 50. Medidas con PRS medio

Nº	Resumen de medidas de ahorro	Ahorro de energía (kWh/año)	Ahorro económico anual (€/año)	Inversión asociada (€)	Periodo de retorno (años)
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	4.241	672	2.108	3,1
M3	Instalación de detectores de presencia	2.109	350	1.470	4,2
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	11.906	1.982	8.368	4,2
M5	Instalación fotovoltaica	8.764	1.389	8.791	6,2

Medidas de ahorro con PRS mayor de 7 años

Tabla 51. Medidas con PRS alto

Nº	Resumen de medidas de ahorro	Ahorro de energía (kWh/año)	Ahorro económico anual (€/año)	Inversión asociada (€)	Periodo de retorno (años)
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	368	67	473	7,1



13.1 CALEFACCIÓN

Tabla 52. Inventario equipos centralizados calefacción

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP Miguel Hernández	Sala técnica	Baja	Sala Calderas	Caldera	1	202.800	186

Tabla 53. Inventario equipos bombeo calefacción

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Circuito	Unid	Potencia eléctrica (W)
CEIP Miguel Hernández	Sala técnica	Baja	Sala Calderas	Radiador primario	4	88



Tabla 54. Inventario equipos individualizados calefacción

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Split	Mundoclima	1	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Bomba de calor (calor)	Mundoclima	1	3.222	890
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Split	Mundoclima	1	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Bomba de calor (calor)	Mundoclima	1	3.222	890
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Split	Mundoclima	1	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Bomba de calor (calor)	Mundoclima	1	3.222	890
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Split	Mundoclima	1	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Bomba de calor (calor)	Mundoclima	1	3.222	890
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Split	Haier	1	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Bomba de calor (calor)	Haier	1	3.700	1.085
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 5º Primaria	Split	Mundoclima	1	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 5º Primaria	Bomba de calor (calor)	Mundoclima	1	3.222	890



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula de Apoyo	Radiador eléctrico	-	1	-	1.200
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Split	Kaysun	1	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Bomba de calor (calor)	Kaysun	1	3.222	890
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Split	Kaysun	1	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Bomba de calor (calor)	Kaysun	1	3.222	890
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Primera	Aula 1	Split	Kaysun	1	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Primera	Aula 1	Bomba de calor (calor)	Kaysun	1	3.222	890
CEIP Miguel Hernández	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Split	Daitsu	2	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Bomba de calor (calor)	Daitsu	1	3.400	940



Tabla 55. Inventario equipos individualizados refrigeración

Edificio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Split	Mundoclima	1	-	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Bomba de calor (frío)	Mundoclima	1	3.222	3,22	1.000
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Split	Mundoclima	1	-	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Bomba de calor (frío)	Mundoclima	1	3.222	3,22	1.000
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Split	Mundoclima	1	-	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Bomba de calor (frío)	Mundoclima	1	3.222	3,22	1.000
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Split	Mundoclima	1	-	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Bomba de calor (frío)	Mundoclima	1	3.222	3,22	1.000
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Split	Haier	1	-	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Bomba de calor (frío)	Haier	1	3.500	3,01	1.163
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 5º Primaria	Split	Mundoclima	1	-	-	50



Edificio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 5º Primaria	Bomba de calor (frío)	Mundoclima	1	3.222	3,22	1.000
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Split	kaysun	1	-	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Bomba de calor (frío)	kaysun	1	3.222	3,22	1.000
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Split	kaysun	1	-	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Bomba de calor (frío)	kaysun	1	3.222	3,22	1.000
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Primera	Aula 1	Split	kaysun	1	-	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Primera	Aula 1	Bomba de calor (frío)	kaysun	1	3.222	3,22	1.000
CEIP Miguel Hernández	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Split	Daitsu	1	-	-	50
CEIP Miguel Hernández	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Bomba de calor (frío)	Daitsu	1	3.200	3,23	990



Tabla 56. Inventario equipos generación ACS

Edificio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia eléctrica (W)	Capacidad (litros)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Comedor	Baja	Aseos Alumnos	Termo eléctrico	Forcali	1	1.500	30
CEIP Miguel Hernández	Edificio Gimnasio	Baja	Gimnasio	Termo eléctrico	-	1	1.000	80
CEIP Miguel Hernández	Polideportivo	Baja	Vestuario	Termo eléctrico	-	2	1.000	300

13.4 EQUIPOS
Tabla 57. Inventario equipos

Edificio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Frigorífico+congelador	1	240	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Microondas	1	2.000	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala Fotocopiadora	Multifunción grande	2	460	12
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Dirección	Ordenador sobremesa	2	60	13



Edificio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Secretaría	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Secretaría	Equipo de audio y micrófonos	1	400	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula Multiusos	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula Multiusos	Equipo de audio y micrófonos	1	400	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 5º Primaria	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Aula 5º Primaria	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Usos Múltiples	TV Color (32-43 pulg Plasma)	1	250	11

Edificio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Usos Múltiples	Equipo de música	1	350	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala de Usos Múltiples	Proyector	1	400	5
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Pasillo	Ascensor	1	9.000	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Rack	1	150	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 2º ESO	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 2º ESO	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 12 Francés	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 12 Francés	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 4	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 4	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 5	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 5	Pizarra eléctrica	1	180	0



Edificio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 6	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 6	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 7	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula 7	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Laboratorio	Ordenador portátil	27	40	8
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Sala Rack	Rack	1	150	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula de Apoyo	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula PT	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Principal	Primera	Aula PT	Impresora pequeña	1	200	5
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Miguel Hernández	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Pizarra eléctrica	1	180	0

Edificio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Miguel Hernández	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Frigorífico+congelador	1	240	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Horno eléctrico pequeño	1	5.400	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Microondas	1	2.000	0
CEIP Miguel Hernández	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Lavavajillas industrial	1	4.900	0
CEIP Miguel Hernández	Polideportivo	Baja	Oficina y Almacén	Ordenador sobremesa	1	60	13



13.5 ILUMINACIÓN

Tabla 58. Inventario y propuestas iluminación

Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Miguel Hernández	Baja	Sala de Profesores	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aula de Juegos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	5	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aseo Profesores	Aplique	Fluorescente compacta integrada	1	1	20	Balasto electrónico	Aplice LED 500 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Sala Fotocopiadora	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Dirección	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Secretaría	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aseo Profesores	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aseo Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aula Multiusos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aula AMPA	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aula 3	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aseo Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aula 5º Primaria	Pantalla estanca	Fluorescente T8	10	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Sala Usos Múltiples	Pantalla estanca	Fluorescente T8	18	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	5	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Miguel Hernández	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	3	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Miguel Hernández	Baja	Sala Rack	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Escalera	Aplique	Incandescente	2	1	60	Ninguno	Aplique LED 500 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula 2º ESO	Pantalla estanca	Fluorescente T8	10	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula 12 Francés	Pantalla estanca	Fluorescente T8	10	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula 11 Juegos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	9	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula 4	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula 5	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula 6	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula 7	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-

Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Miguel Hernández	Primera	Laboratorio	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Almacén	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Sala Rack	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula de Apoyo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula PT	Pantalla estanca	Fluorescente T8	5	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	9	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Miguel Hernández	Primera	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	5	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Miguel Hernández	Baja	Exterior	Vial	Vapor mercurio	3	1	125	Balasto electromagnético	Vial LED 3080 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Miguel Hernández	Baja	Exterior	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Exterior	Proyector	Halogenuro metálico	3	1	250	Balasto electromagnético	Proyector LED 19360 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Exterior	Vial	Vapor mercurio	3	1	125	Balasto electromagnético	Vial LED 3080 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Hall	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	3	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Miguel Hernández	Primera	Hall	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	3	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Primera	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Comedor	Downlight	LED	11	1	20	Driver	-	-

Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Miguel Hernández	Baja	Gimnasio	Proyector	Halogenuro metálico	10	1	250	Balasto electromagnético	Proyector LED 19360 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Almacén	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Almacén	Aplique	Incandescente	3	1	20	Ninguno	-	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Sala Calderas	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Oficina y Almacén	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Miguel Hernández	Baja	Vestuario	Aplique	Incandescente	6	1	60	Ninguno	Aplique LED 500 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Miguel Hernández	Baja	Vestuario	Proyector	Halogenuro metálico	1	1	250	Balasto electromagnético	Proyector LED 19360 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Vestuario	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Miguel Hernández	Baja	Vestuario	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas



13.6 ENVOLVENTE

Tabla 59. Medidas de ahorro energético en la envolvente

Sistema	Ahorro energético estimado ²⁶	Ventajas	Consideraciones
Sistema SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior)	25-30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Se eliminan los puentes térmicos, al adecuarse a la forma geométrica de la fachada • Se mejora la estética de la fachada, rejuveneciendo su aspecto • Mínimo mantenimiento • Evita trabajos en el interior. Se puede instalar en inmuebles ocupados con pocas molestias para los usuarios • No reduce espacio útil • Mejora de aislamiento acústico • Se disminuyen las ganancias por radiación solar directa • Protección estructural contra agresiones externas (lluvia, polución...) • Conservación de la inercia térmica 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste medio

²⁶ Respecto a la energía consumida en calefacción y/o refrigeración.



Sistema	Ahorro energético estimado ²⁶	Ventajas	Consideraciones
Sistema de Aislamiento con Fachada Ventilada	25-40 %	<ul style="list-style-type: none"> • Se eliminan los puentes térmicos, al adecuarse a la forma geométrica de la fachada • Se mejora la estética de la fachada, rejuveneciendo su aspecto • Mínimo mantenimiento • Evita trabajos en el interior. Se puede instalar en inmuebles ocupados con pocas molestias para los usuarios • No reduce espacio útil • Mejora de aislamiento acústico • Se disminuyen las ganancias por radiación solar directa • Protección estructural contra agresiones externas (lluvia, polución..) • Conservación de la inercia térmica • Acompañado de condiciones de ventilación, contribuye a la eliminación de problemas de salubridad interior, como humedades y condensaciones • No precisa de preparaciones previas de la superficie del muro • Permite opcionalmente, alojar instalaciones entre la cámara y el aislante 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste alto • Mayor Incremento de espesor de la fachada
Sistema de Aislamiento de Fachadas por Inyección en Cámara	25-30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Solución para cuando no existe la posibilidad de utilizar un sistema por el exterior • Aporta rigidez a la fachada • Mínimo mantenimiento • Evita trabajos en el interior. Se puede instalar en inmuebles ocupados con pocas molestias para los usuarios • No reduce espacio útil • Conservación de la inercia térmica • Sistema económico 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede garantizar la cobertura total del producto, al no ser visible la aplicación <ul style="list-style-type: none"> • No protege contra las agresiones externas • No se modifica el aspecto estético de la fachada



Sistema	Ahorro energético estimado ²⁶	Ventajas	Consideraciones
Sistema de Aislamiento Térmico por el Interior	25-30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Mínimo mantenimiento • No se precisan sistemas de andamiaje que invadan la vía pública • Único sistema adecuado para edificios con grado de protección para patrimonio histórico 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste medio-alto • Pérdida de superficie útil • No resuelve los puentes térmicos • Presenta molestias para los usuarios del edificio en caso de estar ocupado
Cambio de carpintería existente	10-30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Óptimo factor solar: filtra la radiación directa del sol en los meses donde más horas de sol soportan las fachadas y más caro resulta conseguir confort térmico (el coste de producir una frigoría es tres veces mayor que el de una caloría). • Mayor confort así como un ahorro directo en la factura de aire acondicionado, • Máximo ahorro de calefacción en invierno, • Aislamiento acústico y ahorro energético en un mismo producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste medio
Instalación de parasoles con lamas orientables verticales u horizontales	8-13 %	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuye a disminuir las ganancias térmicas por radiación solar, economizando, en consecuencia, los costes de explotación del sistema de aire acondicionado, a la vez que reduce los problemas de deslumbramiento y maximiza la entrada de luz natural. • Mayor confort 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste medio
Aislamiento de cajas de persiana	20-30 %	<ul style="list-style-type: none"> • Rápida instalación • Productos de larga duración • Económico 	<ul style="list-style-type: none"> • Si se va a cambiar la carpintería, estudiar la opción de instalar carpinterías con persianas integradas



13.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOLAR FOTOVOLTAICA

Tabla 60. Características técnicas exigibles a los módulos de la instalación solar fotovoltaica

Características	Descripción
Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia nominal 300Wp (o superior) cada uno • Eficiencia del módulo > 15,5% • Las pérdidas de eficiencia de los módulos no podrán superar el 0,9% anual. • Marcado CE según la Directiva 2006/95/CE²⁷. • Garantía por el fabricante de un mínimo de 10 años y garantía de rendimiento de 25 años.
Físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de célula: silicio policristalino • Número de células: 72
Rango de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura: -40 a + 85°C • Máxima tensión del sistema: 1000V

²⁷ 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. Incorporarán de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.