

AUDITORÍA ENERGÉTICA

CEIP MANUEL SIUROT

INFORME DE RESULTADOS

Noviembre 2018



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
5.1.1	SUMINISTRO 1	20
5.1.2	SUMINISTRO 2	21
5.1.3	SUMINISTRO TOTAL.....	22
6	DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES.....	26
6.1	CALEFACCIÓN	26
6.2	REFRIGERACIÓN.....	27
6.3	GENERACIÓN DE ACS	28
6.4	ILUMINACIÓN	28
6.5	EQUIPOS	30
6.6	ENVOLVENTE.....	31
7	BALANCE ENERGÉTICO.....	34
7.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL BALANCE ENERGÉTICO	34
7.2	BALANCE ENERGÉTICO POR USOS.....	35
8	LÍNEA DE BASE	37
8.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA LÍNEA BASE	37
8.1.1	SELECCIÓN DEL PERÍODO DE REFERENCIA	37
8.1.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO	37
8.1.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN	37
8.1.4	SELECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MÁS REPRESENTATIVO.....	38
8.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
8.3	LÍNEA DE BASE ESTABLECIDA.....	43
9	MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS	46



9.1	DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS	47
9.1.1	PRODUCCIÓN DE ACS	47
9.1.1.1	Instalación de perlizadores y reductores volumétricos en grifos y duchas	47
9.1.2	ILUMINACIÓN	48
9.1.2.1	Instalación de detectores de presencia y sensores de luz natural.....	50
9.1.3	EQUIPOS	52
9.1.3.1	Instalación de sobre-enchufes (Plugwise).....	52
9.1.1	FACTURACIÓN ELÉCTRICA	53
9.1.1.1	Optimización de la potencia contratada del suministro 1.....	53
9.1.1.2	Optimización de la potencia contratada del suministro 2.....	54
9.2	DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS	56
9.2.1	CLIMATIZACIÓN	56
9.2.1.1	Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	56
9.2.2	ILUMINACIÓN	57
9.2.2.1	Sustitución de lámparas convencionales por LED	57
9.2.3	EQUIPOS	58
9.2.3.1	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by.....	58
9.2.1	ENERGÍAS RENOVABLES	60
9.2.1.1	Solar fotovoltaica	60
10	MEDIDA DE GESTIÓN Y CONTROL ENERGÉTICO.....	68
10.1.1	TELEGESTIÓN DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.....	68
11	BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN	69
11.1	REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS ESTANCIAS.....	69
11.2	CONFIGURACIÓN CORRECTA DEL PROGRAMA ENERGY STAR	70
11.3	LIMPIAR LA PARTE TRASERA DE FRIGORÍFICOS Y CONGELADORES	71
11.4	DESCONGELAR SI SE FORMA ESCARCHA EN LOS FRIGORÍFICOS.....	72
12	CONCLUSIONES.....	73
12.1	MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS	73
12.2	MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS.....	76
12.3	FLUJO DE CAJA	78
12.4	REDUCCIÓN DE EMISIONES	79
12.5	PLAN DE ACTUACIÓN	81
13	ANEXOS	83
13.1	CALEFACCIÓN	83
13.2	REFRIGERACIÓN.....	87

13.3	GENERACIÓN DE ACS	91
13.4	EQUIPOS	92
13.5	ILUMINACIÓN	98
13.6	ENVOLVENTE.....	106
13.7	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOLAR FOTOVOLTAICA	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Manuel Siurot	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	20
Tabla 8. Datos mensuales de consumo Electricidad	21
Tabla 9. Datos mensuales de consumo Electricidad	22
Tabla 10. Evolución del consumo horario	23
Tabla 11. Características equipos calefacción	26
Tabla 12. Características equipos calefacción	27
Tabla 13. Características equipos generación ACS	28
Tabla 14. Distribución del consumo y del número de lámparas.....	28
Tabla 15. Distribución de consumos	30
Tabla 16. Herramientas para el cálculo del balance energético	35
Tabla 17. Distribución global del consumo energético	35
Tabla 18. Valores de aceptación del modelo matemático.....	39
Tabla 19. Consumo eléctrico y variables significativas para la línea base.....	39
Tabla 20. Análisis comparativo de los resultados de los modelos matemáticos para línea base	43
Tabla 21. Línea base de electricidad CEIP Manuel Siurot.....	44
Tabla 22. Listado de medidas estudiadas	46
Tabla 23. Instalación de perlizadores en grifos	48
Tabla 24. Sustitución de fluorescentes por LED.....	49
Tabla 25. Sustitución de luminarias de tipo aplique por LED.....	50
Tabla 26. Instalación de detectores de presencia	51
Tabla 27. Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise.....	53
Tabla 28. Optimización de la potencia contratada – suministro 1.....	54
Tabla 29. Optimización de la potencia contratada – suministro 2.....	55
Tabla 30. Sustitución bombas de calor actuales por bombas de calor eficientes	56
Tabla 31. Sustitución de fluorescentes compactas por LED.....	57
Tabla 32. Instalación de regletas eliminadoras del stand-by	59
Tabla 33. Latitud y longitud	61
Tabla 34. Potencial solar mensual	62
Tabla 35. Presupuesto instalación solar fotovoltaica	66
Tabla 36. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica	67
Tabla 37. Tabla resumen de medidas de ahorro estudiadas.....	74
Tabla 38. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio.....	75
Tabla 39. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Manuel Siurot	76
Tabla 40. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en el edificio CEIP Manuel Siurot	77

Tabla 41. Consumo y coste energético antes y después de la implantación de las medidas en el edificio.....	78
Tabla 42. Flujo de caja.....	78
Tabla 43. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas....	79
Tabla 44. Medidas con PRS bajo.....	81
Tabla 45. Medidas con PRS medio	81
Tabla 46. Medidas con PRS alto	82
Tabla 47. Inventario equipos individualizados calefacción	83
Tabla 48. Inventario equipos individualizados refrigeración	87
Tabla 49. Inventario equipos generación ACS	91
Tabla 50. Inventario equipos	92
Tabla 51. Inventario y propuestas iluminación	98
Tabla 52. Medidas de ahorro energético en la envolvente	106
Tabla 53. Características técnicas exigibles a los módulos de la instalación solar fotovoltaica	109

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Balance energético por usos	10
Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de Electricidad	20
Gráfica 3. Evolución mensual del consumo de Electricidad	22
Gráfica 4. Evolución mensual del consumo de Electricidad	23
Gráfica 5. Curva del consumo en días laborables y fines de semana según la hora	24
Gráfica 6. Distribución iluminación existente	29
Gráfica 7. Distribución del consumo de los equipos	30
Gráfica 8. Balance energético por usos	36
Gráfica 9. Evolución del consumo eléctrico (2016-2017).....	41
Gráfica 10. Regresiones lineales para establecer la línea base de electricidad	42
Gráfica 11. Ajuste de la línea base y el consumo real	44
Gráfica 12. Escenarios de generación FV y aprovechamiento.....	63
Gráfica 13. Generación mensual de energía.....	64
Gráfica 14. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio ...	75
Gráfica 15. Flujo de caja	79
Gráfica 16. Ahorro de emisiones de CO ₂	80

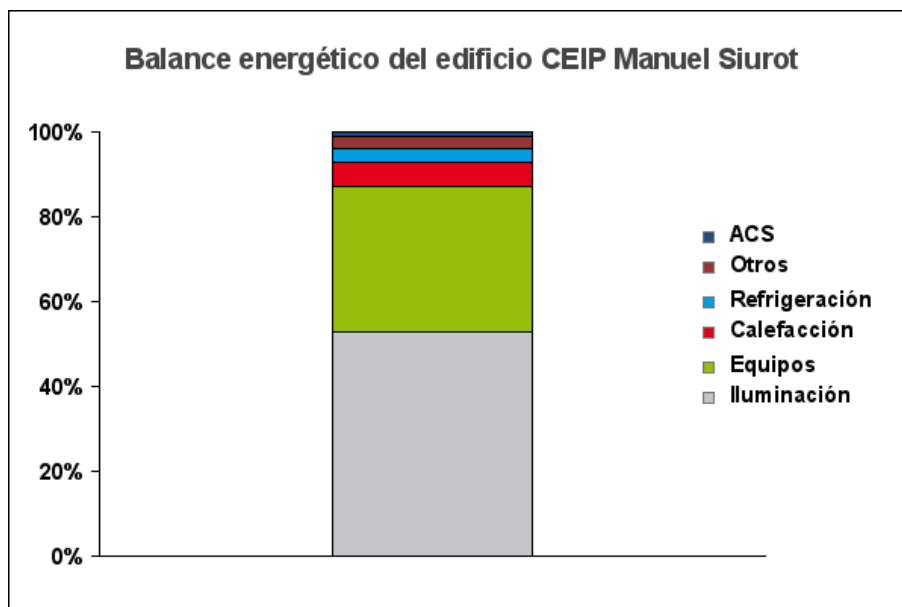
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de situación de las instalaciones.....	13
Ilustración 2. Fachada del CEIP Manuel Siurot	14
Ilustración 3. Bomba de calor para calefacción	26
Ilustración 4. Bomba de calor para refrigeración	27
Ilustración 5. Termo eléctrico (marca Delta)	28
Ilustración 6. Imagen de pantalla estanca	29
Ilustración 7. Equipos.....	31
Ilustración 8. Carpintería de las instalaciones	32
Ilustración 9. Función simplificada o de una única variable.....	38
Ilustración 10. Función multivariable	38
Ilustración 11. Perlizadores y reductores de caudal de distintos modelos	47
Ilustración 12. Detector de presencia	51
Ilustración 13. Componentes del sistema de eliminación del modo stand-by de equipos ofimáticos	52
Ilustración 14. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales	58
Ilustración 15. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico (compuesto de numerosas células).....	60
Ilustración 16. Imagen de una instalación fotovoltaica estática	61
Ilustración 17. Zona optima para la ubicación de las placas fotovoltaicas	64
Ilustración 18. Ejemplo de estructura para placas fotovoltaicas en cubiertas planas.....	65
Ilustración 19. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización (Fuente: Creara)	68
Ilustración 20. Logotipo del programa ENERGY STAR de ahorro energético en ordenadores	70
Ilustración 21. Parte trasera de un frigorífico.....	71

1 RESUMEN EJECUTIVO

Creara a petición de la Diputación de Huelva, ha llevado a cabo una auditoría energética en detalle al edificio “CEIP Manuel Siurot” ubicado en C/ Rábida, 12, 21002, Chucena (Huelva).

Tras la visita y el estudio de los datos recopilados se ha determinado que el consumo energético total asciende a 29.011 kWh y se distribuye de la siguiente forma:



Gráfica 1. Balance energético por usos

El centro, es un complejo de Educación Infantil, primaria y secundaria. Este se encuentra sectorizado en distintas zonas (Edificio principal, infantil, primaria, secundaria y comedor), 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> <ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Administración - Dirección - Conserjería - Sala de profesores - Aulas - Espacios comunes - Almacén E.F. • Planta primera: <ul style="list-style-type: none"> - Aulas - Secretaría - Aseos - Almacén - Espacios comunes 	<u>Edificio Primaria</u> <ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Aulas - Aseos - Espacios comunes 	<u>Edificio Secundaria</u> <ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Sala de profesores - Aulas - Aseos - Espacios comunes
	<u>Edificio Infantil</u> <ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Aulas - Despacho - Aseos - Espacios comunes 	<u>Edificio comedor</u> <ul style="list-style-type: none"> • Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> - Cocina - Comedor - Aseos

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 12.501 kWh (43,09% respecto al consumo energético total), lo cual supone un ahorro económico de 1.945 €/año con una inversión total de 11.392 €.

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 Manuel Siurot

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO ₂ / año	€	%	años
M1	Facturación eléctrica 2	0	0,00	332	9	0,0	0	3.045	3689,9%	-
M2	Instalación de perlizadores en grifos	41	0,14	5	6	1,1	10	40	84,1%	10
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.607	12,43	429	1.133	2,6	931	2.835	37,1%	10
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	761	2,62	106	683	6,4	196	305	9,8%	15
M5	Instalación de detectores de presencia	1.523	5,25	191	1.400	7,3	393	384	6,9%	10
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	7.628	26,29	968	7.452	7,7	1.968	1.598	5,9%	15
M7	Facturación eléctrica 1	0	0,00	79	710	9,0	0	31	2,8%	
TOTAL		12.501¹	43,1%	1.945	11.392	5,9	3.226	8.239,31	14	-

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> <ul style="list-style-type: none"> Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> Administración Dirección Conserjería Sala de profesores Aulas Espacios comunes Almacén E.F. Planta primera: <ul style="list-style-type: none"> Aulas Secretaría Aseos Almacén Espacios comunes 	<u>Edificio Primaria</u> <ul style="list-style-type: none"> Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> Aulas Aseos Espacios comunes 	<u>Edificio Secundaria</u> <ul style="list-style-type: none"> Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> Sala de profesores Aulas Aseos Espacios comunes
	<u>Edificio Infantil</u> <ul style="list-style-type: none"> Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> Aulas Despacho Aseos Espacios comunes 	<u>Edificio comedor</u> <ul style="list-style-type: none"> Planta baja: <ul style="list-style-type: none"> Cocina Comedor Aseos

Las instalaciones se encuentran ubicadas en la calle Rábida, 12, 21002, Chucena, Huelva y cuentan con una superficie total construida de 3.311 m², integrados en 2 niveles sobre rasante.



Ilustración 1. Plano de situación de las instalaciones



Ilustración 2. Fachada del CEIP Manuel Siurot

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

Tabla 2. Datos básicos de la instalación

Dirección del edificio	C/ Rábida, 12
Zona climática	B4
Nº de plantas	2
Superficie construida (m²)	3.311
Número de usuarios	250
Horario de funcionamiento	L-J: 08:00 a 19:00 V: 08:00 a 17:00
Consumo energético anual (kWh)	29.011

Tabla 3. Indicadores calculados para el edificio

Indicador	Unidades	Valor
Consumo de energía de la instalación por superficie del edificio	[kWh / m²]	8,76
Emisiones CO ₂ por superficie del edificio	[kg CO ₂ / m²]	2,26

3 MOTIVACIÓN Y OBJETO

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 concienciada con el ahorro y la eficiencia energética, solicita la realización de una auditoría energética en las instalaciones situadas en la C/ Rábida, 12.

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.



4 METODOLOGÍA

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

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 del REE 2017 para electricidad.

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

5 CONSUMOS ENERGÉTICOS

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

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 CO ₂ anuales (kg)
Electricidad 1	17.615	2.094	4.545
Electricidad 2	11.396	1.355	2.940
Total	29.011	3.449³	7.485

5.1 SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

El CEIP Manuel Siurot dispone de dos suministros eléctricos, cada suministro tiene la tarifa 3.0A con tres periodos de facturación: punta, llano y valle. 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)	P2 (kW)	P3 (kW)
ES0339000006000022MAOF	18	18	18
ES0339006000078014BV0F	50	50	50

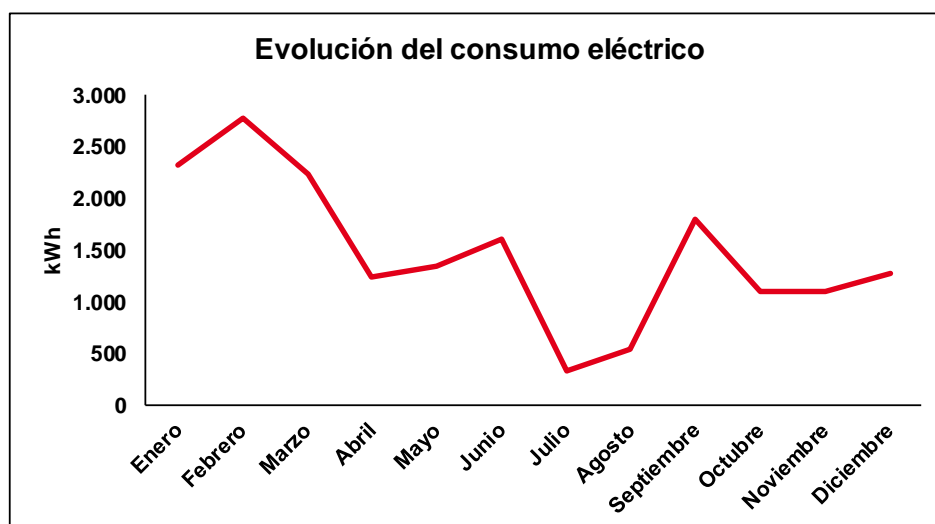
³El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).

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 Manuel Siurot" con CUPS ES0339000006000022MAOF.

Tabla 7. Datos mensuales de consumo Electricidad

Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Enero 2017	2317	275
Febrero 2017	2780	330
Marzo 2017	2232	265
Abril 2017	1231	146
Mayo 2017	1342	160
Junio 2017	1600	190
Julio 2017	321	38
Agosto 2017	533	63
Septiembre 2017	1801	214
Octubre 2017	1092	130
Noviembre 2017	1094	130
Diciembre 2017	1272	151
Total	17.615⁴	2.094⁵

El coste promedio de la energía es de 0,12 €/kWh. A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del consumo eléctrico mensual del edificio "CEIP Manuel Siurot".


⁶Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de Electricidad

⁴El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).

⁵El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).

El gráfico anterior muestra un mayor consumo en los meses lectivos del centro. Se observa una disminución de consumo en los meses de vacaciones, en abril por semana santa y en julio y agosto, por vacaciones de verano. En el mes de febrero se ve un incremento en el consumo, debido a utilización masiva de los equipos de climatización en modo calefacción y un mayor uso de los equipos de iluminación.

Se puede observar que incluso en los meses de verano el consumo se mantiene por encima de los 300 kWh, debido entre otros a los equipos ofimáticos 24h, iluminación exterior o equipos de conservación de comida.

5.1.2 SUMINISTRO 2

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 Manuel Siurot" con CUPS ES0339006000078014BV0F.

Tabla 8. Datos mensuales de consumo Electricidad

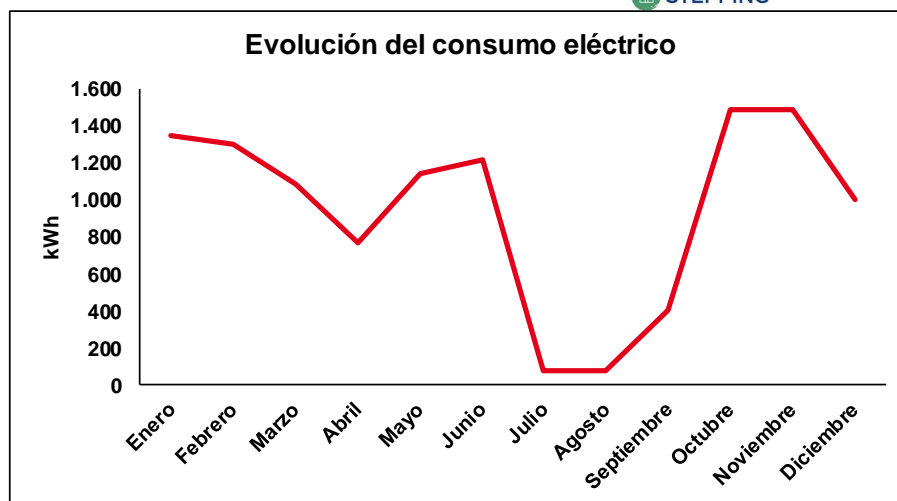
Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Enero 2017	1350	160
Febrero 2017	1303	155
Marzo 2017	1088	129
Abril 2017	764	91
Mayo 2017	1139	135
Junio 2017	1218	145
Julio 2017	81	10
Agosto 2017	81	10
Septiembre 2017	405	48
Octubre 2017	1486	177
Noviembre 2017	1483	176
Diciembre 2017	998	119
Total	11.396⁷	1.355⁸

El coste promedio de la energía es de 0,12 €/kWh. A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del consumo eléctrico mensual del edificio "CEIP Manuel Siurot".

⁶Los meses de consumo se muestran en año natural

⁷El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).

⁸El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).



⁹Gráfica 3. Evolución mensual del consumo de Electricidad

En el gráfico anterior se muestra un consumo equivalente al suministro anterior, se observa que desde septiembre a junio hay un mayor consumo y los meses de verano hay un decrecimiento, coincidiendo con los meses lectivos del centro.

5.1.3 SUMINISTRO TOTAL

A continuación, se muestra una tabla con la suma del consumo eléctrico mensual del “CEIP Manuel Siurot” correspondiente a los dos suministros eléctricos comentados anteriormente.

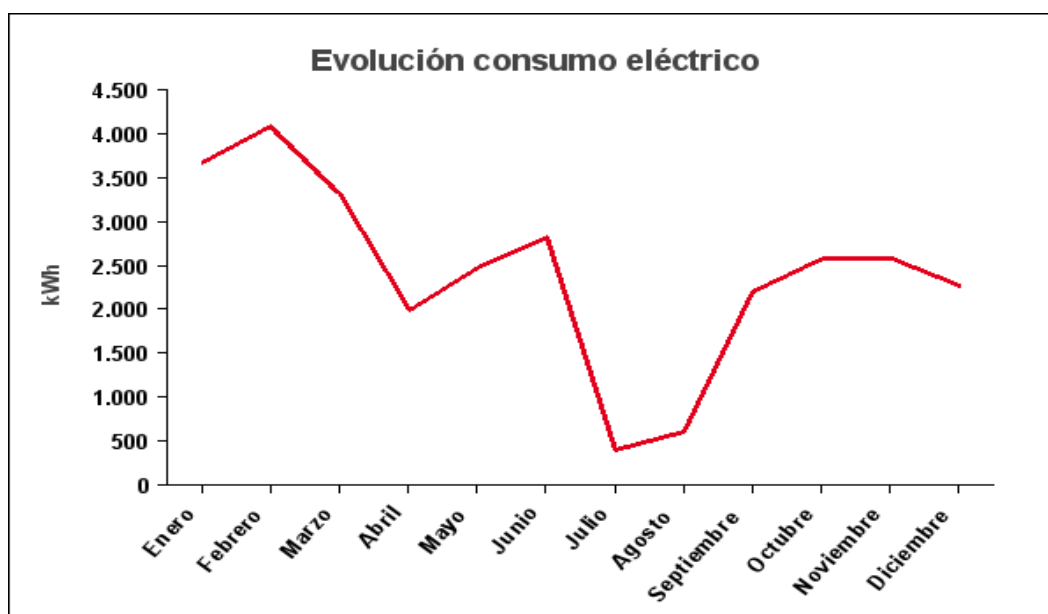
Tabla 9. Datos mensuales de consumo Electricidad

Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Enero 2017	3.667	436
Febrero 2017	4.083	485
Marzo 2017	3.320	395
Abril 2017	1.995	237
Mayo 2017	2.481	295
Junio 2017	2.818	335
Julio 2017	402	48
Agosto 2017	614	73
Septiembre 2017	2.206	262
Octubre 2017	2.578	306
Noviembre 2017	2.577	306
Diciembre 2017	2.270	270
Total	29.011¹⁰	3.449¹¹

⁹Los meses de consumo se muestran en año natural

¹⁰El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).

El coste promedio de la energía es de 0,12 €/kWh. A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del consumo eléctrico mensual del edificio “CEIP Manuel Siurot”.



¹²Gráfica 4. Evolución mensual del consumo de Electricidad

El gráfico anterior muestra la suma de los dos suministros, donde se aprecia un mayor consumo los meses lectivos, teniendo un pico más elevado en los meses de enero y febrero, debido a la utilización masiva de equipos de climatización en modo calefacción; y se observa un consumo mínimo los meses de verano, ya que es periodo vacacional.

Curva de carga eléctrica

A continuación, se analizan los consumos horarios y semanales, obtenidos de los datos recogidos por el analizador de redes instalado en el edificio o de la curva horaria del mismo.

Tabla 10. Evolución del consumo horario

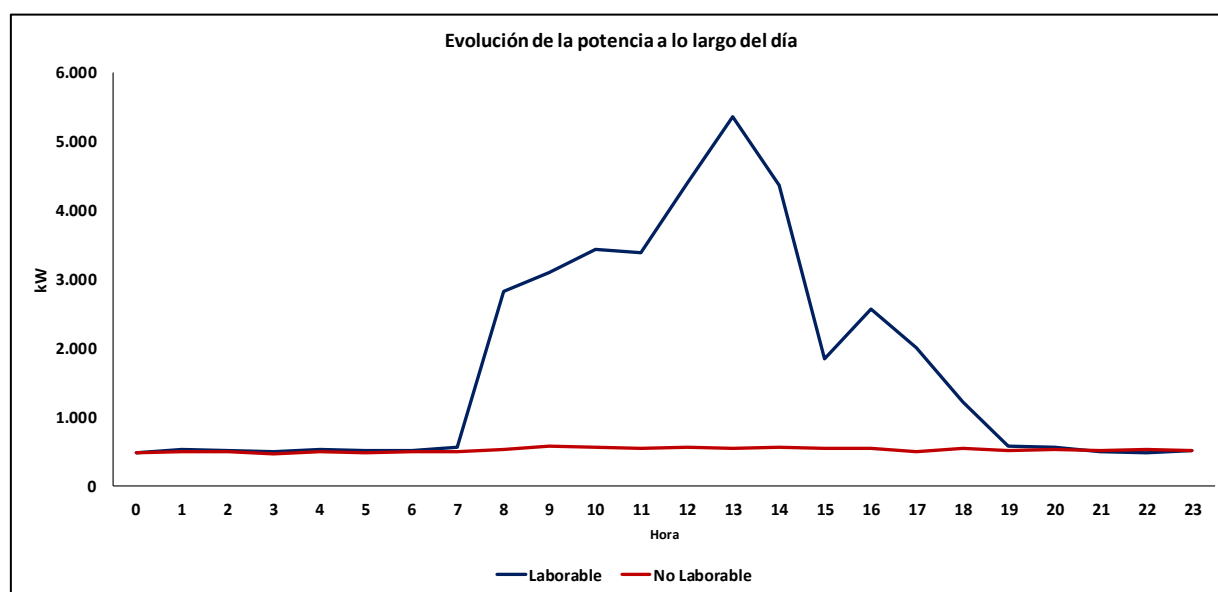
Consumo (kWh)							
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
0	504	530	445	475	510	480	453
1	512	584	475	508	548	526	504
2	541	559	479	492	555	533	473
3	485	564	478	478	524	488	446
4	504	562	478	520	566	510	507
5	514	546	470	488	532	525	449
6	502	603	454	485	530	477	485

¹¹El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).

¹²Los meses de consumo se muestran en año natural

Consumo (kWh)							
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7	508	542	540	605	566	600	498
8	552	2707	2440	3232	3007	2759	520
9	563	3186	2938	3345	3201	2785	599
10	575	3690	3693	3332	3155	3325	548
11	541	3734	3678	3337	3191	3014	551
12	591	4460	4804	3993	4504	4221	551
13	560	5754	5776	4539	5284	5471	536
14	558	5034	4539	4005	4066	4210	568
15	570	1887	2154	1823	1722	1647	533
16	567	3458	3036	2672	2618	1098	524
17	526	2698	2295	2018	2066	970	489
18	571	1398	1488	1248	1270	712	517
19	514	603	588	600	620	492	513
20	539	533	597	616	535	519	517
21	502	468	500	538	491	464	515
22	543	479	472	547	497	449	511
23	513	507	525	569	505	481	511

En la siguiente gráfica se puede apreciar la evolución del consumo en función de la hora del día y de si se trata de un día laborable, un sábado o un domingo.



Gráfica 5. Curva del consumo en días laborables y fines de semana según la hora

En la gráfica se puede apreciar como todos los días a partir de las 7:00 el consumo se incrementa ligeramente porque comienzan a entrar los trabajadores en el centro. De lunes a viernes a partir de las 11:00 el consumo aumenta coincidiendo con el inicio de la actividad en el comedor hasta hacerse máximo en torno a las 13:00.

A partir de esa hora, el consumo se reduce debido al inicio de la actividad lectiva y alcanza su mínimo en días laborables a las 19:00, cuando finaliza la jornada en el colegio.

Lo días no laborables se observa que no hay prácticamente consumo debido a que no hay actividad alguna.

6 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES

6.1 CALEFACCIÓN

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

Las características de algunos equipos de generación de calor se muestran a continuación:

Tabla 11. Características equipos calefacción

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W) ¹³
Split	-	1	-	50
Bomba de calor (calor)	-	1	1.600	1.100
Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050



Ilustración 3. Bomba de calor para calefacción

La relación de equipos con sus características técnicas, se encuentran descritas en el inventario de instalaciones.

¹³Hace 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.

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. La relación de equipos con sus características técnicas, se encuentran descritas en el inventario de instalaciones.

Las características de algunos equipos de generación de frío se muestran a continuación:

Tabla 12. Características equipos calefacción

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W) ¹⁴
Split	-	1	-	50
Bomba de calor (frío)	-	1	1.500	1.200
Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	1.200



Ilustración 4. Bomba de calor para refrigeración

La relación de equipos con sus características técnicas, se encuentran descritas en el inventario de instalaciones.

¹⁴Hace 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.

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

Tabla 13. Características equipos generación ACS

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia eléctrica (W)	Capacidad (litros)
Termo eléctrico	Delta	1	1.500	80



Ilustración 5. Termo eléctrico (marca Delta)

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

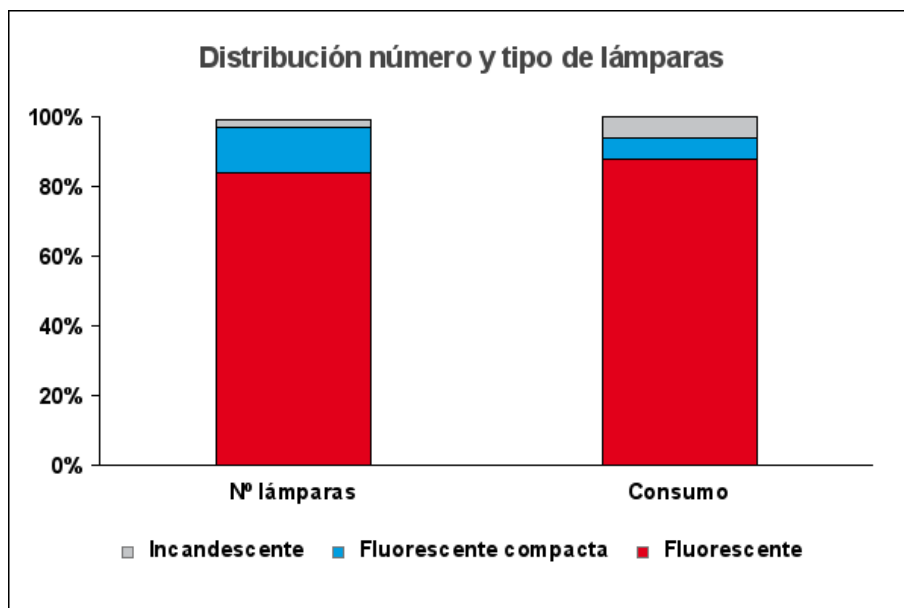
6.4 ILUMINACIÓN

La potencia total instalada en el edificio es de 20,67 kW. A continuación, se adjunta una tabla que determina la representatividad de las lámparas y su consumo en el edificio:

Tabla 14. Distribución del consumo y del número de lámparas

Tecnología	Lámparas		Consumo	
	Unidades	%	kWh	%
Fluorescente compacta	71	13,50	931	6,01
Fluorescente	442	84,03	13.687	88,32
Incandescente	13	2,47	878	5,67
Total	526	100%	15.496	100%

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



Gráfica 6. Distribución iluminación existente



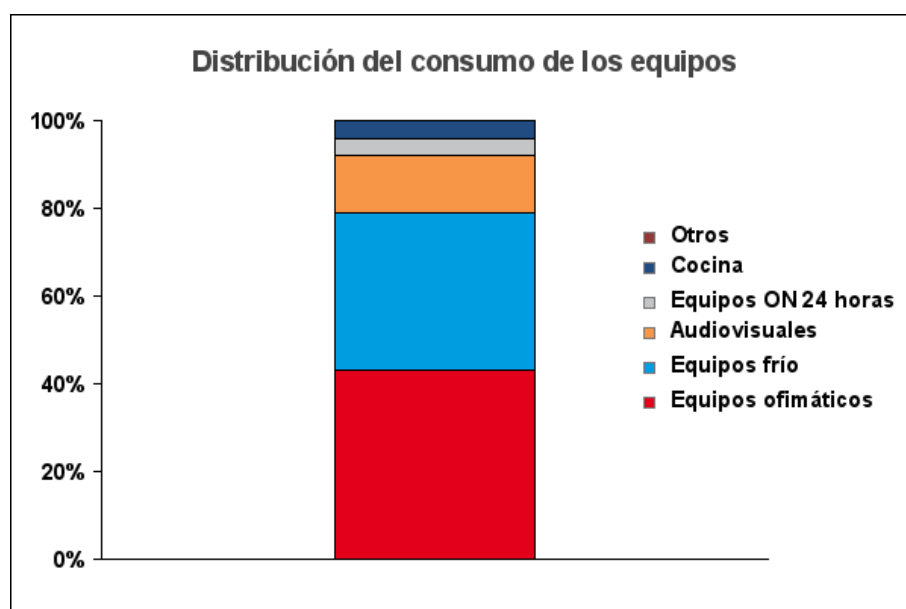
Ilustración 6. Imagen de pantalla estanca

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

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

Tabla 15. Distribución de consumos

Servicio energético	Consumo (kWh)	%
Cocina	362	3,69
Equipos frío ¹⁵	3.487	35,56
Audiovisuales	1.231	12,55
Equipos ofimáticos	4.324	44,09
Equipos ON 24 horas ¹⁶	394	4,02
Otros ¹⁷	10	0,10
Total	9.808	100%



Gráfica 7. Distribución del consumo de los equipos

¹⁵ Dentro de este grupo se engloban aquellos equipos relacionados con la generación y conservación del frío.

¹⁶ Dentro de este grupo se engloban aquellos equipos que están 24 horas disponibles.

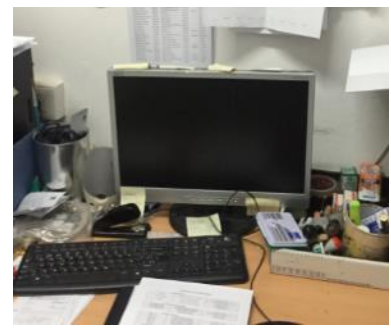
¹⁷ Dentro de este grupo se engloban todos aquellos equipos que no han podido incluirse en ninguno de los otros grupos de consumo.



Equipo audiovisual



Equipos de cocina



Equipos ofimáticos

Ilustración 7. Equipos

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 5 edificaciones/zonas principales. Los principales sistemas constructivos son:

- Edificación original (Edificio Principal, Edificio Primaria, Edificio Secundaria, Edificio Infantil y Comedor), datado en 1969 (según catastro):
 - Muros exteriores compuestos por fábrica de ladrillo macizo + cámara de aire sin ventilar + fábrica de ladrillo hueco. Guarnecidos y enlucidos interiormente con yeso y enfoscado exteriormente con mortero de cemento y acabados con pinturas plásticas decorativas.
 - Cubiertas:
 - Cubiertas inclinadas compuestas por forjados unidireccionales de hormigón armado, sobre los que se levantan los tabiques palomeros de ladrillo hueco. Sobre estos se apoyan los rasillones cerámicos, la impermeabilización con tela asfáltica y la teja cerámica curva, sujeta a los tableros mediante mortero de agarre.
 - Cubiertas planas no transitables compuestas por forjado unidireccional + hormigón de pendientes + impermeabilización + mortero de agarre + baldosas cerámicas + pinturas asfálticas

Los elementos de acristalamiento están formados por láminas de vidrio simple sobre carpintería metálica sin rotura del puente térmico.



Ventana tipo



Persianas enrollables



Lamas horizontales

Ilustración 8. Carpintería de las instalaciones

Las carpinterías cuentan con persianas enrollables en el edificio principal, edificio primaria y edificio secundaria y lamas horizontales en el edificio infantil.

La fachada principal está orientada hacia el Suroeste, 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.

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 BALANCE ENERGÉTICO

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 16. 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	

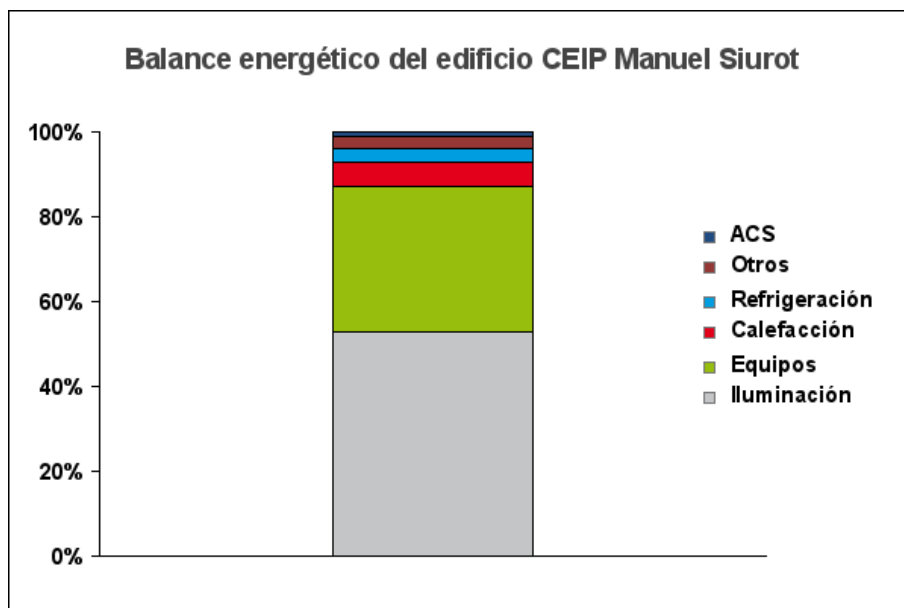
7.2 BALANCE ENERGÉTICO POR USOS

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo energético anual.

Tabla 17. Distribución global del consumo energético

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	15.496	53,41
Calefacción	1.775	6,12
Refrigeración	882	3,04
ACS	203	0,70
Equipos	9.808	33,81
Otros	848	2,92
Total	29.011	100%

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



Gráfica 8. Balance energético por usos

8 LINEA DE BASE

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 período 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-día¹⁸ 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 aquellas de cuya variación depende más fuertemente el consumo. El modelo más empleado es la regresión lineal tanto de

¹⁸ 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.

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:

Función simplificada o de una única variable

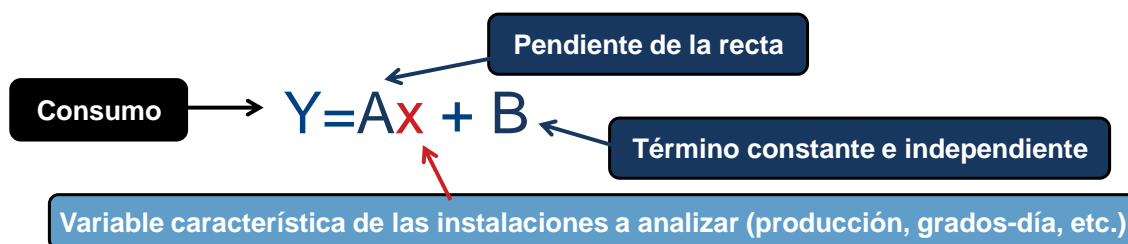


Ilustración 9. Función simplificada o de una única variable

Función multivariable

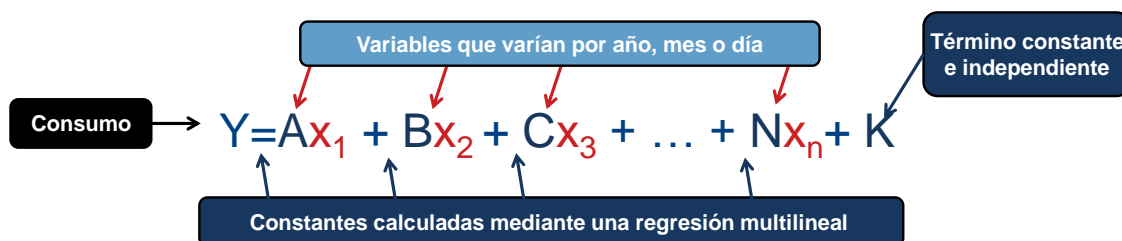


Ilustración 10. Función multivariable

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 ¹⁹	GDC ²⁰	Mes laborable	Días laborables	GDT ²¹
ene-16	3.093	1	103	1	16	104
feb-16	3.667	3	99	1	20	102
mar-16	897	8	107	1	17	114
abr-16	4.481	33	38	1	21	71
may-16	2.204	85	13	1	18	98
jun-16	2.419	225	0	0,5	21	225

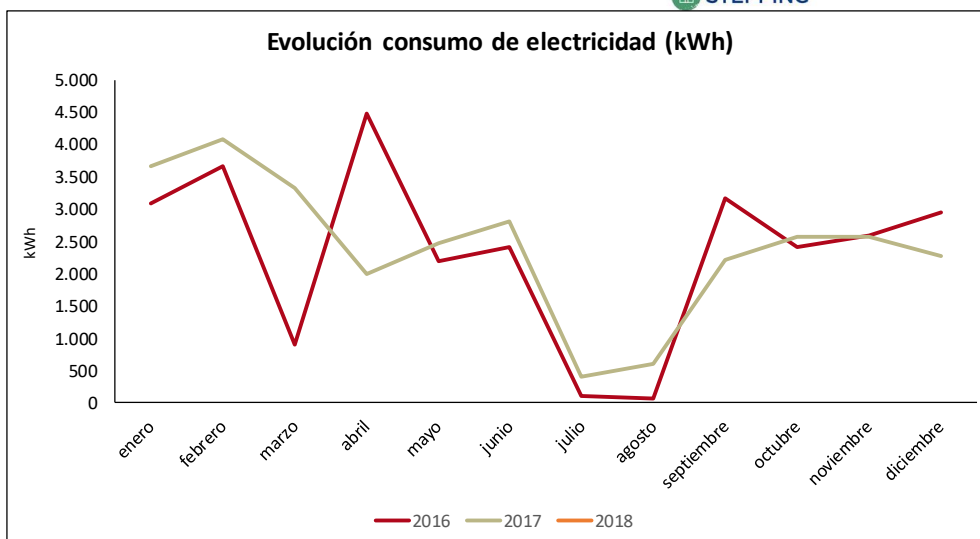
¹⁹ Grados día de refrigeración, dependientes del calor en verano, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

²⁰ Grados día de calefacción, dependientes del frío en invierno, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

²¹ Grados día totales, suma de los GDC y GDR.

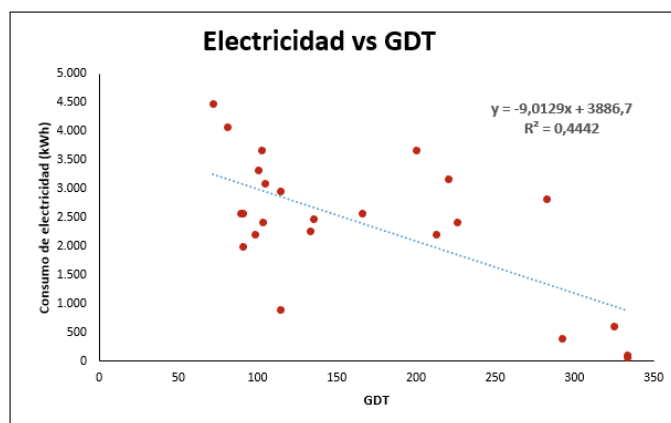
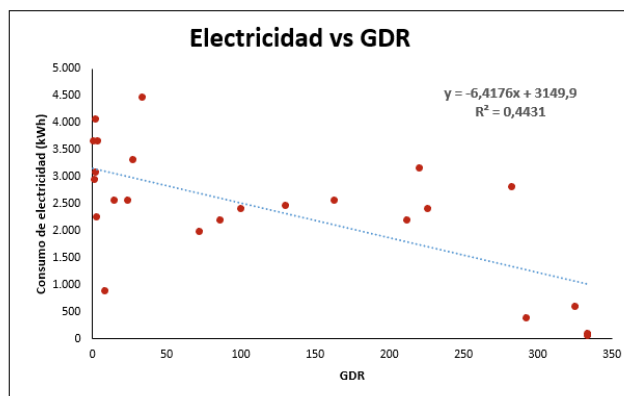
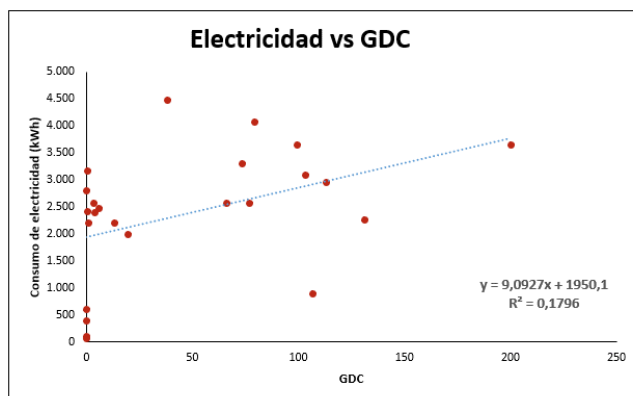
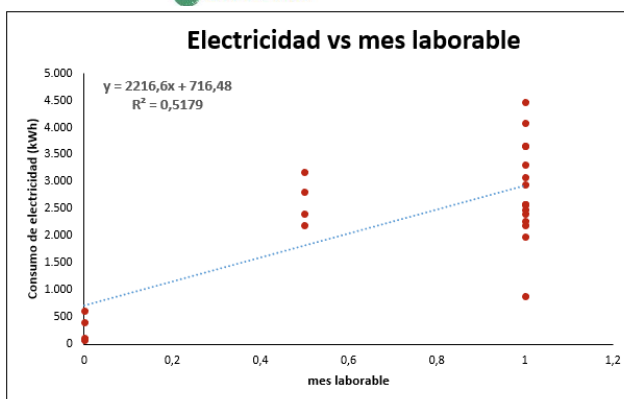
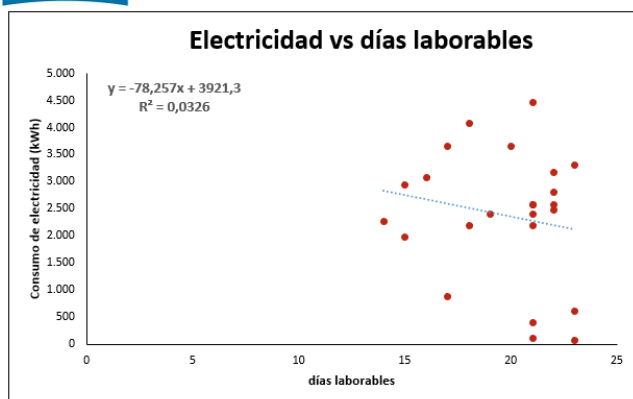
Mes	Consumo	GDR ¹⁹	GDC ²⁰	Mes laborable	Días laborables	GDT ²¹
jul-16	115	333	0	0	21	333
ago-16	75	333	0	0	23	333
sep-16	3.176	220	0	0,5	22	220
oct-16	2.415	100	4	1	19	103
nov-16	2.586	14	77	1	22	91
dic-16	2.956	1	113	1	15	114
ene-17	3.667	0	200	1	17	200
feb-17	4.083	2	79	1	18	81
mar-17	3.320	27	73	1	23	100
abr-17	1.995	71	19	1	15	91
may-17	2.481	129	6	1	22	135
jun-17	2.818	282	0	0,5	22	282
jul-17	402	292	0	0	21	292
ago-17	614	325	0	0	23	325
sep-17	2.206	212	1	0,5	21	213
oct-17	2.578	162	3	1	21	166
nov-17	2.577	23	66	1	21	89
dic-17	2.270	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, a excepción de marzo y abril debido a que el festivo de la Semana Santa se desplazó de un mes al otro.



Gráfica 9. 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 10. Regresiones lineales para establecer la línea base de electricidad

Ninguno de los modelos matemáticos proporciona una $R^2 > 0,75$, por lo que se realiza también el análisis de las funciones multivariadas con las variables que mejor ajuste lineal presentan, siendo en este caso: mes laborable, GDR y GDT.

Por otro lado, 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.

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

STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !



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

Ecuación	Parámetro			
	Coefficiente de correlación múltiple	R2 ajustado	Valor crítico de F	Desviación promedio (%)
Electricidad vs mes laborable	-	0,5179	-	-
Electricidad vs días laborables	-	0,0326	-	-
Electricidad vs GDC	-	0,1796	-	-
Electricidad vs GDR	-	0,4431	-	-
Electricidad vs GDT	-	0,4442	-	-
Electricidad vs mes laborable y GDR	0,4871	0,1356	0,1311	21,9
Electricidad vs mes laborable y GDT	0,1846	-	0,7710	21,8

Los parámetros estadísticos de las funciones estudiadas no cumplen con los valores de aceptación definidos en el punto 8.1.4, por tanto, con los datos disponibles actualmente no es posible representar la línea de base de electricidad del centro con un modelo matemático.

8.3 LÍNEA DE BASE ESTABLECIDA

La línea de base de electricidad para el CEIP Manuel Siurot 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.

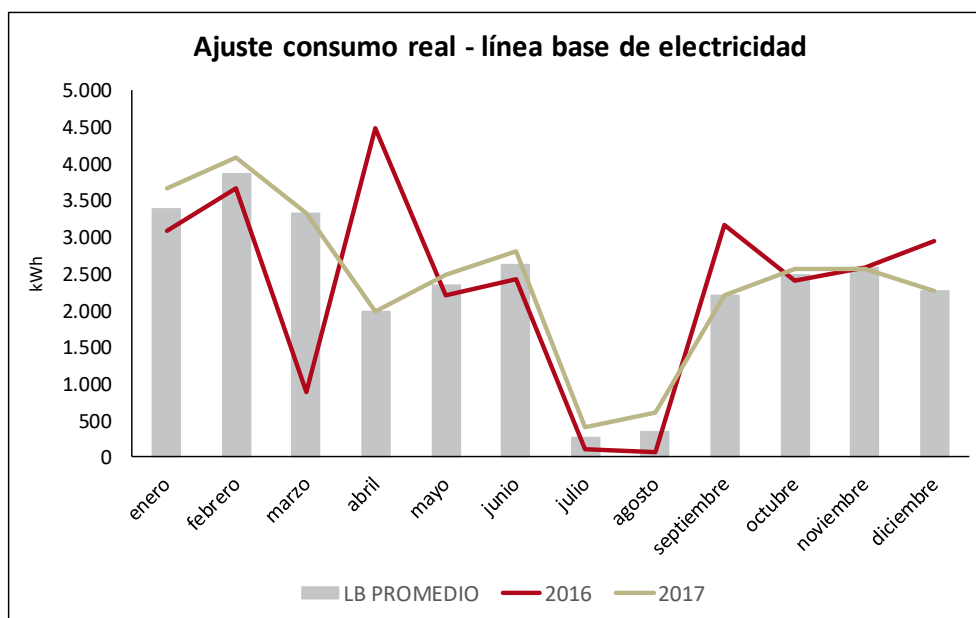
Cabe destacar, que, en los meses con mayor variación de un año respecto al anterior, se ha seleccionado el consumo del año más reciente del que se dispone datos.

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

Tabla 21. Línea base de electricidad CEIP Manuel Siurot

Mes	Consumo eléctrico esperado (kWh)
Enero	3.380
Febrero	3.875
Marzo	3.320
Abril	1.995
Mayo	2.343
Junio	2.619
Julio	259
Agosto	345
Septiembre	2.206
Octubre	2.497
Noviembre	2.582
Diciembre	2.270
Desviación promedio²² (%)	9,0

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



Gráfica 11. Ajuste de la línea base y el consumo real

²² Promedio de la diferencia entre el consumo real frente al consumo esperado según la línea base establecida.

Puede observarse que la línea base establecida proporciona un ajuste adecuado (desviación promedio < 10%) a excepción de aquellos meses que presentan una variación considerable de un año respecto al anterior, que puede ser debido a cambios en los festivos o cambios climatológicos.

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)
Facturación eléctrica 2	0
Instalación de perlizadores en grifos	41
Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	454
Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.607
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	761
Instalación de detectores de presencia	1.523
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	7.628
Facturación eléctrica 1	0
Instalación fotovoltaica	3.333
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	71
Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	1.869

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 11. 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
41	0,14	5
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
6	0	6
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
1,1	10	40
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.

9.1.2 ILUMINACIÓN

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 y/o T5 de 28W por tubos LED de 20W.

Tabla 24. Sustitución de fluorescentes por LED

Sustitución de fluorescentes por LED		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
7.628	26,29	968
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
3.474	3.978	7.452
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
7,7	15	2.436
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
1.968		

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.

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
761	2,62	106
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
488	195	683
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
6,4	15	402
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
196		

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

9.1.2.1 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 12. Detector de presencia

Se ha evaluado la instalación de 20 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
1.523	5,25	191
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
715	685	1.400
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
7,3	10	549
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
393		

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

9.1.3 EQUIPOS

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 13. 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 “Home Basic Type F” que incluye 9 sobreenchufes más tres extensiones “Home Basic Type F extension” cada una con 10 sobreenchufes. Esto es, un total de 39 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
3.607	12,43	429
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
1.133	0	1.133
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
2,6	10	2.835
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
931		

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

9.1.1 FACTURACIÓN ELÉCTRICA

9.1.1.1 Optimización de la potencia contratada del suministro 1

- CUPS: ES0339000006000022MA0F

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 sobre coste para el usuario tanto si es superior como si es inferior a la potencia demandada.

En base a las facturas del centro se ha establecido la potencia óptima para cada uno de los periodos. En este caso se recomienda reducir la potencia contratada en todos los periodos.

CUPS	Potencia óptima		
	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)
ES0339000006000022MA0F	14	25	6

Esta medida conlleva una inversión debida al coste de los derechos de enganche, la cuota de extensión, la cuota de acceso y la renovación del CIE ²³ por parte de la distribuidora.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de la optimización de la potencia en el centro:

Tabla 28. Optimización de la potencia contratada – suministro 1

Optimización potencia contratada – suministro 1		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
-	-	79
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
-	-	710
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
8,99	-	31
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
-		

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

9.1.1.2 Optimización de la potencia contratada del suministro 2

- CUPS: ES0339006000078014BV

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 sobre coste para el usuario tanto si es superior como si es inferior a la potencia demandada.

En base a las facturas del centro se ha establecido la potencia óptima para cada uno de los periodos. En este caso se recomienda reducir la potencia contratada en todos los periodos.

CUPS	Potencia óptima		
	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)
ES0339006000078014BV0F	12	18	3

Esta medida no conlleva inversión, sólo un pequeño coste administrativo.

²³ Certificado de Instalación Eléctrica.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de la optimización de la potencia en el centro:

Tabla 29. Optimización de la potencia contratada – suministro 2

Optimización potencia contratada – suministro 2		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
-	-	332
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
-	-	9
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
0,03	-	3690
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
-		

9.2 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS

9.2.1 CLIMATIZACIÓN

9.2.1.1 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 30. 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
1.869	6,44	222
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
28.030	7.007	35.037
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
157,7	20	-32.308
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
482		

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

9.2.2.1 Sustitución de lámparas convencionales por LED

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

Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED

Son lámparas fluorescentes que tienen mayor vida útil y bajo consumo energético produciendo la misma iluminación que una lámpara incandescente. Las posibilidades de sustitución son:

- Bajo consumo de 20W por LED de 10,5W.

Tabla 31. Sustitución de fluorescentes compactas por LED

Sustitución de fluorescentes compactas por LED		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
71	0,25	11
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
146	60	206
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
19,2	15	-96
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
18		

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

9.2.3.1 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 14. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales

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

Tabla 32. Instalación de regletas eliminadoras del stand-by

Instalación de regletas eliminadoras del stand-by		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
454	1,56	54
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
83	0	83
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
1,5	10	415
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
117		

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.

9.2.1.1 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.

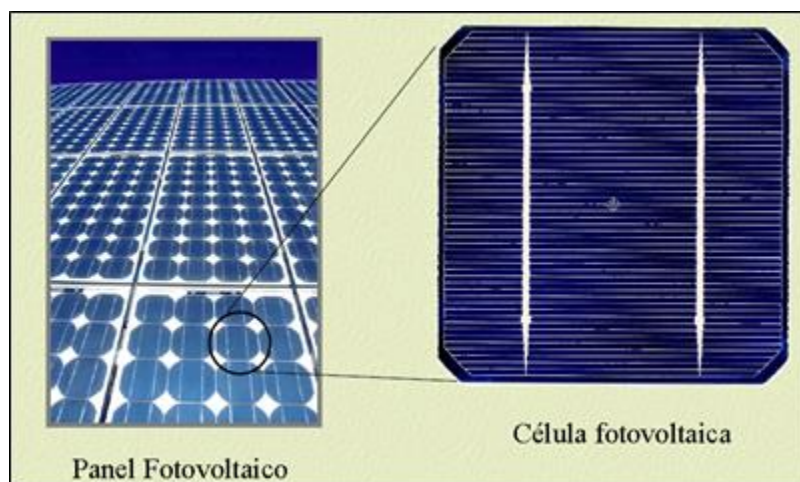


Ilustración 15. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico (compuesto de numerosas células)

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 16. 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 33. Latitud y longitud

Colegio	CIFP Manuel Siurot	
Coordenadas	LAT	37,364918
	LON	-6,394438

Tabla 34. Potencial solar mensual

Mes	Potencial FV (kWh / día kWp)	Días	Potencial FV (kWh / mes kWp)
Enero	3,38	31	104,78
Febrero	4	28	112
Marzo	4,72	31	146,32
Abril	4,79	30	143,7
Mayo	5,34	31	165,54
Junio	5,4	30	162
Julio	5,6	31	173,6
Agosto	5,43	31	168,33
Septiembre	4,78	30	143,4
Octubre	4,23	31	131,13
Noviembre	3,67	30	110,1
Diciembre	3,22	31	99,82
Total			1.661

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

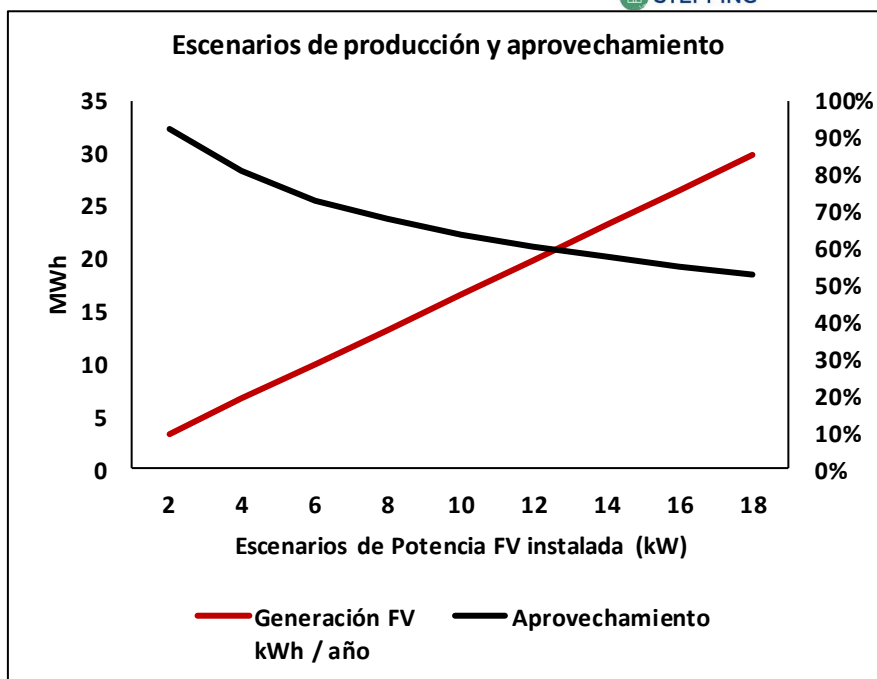
Dimensionamiento. Tamaño óptimo

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

- La generación será la máxima posible, minimizando la energía desperdiciada²⁴, 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:

²⁴ 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%.



Gráfica 12. Escenarios de generación FV y aprovechamiento

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

- Potencia pico propuesta = 2,2 kWp

Resultados

Instalación propuesta

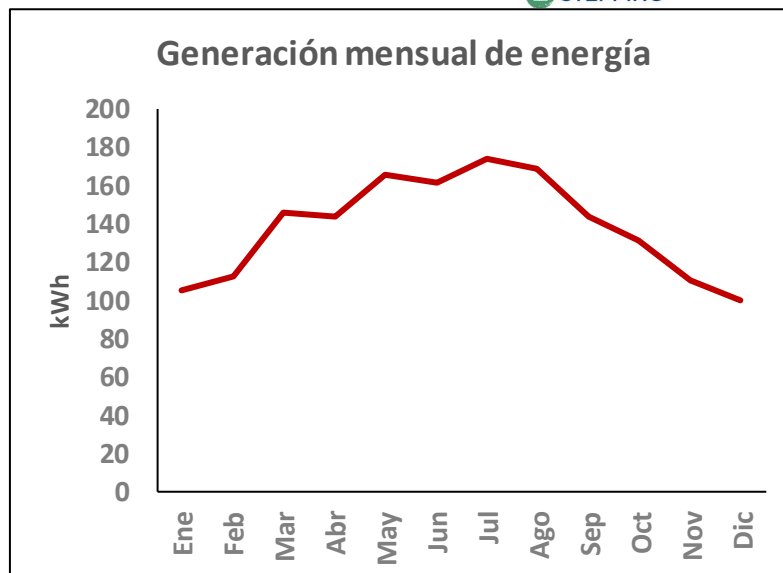
Datos de la instalación

- Potencia pico: 2,2 kWp
- Número de módulos: 8
- Potencia de los módulos: 275 Wp
- Inclinación de los módulos: 30⁰²⁵

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

²⁵ Inclinación óptima en la zona





Gráfica 13. Generación mensual de energía

La generación anual de energía es igual a **3.654 kWh**. Se considera un aprovechamiento de un 92,1%, esto es: **3.321 kWh**.

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 2,2 kW se necesita una superficie aproximada de unos 26 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 300 m².



Ilustración 17. 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 20 kg/m².

Los paneles fotovoltaicos irán sobre una estructura compuesta por perfiles metálicos de aluminio, diseñada para poder soportar cargas de viento y que dará la inclinación apropiada a los dichos paneles para el mayor aprovechamiento de la radiación solar. Dicha estructura irá atornillada mediante fijaciones a la cubierta.



Ilustración 18. Ejemplo de estructura para placas fotovoltaicas en cubiertas planas

En total, se instalarían 8 placas, con una superficie total de 26 m², en los que se incluye la superficie de los paneles y la separación de seguridad entre ellos.

Para conseguir la mejor captación de luz y sacar el máximo rendimiento de los paneles solares es importante que se encuentren bien orientados, por lo que dichos paneles se orientarán hacia el Sur.

Configuración de la instalación

Para la presente instalación se han considerado los siguientes equipos:

- Paneles FV
 - N° paneles: 8
 - Potencia pico: 300 Wp
 - Entre un 14 - 20 % sobredimensionamiento mínimo o máximo permitido por el inversor.
- Inversores
 - N° inversores: 1
 - Potencia nominal: 2 kW

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

Tabla 35. Presupuesto instalación solar fotovoltaica

Concepto	Coste (€)	Coste (€ / Wp)
Módulos FV	800	0,08
Inversor	548	0,06
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	6.973	3,1695

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 0,113 €/kWh.

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

Tabla 36. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica

Instalación de solar fotovoltaica		
Ahorro		
Generación de energía		Ahorro económico
kWh / año ²⁶	% ²⁷	Eu / año
3.333	11,49	377
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
3.898	3.075	6.973
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN ²⁸
años	años	Eu
18,5	25	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO ₂ / año		
1.167		

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.

²⁶ Ahorro eléctrico

²⁷ Ahorro con respecto al consumo eléctrico

²⁸ 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.

10 MEDIDA DE GESTIÓN Y CONTROL ENERGÉTICO

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, no hay climatización centralizada, pero existe un consumo elevado de iluminación y equipos ofimáticos.

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.

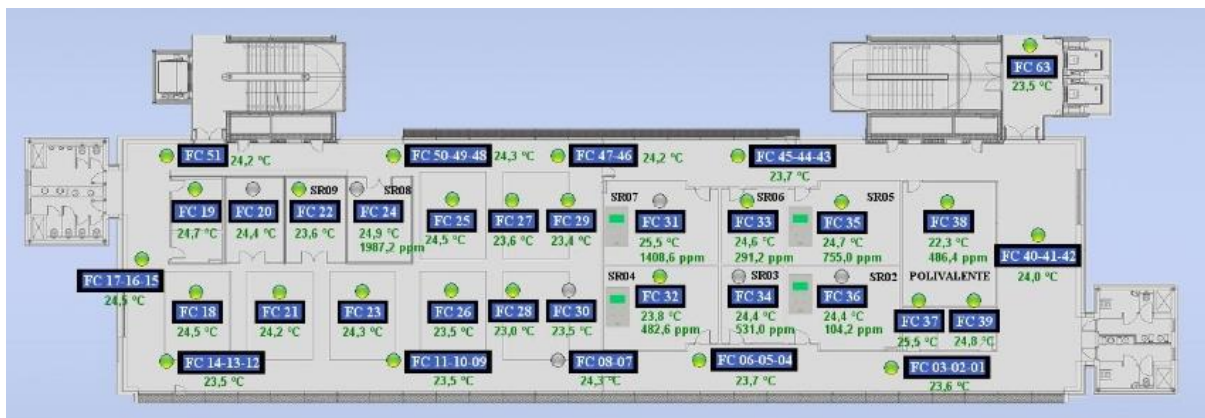


Ilustración 19. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización (Fuente: Creara)

11 BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

11.1 REGULACIÓN 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 392 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es nula puesto que es meramente de gestión.

11.2 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 iniciarlo, 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 259 kWh. En cuanto a la inversión, es un programa implementado en todos los sistemas operativos, por lo que se considera gratuita.

11.3 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 349 kWh. Esta medida no tiene ninguna inversión asociada.

STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !



11.4 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 un ahorro del 30% del consumo del equipo, de forma que el ahorro esperable sería de 697 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es nula porque la puede llevar a cabo el personal de mantenimiento del edificio.

12 CONCLUSIONES

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 inversión²⁹. 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.

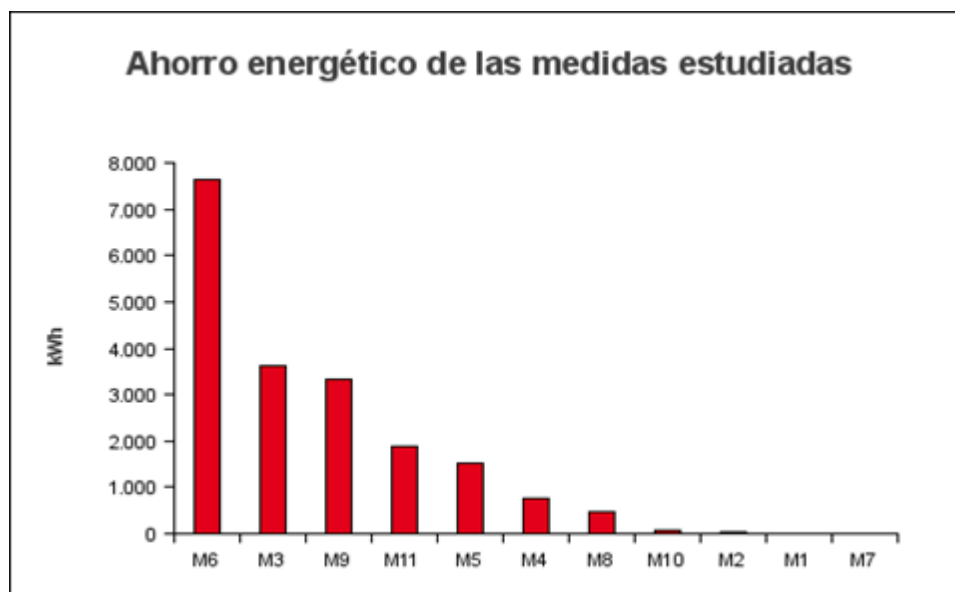
²⁹En este apartado no se ha considerado la evolución de los precios de la energía

Tabla 37. 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
M1	Facturación eléctrica 2	0	0,00	332	9	0,0	0	3.045	3689,9	-
M2	Instalación de perlizadores en grifos	41	0,14	5	6	1,1	10	40	84,1	10
M8	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	454	1,57	54	83	1,5	117	415	65,6	10
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.607	12,43	429	1.133	2,6	931	2.835	37,1	10
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	761	2,62	106	683	6,4	196	305	9,8	115
M5	Instalación de detectores de presencia	1.523	5,25	191	1.400	7,3	393	384	6,9	10
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	7.628	26,29	968	7.452	7,7	1.968	1.598	5,9	15
M7	Facturación eléctrica 1	0	0,00	79	710	9,0	0	31	2,8	10
M9	Instalación fotovoltaica	3.333	11,49	377	6.973	18,4	1.167	-	-	25
M10	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	71	0,25	11	206	19,2	18	-	-	15
M11	Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	1.869	6,44	222	35.037	157,7	482	-	-	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 38. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro de energía mejora (kWh/año)
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	7.628
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.607
M9	Instalación fotovoltaica	3.333
M11	Sustitución de bombas de calor por otras de mayor rendimiento	1.869
M5	Instalación de detectores de presencia	1.523
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	761
M8	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	454
M10	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	71
M2	Instalación de perlizadores en grifos	41
M1	Facturación eléctrica 2	0
M7	Facturación eléctrica 1	0

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 años.

Tabla 39. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Manuel Siurot

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO ₂ / año	€	%	años
M1	Facturación eléctrica 2	0	0,00	332	9	0,0	0	3.045	3689,9%	-
M2	Instalación de perlizadores en grifos	41	0,14	5	6	1,1	10	40	84,1%	10
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.607	12,43	429	1.133	2,6	931	2.835	37,1%	10
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	761	2,62	106	683	6,4	196	305	9,8%	15
M5	Instalación de detectores de presencia	1.523	5,25	191	1.400	7,3	393	384	6,9%	10
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	7.628	26,29	968	7.452	7,7	1.968	1.598	5,9%	15
M7	Facturación eléctrica 1	0	0,00	79	710	9,0	0	31	2,8%	
TOTAL		12.501³⁰	43,1%	1.945	11.392	5,9	3.226	8.239,31	14	-

³⁰ 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 Manuel Siurot” 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 40. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en el edificio CEIP Manuel Siurot

IMPLANTACIÓN CONJUNTA DE TODAS LAS MEDIDAS DE AHORRO		
Ahorro energético		Total
	[kWh/año]	12.501
Ahorro energético sobre el consumo total del edificio		Total
	[%]	43,1
Emisiones evitadas	[kg CO ₂ / año]	3.226
Reducción de emisiones sobre el total	[%]	43,1
Ahorro económico	[€ / año]	1.945
Inversión necesaria	[€]	11.392
Periodo de retorno simple de la inversión	[Años]	5,9

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

Concepto	Unidades	Situación inicial	Situación ³¹ final	Ahorro
Consumo energético	[kWh / año]	29.011	16.510	12.501
Coste energético	[€ / año]	3.449	1.504	1.945

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.

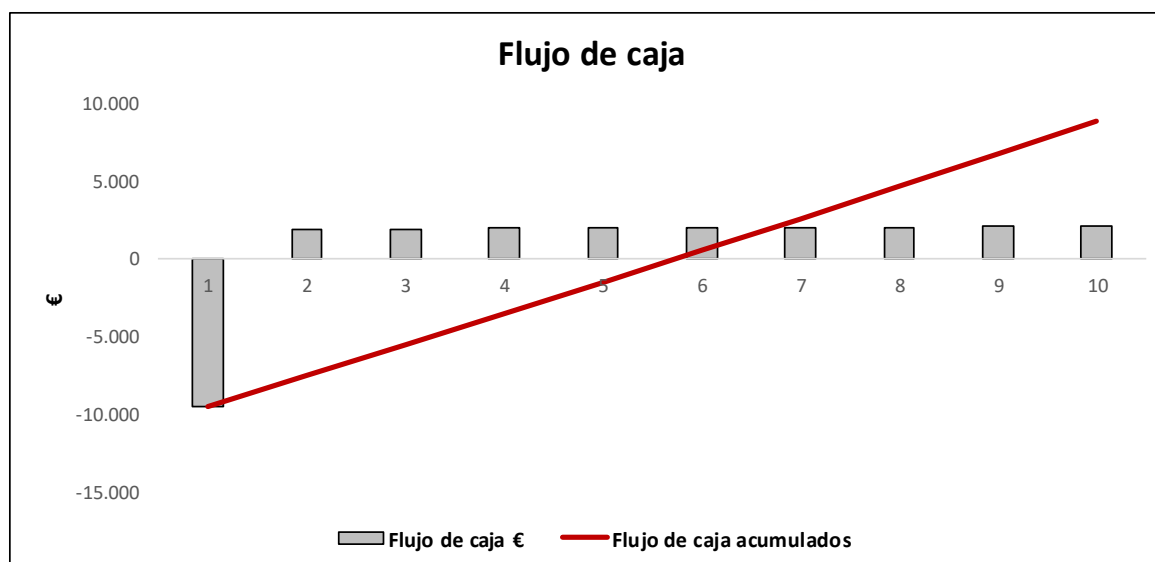
Las medidas se llevarían a cabo en el año 0 (año 1º), y este año obtendríamos un 43% de ahorro, por lo que el tiempo de vida real estimado es de 9,5 años.

Tabla 42. Flujo de caja

Año	Inversión	Ahorro ³²	Flujo de caja	Flujo de caja acumulado
	€	€	€	€
1º	11.392	1.945	-9.447	-9.447
2º	-	1.964	1.964	-7.483
3º	-	1.984	1.984	-5.498
4º	-	2.004	2.004	-3.495
5º	-	2.024	2.024	-1.471
6º	-	2.044	2.044	574
7º	-	2.065	2.065	2.638
8º	-	2.085	2.085	4.724
9º	-	2.106	2.106	6.830
10º	-	2.127	2.127	8.957

³¹ Después de la implantación de las medidas

³² 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.

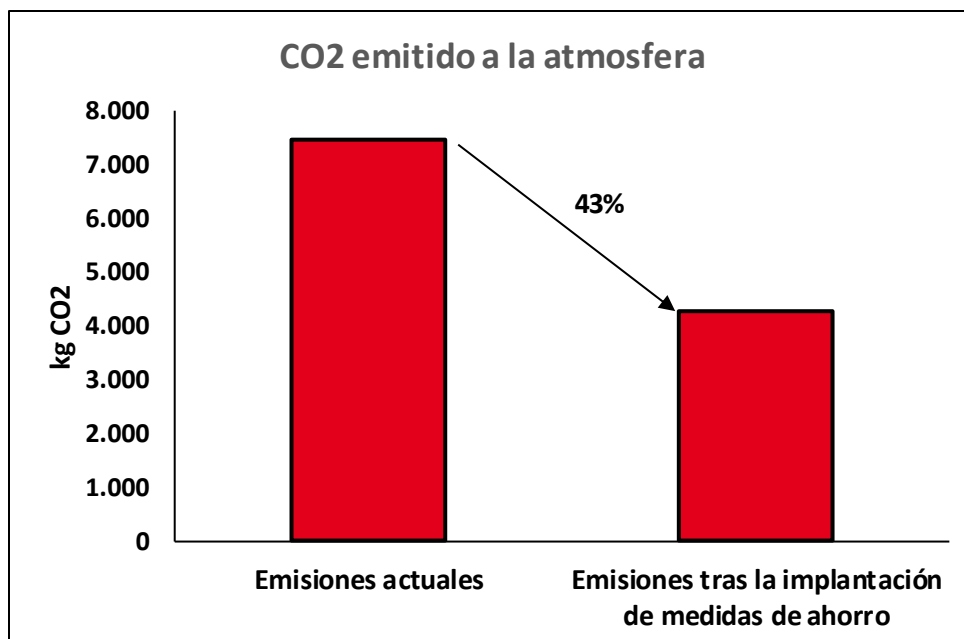
12.4 REDUCCIÓN DE EMISIONES

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 43. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas

Contaminante	Unidades	Emisión por consumo energético		Disminución
		Situación actual	Situación final ³³	
Consumo energético	[kWh / año]	29.011	16.510	12.501
Emisiones de CO ₂	[kg / año]	7.485	4.259	3.226

³³Después 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 44. 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	Facturación eléctrica 2	0	332	9	0,0
M2	Instalación de perlizadores en grifos	41	5	6	1,1
M3	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.607	429	1.133	2,6

Medidas de ahorro con PRS entre 3 y 7 años

Tabla 45. 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)
M4	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	761	106	683	6,4

Medidas de ahorro con PRS mayor de 7 años

Tabla 46. 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)
M5	Instalación de detectores de presencia	1.523	191	1.400	7,3
M6	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	7.628	968	7.452	7,7
M7	Facturación eléctrica 1	0	79	710	9,0



13 ANEXOS

13.1 CALEFACCIÓN

Tabla 47. Inventario equipos individualizados calefacción

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Secretaría	Split	-	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Secretaría	Bomba de calor (calor)	-	1	1.600	1.100
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula EOE	Split	-	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula EOE	Bomba de calor (calor)	-	1	1.600	1.100
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula Informática	Split	-	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula Informática	Bomba de calor (calor)	-	1	1.600	1.100
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 1	Split	-	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 1	Bomba de calor (calor)	-	1	1.600	1.100

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 2	Split	-	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 2	Bomba de calor (calor)	-	1	1.600	1.100
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 3	Split	-	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 3	Bomba de calor (calor)	-	1	1.600	1.100
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Dirección	Split	-	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Dirección	Bomba de calor (calor)	-	1	1.600	1.100
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Split	-	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Bomba de calor (calor)	-	1	1.600	1.100
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 1	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 1	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 2	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 2	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 3	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 3	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 4	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 4	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 3	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 3	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 4	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 4	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 1	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 1	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 2	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 2	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 3	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 3	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 4	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 4	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Sala de Profesores	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Sala de Profesores	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Comedor y Cocina	Split	Daitsu DS 12 UC	2	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Comedor y Cocina	Bomba de calor (calor)	Daitsu DS 12 UC	1	3.250	1.050

13.2 REFRIGERACIÓN

Tabla 48. Inventario equipos individualizados refrigeración

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Secretaría	Split	-	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Secretaría	Bomba de calor (frío)	-	1	1.500	1,25	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula EOE	Split	-	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula EOE	Bomba de calor (frío)	-	1	1.500	1,25	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula Informática	Split	-	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula Informática	Bomba de calor (frío)	-	1	1.500	1,25	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 1	Split	-	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 1	Bomba de calor (frío)	-	1	1.500	1,25	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 2	Split	-	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 2	Bomba de calor (frío)	-	1	1.500	1,25	1.200

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 3	Split	-	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 3	Bomba de calor (frío)	-	1	1.500	1,25	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Dirección	Split	-	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Dirección	Bomba de calor (frío)	-	1	1.500	1,25	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Split	-	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Bomba de calor (frío)	-	1	1.500	1,25	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 1	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 1	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 2	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 2	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 3	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 3	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 4	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 4	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 3	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 3	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 4	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 4	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 1	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 1	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 2	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 2	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 3	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 3	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 4	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 4	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Sala de Profesores	Split	Daitsu DS 12 UC	1	-	-	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Sala de Profesores	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Comedor y Cocina	Split	Daitsu DS 12 UC	2	-	0,00	50
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Comedor y Cocina	Bomba de calor (frío)	Daitsu DS 12 UC	1	3.200	2,67	1.200

13.3 GENERACIÓN DE ACS

Tabla 49. Inventario equipos generación ACS

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia eléctrica (W)	Capacidad (litros)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Cocina y Comedor	Termo eléctrico	Delta	1	1.500	80

13.4 EQUIPOS

Tabla 50. Inventario equipos

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Administración	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Administración	Servidor	1	150	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Administración	Fax	1	100	4
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Dirección	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Dirección	Multifunción	1	370	9
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Dirección	Impresora mediana	1	350	7
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Dirección	Ventilador	1	90	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Conserjería	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Multifunción	1	370	9
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Ordenador sobremesa	1	60	13

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Frigorífico+congelador	1	240	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Microondas	1	2.000	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Aula 4	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Aula 4	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Aula 5	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Aula 5	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Aula 6	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Aula 6	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Almacén Ed. Física	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Secretaría	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Secretaría	Impresora mediana	1	350	7
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula EOE	Ordenador sobremesa	1	60	13

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula EOE	Impresora mediana	1	350	7
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 1	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 1	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 2	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 2	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 3	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 3	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula de Informática	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula de Informática	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 1	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Primera	Aula 1	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 2	Ordenador sobremesa	1	60	13

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Primera	Aula 2	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 3	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 3	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 4	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 4	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 3	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 3	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 4	Ordenador sobremesa	1	60	13

STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 4	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Despacho	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Despacho	Multifunción	1	370	9
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Despacho	Frigorífico pequeño	1	70	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Despacho	Microondas	1	2.000	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Despacho	Tostadora	1	1.000	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Sala de Profesores	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 1	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 1	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 2	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 2	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 3	Ordenador sobremesa	1	60	13

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 3	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 4	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 4	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Cocina y Comedor	Cámara frigorífica grande	1	1.011	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Cocina y Comedor	Frigorífico+congelador	1	240	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Cocina y Comedor	Cámara congelados	1	2.300	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Cocina y Comedor	Lavavajillas	1	2.500	0
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Cocina y Comedor	Horno industrial	1	3.300	0

13.5 ILUMINACIÓN

Tabla 51. Inventario y propuestas iluminación

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Secretaría	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula EOE	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Almacén	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Archivo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula Informatica	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aula 3	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	9	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Escalera	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aseo Femenino	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aseo Masculino	Pantalla estanca	Fluorescente T8	3	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Primera	Aseo Profesores	Aplicue	Incandescente	1	1	60	Ninguno	Aplicue LED 500 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Administración	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Dirección	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Conserjería	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	3	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	9	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Sala de Profesores	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Aula 4	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Aula 5	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Aula 6	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Almacén Ed. Física	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Exterior	Peatonal	Fluorescente compacta integrada	11	1	20	Balasto electrónico	LEDBulb 1055 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Principal	Baja	Exterior	Aplicue	Incandescente	3	1	60	Ninguno	Aplicue LED 500 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Entrada	Aplicue	Incandescente	2	1	60	Ninguno	Aplicue LED 500 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aseo Profesores	Aplicue	Incandescente	1	1	60	Ninguno	Aplicue LED 500 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aseo Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Almacén	Aplicue	Incandescente	1	1	60	Ninguno	Aplicue LED 500 lm	-

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	3	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	3	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 3	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Primaria	Baja	Aula 4	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Entrada	Aplicue	Incandescente	4	1	60	Ninguno	Aplicue LED 500 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	14	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 3	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aula 4	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Despacho	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Infantil	Baja	Aseo Profesores	Aplicue	Incandescente	1	1	60	Ninguno	Aplicue LED 500 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Sala de Profesores	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 3	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aula 4	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	7	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos
CEIP Manuel Sirout	Edificio Secundaria	Baja	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	5	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Empotrada	Fluorescente compacta no integrada	20	2	26	Balasto electromagnético	-	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Aseo Comedor	Empotrada	Fluorescente compacta no integrada	3	2	26	Balasto electromagnético	-	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Empotrada	Fluorescente compacta no integrada	4	2	26	Balasto electromagnético	-	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Aseo Cocina	Empotrada	Fluorescente compacta no integrada	1	2	26	Balasto electromagnético	-	-
CEIP Manuel Sirout	Edificio Comedor	Baja	Exterior	Peatonal	Fluorescente compacta integrada	4	1	20	Balasto electrónico	LEDBulb 1055 lm	-

13.6 ENVOLVENTE

Tabla 52. Medidas de ahorro energético en la envolvente

Sistema	Ahorro energético estimado ³⁴	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

³⁴ Respecto a la energía consumida en calefacción y/o refrigeración.



Sistema	Ahorro energético estimado ³⁴	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 • No protege contra las agresiones externas • No se modifica el aspecto estético de la fachada

Sistema	Ahorro energético estimado ³⁴	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 53. Características técnicas exigibles a los módulos de la instalación solar fotovoltaica

Características	Descripción
Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia nominal 275Wp (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/CE³⁵. • 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

³⁵ 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.