



**UNIVERSITAT
JAUME I**

UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS

INDUSTRIALES

**AUDITORÍA ENERGÉTICA DE UN
EDIFICIO DOCENTE Y DISEÑO DE LAS
INSTALACIONES DE AUTOCONSUMO**

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR/A

Iván López Lliberós

DIRECTOR/A

Enrique Belenguer Balaguer

Castellón, julio de 2017

AGRADECIMIENTOS

A Bárbara, quien me tiende su mano y camina a mi lado, quien me apoya incondicionalmente y me anima siempre a seguir, quien lo da todo por hacerme feliz.

A mi hermano César, porque hoy estaría muy orgulloso del trabajo profesional que tengo gracias a esta titulación universitaria, y estaría encantado de ayudarme con sus amplios conocimientos prácticos si estuviera entre nosotros; y yo desearía poder acudir a él para eso y mucho más.

A mis padres, Emilio y Amparo quienes han luchado por que yo obtuviera una buena formación para ser un buen profesional, pero sobre todo han puesto todo su cariño en hacer de mí una persona con muchos recursos para afrontar el camino.

A mi hermano David, por enseñarme a valorar lo importante que es una buena formación.

A Carlos, por implicarse tanto en que redactase este TFG y finalizará esta titulación académica.

A Isabel, por mandarme toda su buena energía.

A todos los que me han acompañado en este camino, muchas gracias.

¡Va por mí... y por vosotros!

ÍNDICE

MEMORIA	8
INTRODUCCIÓN	10
Objeto del proyecto.....	12
Alcance.....	13
Antecedentes.....	14
Normativa.....	15
AUDITORÍA ENERGÉTICA	16
Datos de la instalación auditada.....	18
Emplazamiento.....	18
Datos descriptivos del inmueble.....	19
Análisis de los consumos energéticos.....	21
Abastecimiento energético global del colegio.....	21
Consumos energéticos del colegio.....	21
Análisis de las instalaciones presentes.....	24
Periodo escolar.....	24
Equipos consumidores de energía obtenida por combustión de gas butano.....	25
Equipos consumidores de energía procedente de la red eléctrica.....	26
Distribución de consumos.....	32
Análisis de los consumos energéticos facturados.....	46
Análisis del consumo eléctrico.....	46
Análisis del consumo de gas butano.....	53
Análisis de las mediciones eléctricas realizadas en el centro.....	54
Resumen consumos analizados.....	59
Análisis energético del edificio.....	61
Balance energético global.....	61
Balance por fuente de energía.....	61
Balance energético por usos.....	63
Propuesta de mejoras.....	67
Medidas de ahorro propuestas en la instalación eléctrica.....	68
Ajuste de la oferta tarifaria.....	68
Compensación de reactiva.....	72
Instalación de un sistema solar fotovoltaico para cubrir parte de la demanda eléctrica del edificio.....	74
Instalación de iluminación.....	74
Sustitución de los fluorescentes actuales por tubos LEDs.....	74
Instalación de detectores de presencia en aseos y zonas comunes.....	78
Resumen y evaluación final de propuestas.....	81

INSTALACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE AUTOCONSUMO	84
Necesidades de los usuarios	86
Dimensionamiento energético mínimo de la instalación	87
Cálculo y diseño de la instalación.....	87
Emplazamiento y localización.....	88
Estudio energético.....	88
Características y configuración de la instalación.....	91
Diseño eléctrico	103
Puesta a tierra.....	116
Repercusión de la actividad sobre el medio ambiente	117
Resumen de la instalación.....	117
Rendimiento futuro estimado de la instalación.....	118
Evaluación del ahorro energético.....	121
Evaluación del ahorro económico	122
ANEXOS.....	124
DATOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO	126
Inversor solar	128
Paneles solares	139
Fusibles	143
OTRA DOCUMENTACIÓN DE INTERÉS.....	144
Datos técnicos de los tubos LED seleccionados en la propuesta de mejora.....	146
Datos técnicos de los detectores de presencia elegidos en la mejora	148
Detalles de la tarifa DH 3.0A de la actual empresa comercializadora (2017).....	149
Facturas eléctricas de la instalación auditada (2014)	150
JUSTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	174
Simulación de la producción energética anual con los paneles alineados con un ángulo acimutal $\alpha=29^{\circ}\text{C}$	176
Simulación de la producción energética anual con los paneles alineados con un ángulo acimutal $\alpha=0^{\circ}\text{C}$	180
Simulación del funcionamiento del inversor.....	184
ESTUDIO ECONÓMICO.....	186
VIABILIDAD ECONÓMICA DE LAS MEJORAS PROPUESTAS.....	188
Instalación fotovoltaica de autoconsumo	190
Estudio de viabilidad económica.....	190
Cálculo del VAN y el TIR.....	190
Cálculo del TIR	190
Cálculo del VAN con un escenario diferente	192
PLANOS	194
Planos de la distribución en planta	196
Planos de la instalación eléctrica.....	196

PLIEGO DE CONDICIONES	198
BIBLIOGRAFÍA.....	214

MEMORIA

INTRODUCCIÓN

Objeto del proyecto

Este proyecto tiene dos vertientes relacionadas directamente entre sí:

1. La realización de una auditoría energética de un centro educativo.
2. La aplicación directa del uso de energías renovables en el centro educativo conforme a los resultados de la auditoría.

Una auditoría energética tiene por finalidad realizar un estudio integral de los aspectos, tanto técnicos como económicos, que afectan directa o indirectamente al consumo energético en un edificio, sistema u organización. De este estudio se determina el potencial de mejora de la eficiencia energética del medio auditado, estableciendo un punto de partida para la aplicación de una serie de reformas o mejoras encaminadas a lograr un uso más eficiente de la energía.

Con la finalidad de garantizar la buena calidad del proyecto, la auditoría y el informe se realizan siguiendo las disposiciones y procedimientos establecidos en la UNE-EN-16247:2012 “Auditorías Energéticas”; parte “1 Requisitos generales” y parte “2 Edificios”, en las versiones corregidas de diciembre de 2014.

Posteriormente y conforme a las posibilidades de mejora en eficiencia energética que presenta el edificio, se proyecta el uso de una instalación solar fotovoltaica en un afán de compromiso con el medioambiente y el uso de fuentes de energía renovables.

Alcance

El alcance de este proyecto abarca la ejecución de la auditoría energética del Colegio Herrero de Castellón de la Plana, incluyendo una serie de medidas que mejoren el edificio y sus instalaciones. Los resultados del análisis determinan qué medidas estudiadas pueden ejecutarse para alcanzar los objetivos descritos en el apartado anterior.

El alcance de este documento incluye los siguientes puntos:

- Analizar, clasificar y cuantificar los consumos energéticos del colegio.
- Identificar las principales oportunidades de ahorro energético.
- Cuantificar estos ahorros tanto energética como económicamente y proponer una metodología para la implementación de estas medidas.
- Estudiar la viabilidad de implantación de energías renovables. Concretamente incluye el diseño de una instalación solar fotovoltaica en los terrenos disponibles del edificio.

Para ello, se han analizado las condiciones actuales del centro y se ha llevado a cabo una serie de mediciones y recopilación de datos, detectando así posibles mejoras tanto en el edificio como en sus instalaciones. De las medidas propuestas se estudiará la idoneidad de su implementación según la reducción del consumo energético obtenido y su viabilidad económica. Se pretende comprobar si la gestión energética está optimizada o por el contrario hay instalaciones que tienen un consumo excesivo, provocando con ello un coste económico mayor e innecesario y produciendo además un exceso de emisiones de CO₂.

No hay que olvidar que las mejoras propuestas van encaminadas a lograr un ahorro energético, sin que éste afecte negativamente al confort de los usuarios del centro, e incluso incrementándolo

Antecedentes

En la actualidad existe una preocupación mayor por la conservación del medio ambiente, los edificios nuevos construidos se diseñan para conseguir una mayor eficiencia energética y así evitar pérdidas que conllevan una mayor emisión de CO₂ a la atmosfera, perjudicando así el planeta. El Código Técnico de la Edificación recoge las especificaciones en pro de la eficiencia energética para nuevas construcciones.

Entre las medidas que en su día adoptó el Gobierno Español, tendentes a fomentar el ahorro energético figura la promulgación de la Ley 82/1980 de 30 de diciembre, sobre conservación de la energía cuyo objeto es, entre otros, potenciar las acciones encaminadas a fomentar la adopción de “fuentes de energías renovables” reduciendo en lo posible el consumo de hidrocarburos.

En dicha Ley se establece que podrán acogerse a los beneficios que en la misma se disponen, las personas que desarrollen actividades para el montaje de nuevas instalaciones de transformación energética en orden a sustituir el petróleo o sus derivados por otras fuentes de “origen nacional”, así como sistemas de transformación energética que usen como fuente de energía las de tipo renovable.

El proyecto de diseño de la instalación de energía solar fotovoltaica presenta un gran interés energético general, ya que incide positivamente en el escenario energético global puesto que contribuye a disminuir la dependencia de fuentes energéticas exteriores, reduce el consumo de combustibles fósiles y la emisión de gases contaminantes, utilizando una fuente de energía renovable y limpia.

Normativa

Con la finalidad de dotar a cualquier auditoría energética de calidad y rigor tanto técnico como administrativo, en 2009 fue aprobada la Norma UNE-EN-216501 para las Auditorías Energéticas. Con esta publicación se pretendía homogeneizar y regular tanto el proceso de ejecución de la auditoría como el informe y los resultados. Esta norma ha permitido a los profesionales del sector hacer comparables los procesos y los resultados obtenidos, logrando aumentar la calidad y eficiencia de las mejoras propuestas.

En 2012, llegó una actualización de la norma con la publicación de la nueva versión europea EN-16247, la cual es la que se encuentra vigente en la actualidad y dejó sin validez la norma de 2009. La Norma Europea EN-16247 está formada por cuatro documentos, uno de carácter general y otros tres que proporcionan material adicional a la parte general para su aplicación en campos específicos.

Para realización de esta auditoría energética se partirá de la **Norma Europea EN-16247-1:2014 “Auditorías Energéticas, Parte 1: Requisitos generales”, apoyada y complementada por la Norma Europea EN-16247-2:2014 “Auditorías Energéticas, Parte 2: Edificios”**.

La instalación solar fotovoltaica de autoconsumo proyectada queda regulada bajo el **Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo**.

En todo momento y de forma más específica según el ámbito se sigue la normativa vigente recogida en los siguientes documentos:

- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- Reglamento de Baja Tensión (RBT)

AUDITORÍA ENERGÉTICA

Datos de la instalación auditada

Emplazamiento

La instalación auditada energéticamente está albergada dentro del “Colegio de Enseñanza Infantil y Primaria Herrero”, más conocido de forma cotidiana como el “Colegio Herrero”. Se trata de un edificio emblemático, ya que fue la primera escuela moderna construida en Castellón de la Plana en la década de los sesenta. Está situada en pleno centro histórico y cultural de Castellón, flanqueada por otro lugar de especial tradición cultural de la ciudad, el “Teatro Principal”. Por esta escuela, que fue construida en 1969 y remodelada en 1987, han pasado pues muchos personajes ilustres de esta ciudad.

En la siguiente imagen se puede observar como el C.E.I.P. Herrero está situado en la zona más céntrica de la ciudad.



Imagen 1. Localización de la instalación dentro de la ciudad de Castellón de la Plana.

La construcción ocupa prácticamente toda la manzana y solamente la cara suroeste está colindante con otras edificaciones. Al noreste queda delimitado por la Calle Moyano, por la cual se accede al colegio en horario escolar, mientras que la Calle Herrero y la Calle Ramón y Cajal hacen lo propio con la fachada noroeste y sureste respectivamente.



Imagen 2. Superficie perteneciente al C.E.I.P. Herrero.



Imagen 3. Imagen de la puerta de acceso al Centro, sita en Calle Moyano 6.

En la imagen mostrada a continuación se puede observar que el edificio tiene un total de 5 plantas. Además destaca la existencia de una azotea plenamente despejada y soleada, ya que la gran mayoría de edificaciones cercanas no impiden la incidencia de los rayos solares sobre la misma.

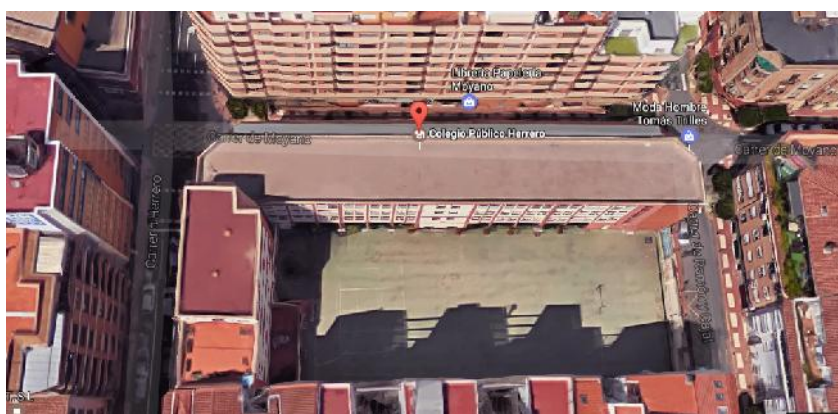


Imagen 4. Vista aérea en 3 dimensiones del edificio.

Datos descriptivos del inmueble

Los datos catastrales del inmueble localizado en la Calle Moyano número 6, con código postal 12002 en Castellón de la Plana, son los siguientes:

Clase de edificio	Uso principal	Superficie construida (m ²)	Año de construcción
Urbano	Cultural	3.174	1969

Tabla 1. Datos catastrales del inmueble.

La superficie sobre la que asientan todas las instalaciones del Centro de Enseñanza Infantil y Primaria se corresponde con un total de 2.024 m² y están delimitadas por un perímetro de 188,35 m. El patio del colegio, que se encuentra a la intemperie, alberga una superficie de 1.171,36 m² del área total del solar. La edificación en sí se alza sobre los aproximadamente 840 m² restantes, repartida desde la planta baja hasta la quinta planta.

El comedor escolar ocupa 223 m² en la planta baja y forma parte de la distribución de la misma.

Planta	Uso principal	Superficie (m ²)
Planta baja	Enseñanza	841,83
Primera planta	Enseñanza	798,30
Segunda planta	Enseñanza	798,30
Tercera planta	Enseñanza	798,30
Cuarta planta	Enseñanza	205,95
Quinta planta	Vivienda	205,95

Tabla 2. Superficie de las diferentes plantas del edificio.

En la quinta planta se encuentra ubicada la vivienda del conserje y una zona de almacenaje dónde las trabajadoras de la limpieza guardan sus productos y útiles lejos del alcance de los escolares; y recambios y herramientas en general para pequeñas reparaciones de mantenimiento que el propio conserje realiza.

Análisis de los consumos energéticos

Abastecimiento energético global del colegio

Prácticamente todo el consumo energético del colegio proviene del uso de la energía eléctrica, aportada desde el proveedor de servicios en cuestión. Es decir, todo el aporte en forma de energía eléctrica que demanda el centro, se realiza a través de la Red Eléctrica Española, ya que el centro no dispone actualmente de ninguna solución para el autoconsumo y autoabastecimiento.

Únicamente el gas butano, empleando bombonas, es la otra forma energética de la cual se abastece el centro y se emplea en la cocina. Es difícil cuantificar el consumo de gas butano, ya que no se dispone de una fuente fiable que permita saber cuántas bombonas de este gas se compran y utilizan anualmente en el centro. Sin embargo, pese a que el consumo de butano como fuente de energía en el colegio es muy inferior en comparación con el consumo de energía eléctrica, se realiza una estimación del consumo. Esta estimación se lleva a cabo partiendo de las características de funcionamiento de los equipos de cocina y tomando unos factores de simultaneidad de uso.

Consumos energéticos del colegio

Para conocer bien y profundizar en las características de la instalación, se separan los consumos energéticos de la instalación en función de la fuente de energía utilizada y según las características de los equipos de consumo.

De esta manera, los datos y resultados quedan expuestos con mayor claridad y facilitan la propuesta de mejoras.

Consumo energético global del edificio

El consumo energético anual y sus costes se extraen del análisis de la facturación energética. A su vez, esto permite calcular las emisiones anuales de CO₂ derivadas de la generación, transporte o almacenamiento de cada fuente.

Para conocer las emisiones anuales de CO₂ en kg, se toma 0,166 kg/kWh para la energía eléctrica y 0,254 kg/kWh para el gas butano como factores de conversión. El factor de huella de carbono del gas butano se obtiene del “Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)” (resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y

Ministerio de Fomento). En el caso de la electricidad, este dato lo proporciona la organización WWF (World Wildlife Fund, "Fondo Mundial para la Naturaleza), y en este caso se corresponde con la media anual (en el estudiado año 2014) de kg de CO₂ emitidos a la atmósfera por cada kWh consumido.

	Consumo energético anual (kWh)	Coste energético anual (€)	Emisiones de CO ₂ anuales (kg)	Consumo (%)	Emisiones (%)
Electricidad	61.270,11	6.732,50	10.170,84	91,34	87,33
Gas butano	5.807,25	592,58	1.475,04	8,66	12,67
Total	67.077,36	7.325,08	11.645,88		

Tabla 3. Datos energéticos, económicos y medioambientales recogidos de forma global.

Los términos económicos expuestos en la tabla 3 son los que se corresponden directamente con el consumo de energía activa, es decir, no se incluyen impuestos ni otros términos facturables.

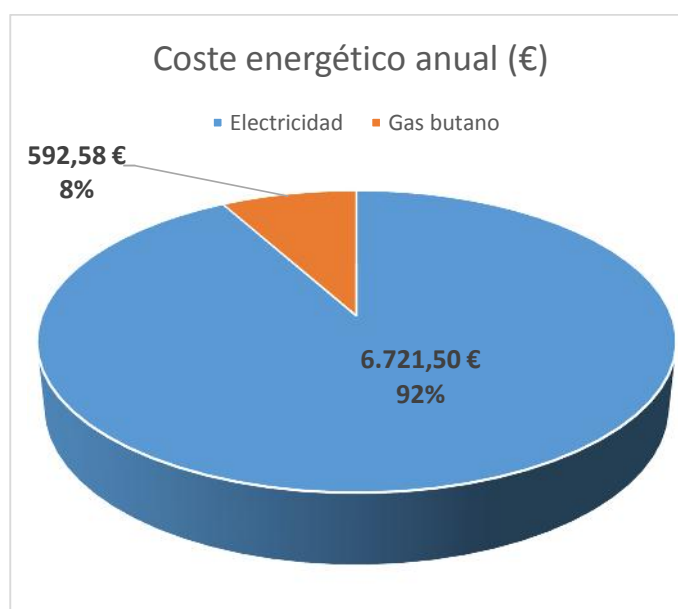


Gráfico 1. Coste energético anual en €.

Así pues, al no existir ningún sistema de calefacción centralizado que requiera el uso ni de gasoil ni de gas natural, la energía eléctrica es la principal forma de energía empleada en el centro.

Consumo energético del edificio según vía energética

Primero que nada, destacar que no hay agua caliente sanitaria en las instalaciones del colegio, lo cual repercute directamente sobre el consumo energético. No se puede decir que se trate de un ahorro puesto que los usuarios no se benefician del uso de agua caliente sanitaria con menos gasto energético, simplemente no hay producción de agua caliente sanitaria y por tanto no hay un gasto energético asociado directamente a este hecho. Por lo tanto de aquí en adelante se tiene

en consideración la no existencia de agua caliente sanitaria en el edificio a la hora de los análisis energéticos.

Se distinguen dos grupos de equipos según la vía energética de consumo: los que requieren energía eléctrica y los que requieren gas butano.

La energía eléctrica suministrada al centro se emplea en equipos de:

- Iluminación.
- Calefacción y climatización del edificio.
- Funcionamiento de equipos informáticos y ofimáticos (de gestión o de uso educativo), así como proyectores, pizarras digitales, diferentes equipos de vídeo y sonido e instrumentos musicales electrónicos presentes en el aula de música.
- Bombas de impulsión y acumulador hidroneumático.
- Equipos de cocina.
- Ascensor.

La energía extraída del consumo del gas butano es utilizada en equipos de:

- Fogones de cocina.

Análisis de las instalaciones presentes

Tomando el balance de consumos presentado en el apartado anterior como punto de partida se realiza un análisis más detallado de dichos consumos. La finalidad es relacionar el gasto energético teórico de los equipos consumidores, agrupándolos según la finalidad de uso, con el coste energético facturado al Colegio; para lo cual se realiza un inventario de cada uno de los aparatos de consumo partiendo de las características técnicas de cada uno de ellos. Toda la información se recopila en las diferentes visitas realizadas al centro directamente de sus placas de características.

Esta clasificación y comparación de las diferentes clases de equipos consumidores, da paso a:

- Conocer la eficiencia y/o el uso racional que se hace de estos elementos de consumo según el equipo de consumo, dando una visión mucho más clara de las potenciales oportunidades de ahorro energético.
- Relacionar los términos de ahorro energético directamente con ahorro económico.

Periodo escolar

El número de días lectivos y la distribución mensual de los mismos son de especial relevancia de aquí en adelante, ya que esta información se emplea en los cálculos energéticos de prácticamente la totalidad de los sistemas. Esto se debe a que el funcionamiento de la gran mayoría de los equipos está vinculado al uso docente del centro.

	Días lectivos
Enero	19
Febrero	20
Marzo	15
Abril	14
Mayo	21
Junio	15
Julio	0
Agosto	0
Septiembre	20
Octubre	20
Noviembre	19
Diciembre	15

Tabla 4. Días lectivos de cada mes en el año 2014.

El curso escolar en el año 2014 contemplaba un total de 178 días lectivos, distribuidos mensualmente de la forma que se muestra en la tabla 4.

Equipos consumidores de energía obtenida por combustión de gas butano

Se trata, únicamente de fogones de cocina y están presentes en el emplazamiento destinado a la elaboración y preparación de la comida para los niños que utilizan diariamente el servicio de comedor dentro del Colegio.

Fogones

Hay dos grandes equipos, utilizados diariamente durante el curso escolar por un equipo de cinco cocineras para elaborar las comidas de los alumnos y alumnas. El tiempo de uso diario de estos equipos se obtiene de unas entrevistas con las cocineras y se toma como valor apropiado de 2 horas. Del mismo modo, se estiman los coeficientes de simultaneidad a través de las conductas uso de los equipos que ellas mismas describen.

Cocina de 6 fuegos + horno

Descripción	Cocina de 6 fuegos + horno			
Marca	Berto's			
Modelo	G7F6+T			
Material de fabricación	AISI 304			
Dimensiones	Longitud (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	
	1200	700	900	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Potencia máxima fuegos (kW)	Fuegos pequeños		Fuegos grandes	
	kW	Cantidad	kW	Cantidad
	3,5	3	7	3
Potencia máxima horno (kW)	12			
Potencia máxima total (kW)	43,5			

Tabla 5. Características técnicas de la cocina grande.

Cocina de 2 fuegos

Descripción	Cocina de 2 fuegos			
Marca	Berto's			
Modelo	G7F2M			
Material de fabricación	AISI 304			
Dimensiones	Longitud (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	
	400	700	900	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Potencia máxima fuegos (kW)	Fuegos pequeños		Fuegos grandes	
	kW	Cantidad	kW	Cantidad
	3,5	1	7	1
Potencia máxima horno (kW)	-			
Potencia máxima total (kW)	10,5			

Tabla 6. Características técnicas de la cocina pequeña.

Equipos consumidores de energía procedente de la red eléctrica

Iluminación

El sistema de iluminación instalado en el edificio consta en su mayor parte de luminarias fluorescentes que poseen balastos electromagnéticos. Este tipo de equipos tienen una vida media estimada en un valor entre 10.000 y 12.000 horas aproximadamente. Sin embargo, su vida útil es un tanto menor, puesto que entre las 5.000 y las 7.500 horas de uso se evidencia una disminución del flujo luminoso que aportan.

También forman parte de la instalación, aunque en mucha menor medida comparativamente con las luminarias fluorescentes, las luces de emergencia y otras lámparas (halogenuros metálicos tubulares instalados en el exterior para la iluminación del patio)

Luminarias fluorescentes

- Luminaria individual para tubo fluorescente de longitud 0,6 metros. Los fluorescentes montados en este tipo de lámpara se corresponden con el modelo de tubo T8 y con una potencia nominal de 18 W. Son utilizados únicamente en el cuarto de despensa.



Imagen 5. Luminaria con tubo fluorescente T8 de 0.6 metros y 18W.

- Luminaria individual para tubo fluorescente modelo T8, de 36 W y de 1,20 metros de longitud. Principalmente están instaladas en zonas de paso y de uso común.

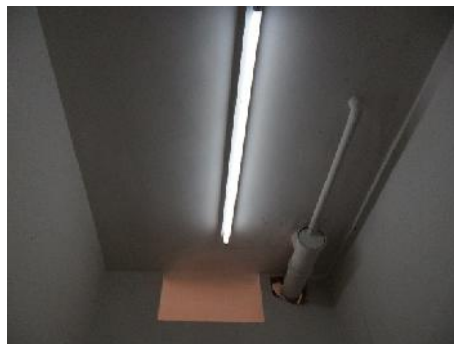


Imagen 6. Pantalla individual con tubo fluorescente T8 de 36 W y 1.20 metros de longitud.

- Luminaria de pantalla para 2 lámparas fluorescentes T8 de 36 W y 1,20 m de longitud. Estas lámparas poseen balastos electromagnéticos y poseen una potencia de 36 W cada una.



Imagen 7. Pantalla de tubos fluorescentes T8 de 2x36 W

- Luminaria de pantalla para 4 lámparas fluorescentes. Cada una de estas lámparas T8 tienen una longitud de 0,60 m y 18W de potencia nominal e iluminan las zonas de aseos y vestuarios.



Imagen 8. Luminaria formada por 4 tubos T8 de 18 W y 0,60 metros de longitud cada uno.

Luces de emergencia

Son un conjunto formado por dos bombillas de 9W con sus respectivas baterías, colocadas sobre las puertas de salida y en los pasillos para permitir iluminar y guiar en una situación de emergencia.



Imagen 9. Conjunto de luces de emergencia.

Lámparas de halogenuros metálicos tubulares

Estos equipos de alta iluminación son empleados en la zona deportiva y de ocio al aire libre del Colegio. Las lámparas son halogenuros metálicos de tipo tubular con una potencia de 450 W instaladas en un foco internamente recubierto con material reflectante, con la finalidad de mejorar la eficiencia del equipo.



Imagen 10. Lámparas de 450W instaladas al aire libre con el fin de iluminar la zona recreativa del Colegio.

Con la finalidad de dar a conocer mejor el número total de equipos instalados, la distribución espacial de las luminarias en las diferentes plantas del colegio y la cantidad de tipologías diferentes según sus especificaciones, se adjunta la siguiente tabla:

	PANTALLA 1X18W (0,60m)	PANTALLA 1X36W (1,20m)	PANTALLA 2X36W (1,20m)	PANTALLA 4X18W (0,60m)	APLIQUE BOMBILLA INCANDESCENTE	LUZ EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN	HALOGENUROS METÁLICOS
EXTERIOR	-	-	-	-	-	-	6
PLANTA BAJA	1	13	39	4	-	12	-
PRIMERA PLANTA	-	33	52	4	2	24	-
SEGUNDA PLANTA	-	33	52	4	2	24	-
TERCERA PLANTA	-	33	52	4	2	24	-
CUARTA PLANTA	-	4	13	4	-	4	-
TOTAL	1	116	208	20	6	88	6

Tabla 7. Inventario de los equipos de iluminación presentes.

Así pues, en el colegio hay un total de 445 luminarias, existiendo una mayor presencia de pantallas de uno y de dos tubos fluorescentes de 36W respecto al resto de luminarias. Esto se traduce porcentualmente de la siguiente manera:

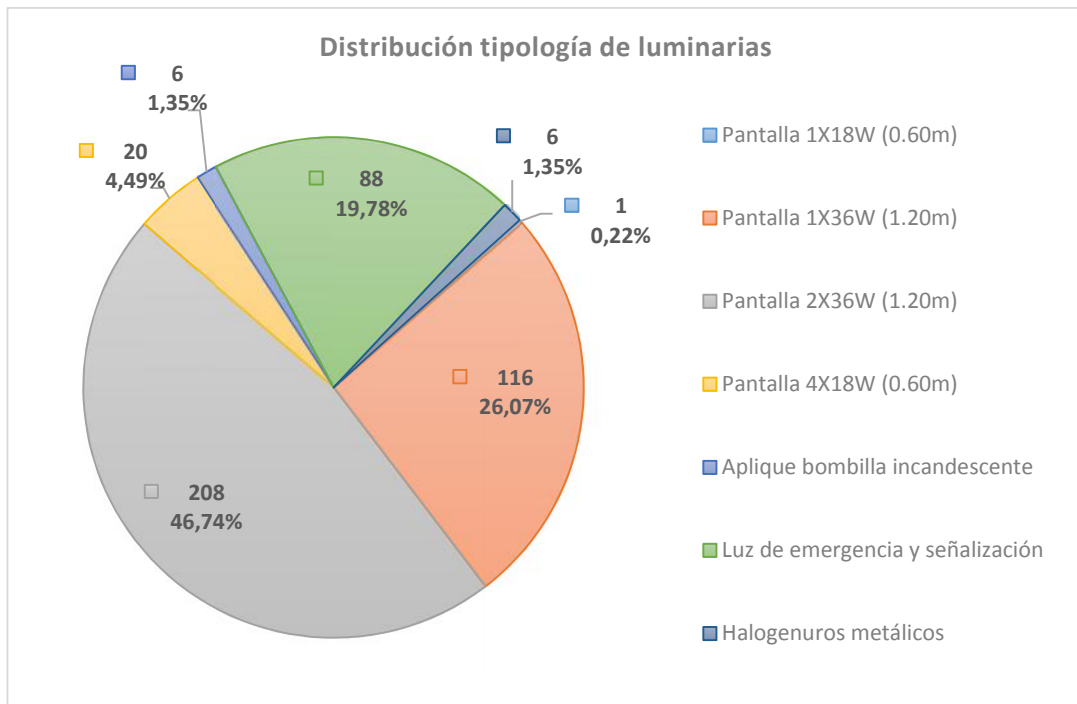


Gráfico 2. Distribución porcentual de los diferentes tipos de luminarias presentes.

En el gráfico 2 queda patente la disparidad, en número y porcentaje, entre los diferentes modelos de lámparas que prestan iluminación. Viendo estos resultados destaca lo siguiente:

- Prácticamente un 50% de éstas son pantallas de techo, con 2 tubos fluorescentes T8 de 36 W cada uno, y que se encuentran instaladas en su gran mayoría en las aulas docentes.
- En un porcentaje muy similar entre sí y rondando el 25%, se encuentran instaladas las pantallas con un único tubo fluorescente T8 de 36W; y las luces de emergencia, si bien el objetivo final de utilización de las últimas no es el de la iluminación del edificio con finalidades de uso público y/o docente.

Ascensor

Existe un ascensor en el edificio, que opera desde la planta baja hasta la cuarta planta. Este ascensor es de uso exclusivo para profesores, trabajadores de mantenimiento y conserje. Únicamente está permitido su uso a los escolares, cuando padecen una dolencia o enfermedad que les impide subir o bajar por las escaleras, y lo deben hacer en compañía de un profesor.

La potencia estimada del ascensor, incluyendo el sistema de iluminación interior es de 4500 W. Este dato se obtiene de la Tabla A de la Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA para la previsión de potencia de aparatos elevadores.

Grupo de bombeo

El colegio dispone de un acumulador hidroneumático y un equipo de bombeo. En la imagen 11 se muestran los equipos



Imagen 11. Acumulador hidroneumático y grupo de bombeo.

Las bombas instaladas en paralelo son de la marca GRUNDFOS y se trata de bombas axiales, horizontales, de tipo multicelular y de acoplamiento corto. El modelo de las mismas es el CHN4-20 y tienen una potencia nominal de 540 W.

Equipos de cocina

El Colegio ofrece un servicio de comedor para los alumnos y dispone de cocina equipada con electrodomésticos y utensilios de cocina, permitiéndose no depender de un servicio de catering externo. Además cuenta con equipos de ventilación y conservación de alimentos.

A continuación se citan las principales características de los mismos:

Frigorífico industrial

Hay un frigorífico de tipo industrial empleado para la conservación de alimentos perecederos. Este equipo, según su placa de características tiene un consumo de 2.500 Wh/diarios.

Congelador de arcón

Hay dos unidades iguales de congeladores de alimentos con una capacidad cada uno de 282 litros. Estos equipos tienen un consumo de 1.330 Wh/diarios.

Campaña extractora

- Construida en acero inoxidable AISI 304.
- Incorpora filtros de lamas de acero inoxidable AISI 304.
- Ventilador de motor directo homologado 400°C / 2H.
- Motor monofásico de 736 W (1 CV)

Microondas

- Marca LG.
- Con grill.
- Potencia 2.500 W

Lavavajillas

- Potencia máxima nominal 4.000 W.

Tostadora

- Potencia nominal: 2350 W.

Cortadora de pan

- Potencia nominal: 200 W

Cortadora de embutido

- Potencia nominal: 240 W.

Peladora de patatas

- Potencia nominal: 300 W.

Termo eléctrico

Existe en la cocina un pequeño acumulador eléctrico que proporciona agua caliente en los grifos de la cocina.

- Capacidad: 80 litros.
- Potencia nominal: 1600 W.

Distribución de consumos

A partir de la potencia real que consume cada tipo de luminaria se realiza una estimación del tiempo anual de funcionamiento. Esto relaciona los resultados del apartado anterior con términos energéticos permitiendo conocer el consumo total y el distribuido de la instalación.

*Periodo escolar: 178 días.

Estimación de uso de luminarias según zona de instalación

Para los equipos eléctricos, se realiza una estimación de las horas diarias de funcionamiento de los equipos en función de la zona del edificio en la que se encuentren instalados. Para ello se consulta a los empleados y encargados del centro, así como al conserje.

Zona	Demanda de servicio	Estimación de uso diario (h)
Aseos y baños	Ocasional	4h
Aularios	Muy frecuente	8h
Almacenes y despensa	Ocasional	1h
Cocina	Fijo y limitado	5h
Comedor	Fijo y limitado	3h
Zonas de paso	Frecuente	12h
Zonas de juegos y deportivas	Ocasional	1,5h

Tabla 8. Estimación de horas de uso de luminarias según la zona de instalación.

Equipos de gas

Para conocer el consumo anual de estos equipos, se toman unos coeficientes de simultaneidad en función del uso que le dan las cocineras a los fogones. Esto se debe a que durante las aproximadamente 2 horas diarias que los mismos están en marcha, en ningún caso están funcionando a plena carga.

Para el conjunto de fuegos de la misma potencia se toma un coeficiente de 0,6 y posteriormente se le aplica un 0,5 a la suma de la potencia de ambos grupos de fuegos y un 0,5 al uso del horno.

Se muestra de forma más clara en la siguiente tabla:

	Coefficiente de simultaneidad
Fuegos de misma potencia	0,6
Fuegos de potencia distinta	0,5
Horno	0,5

Tabla 9. Coeficientes de simultaneidad de uso de fuegos en los equipos de cocina.

Aplicando esto a los equipos se tiene:

EQUIPO	Cocina 6 fuegos + horno		Coeficientes aplicados		Previsión de consumo
POTENCIA	Fuegos pequeños	3 x 3,5 kW	0,6	0,5	15,45 kW
	Fuegos grandes	3 x 7 kW	0,6		
	Horno	12 kW	0,5		

Tabla 10. Estimación de consumo para el equipo de cocina de 6 fuegos + horno.

EQUIPO	Cocina 2 fuegos		Coeficientes aplicados		Previsión de consumo
POTENCIA	Fuegos pequeños	1 x 3.5 kW	0,5	0,5	5,25 kW
	Fuegos grandes	1 x 7 kW	0,5		

Tabla 11. Estimación de consumo para el equipo de cocina de 2 fuegos.

Para calcular el consumo anual que presentan ambos equipos de cocina se toman los valores de consumo promedio estimado y las horas de uso anuales.

EQUIPO	POTENCIA (kW)	USO DIARIO(h)	USO ANUAL (h)	CONSUMO TOTAL (kWh/año)
Cocina 6 fuegos + horno	20,7	2	356	7.369,2
Cocina 2 fuegos				

Tabla 12. Estimación de consumo de los equipos de gas butano.

Con la previsión de cargas se obtiene un consumo de **7.369,2 kWh/año** entre ambos equipos.

Equipos eléctricos

Luminarias fluorescentes

Equipos formados por el propio tubo, un balasto electromagnético y un cebador o arrancador, todo instalado conjuntamente en la misma luminaria.

Tanto el cebador como el balasto electrónico tienen un consumo energético como consecuencia de su funcionamiento, sin embargo a efectos de estos cálculos se desprecia el consumo del cebador. La razón radica en el hecho de que el cebador únicamente requiere de energía en el arranque del equipo, siendo este consumo despreciable en el cómputo del consumo final. En cambio, el gasto energético del balasto sí que es más significativo y debe ser cuantificado, estimando para este tipo de aparataje un gasto de energía de aproximadamente el 20% de la potencia del tubo.

Para determinar las horas de uso diarias de cada aparato se tendrá en cuenta la clasificación mostrada en la tabla 8.

- Fluorescente de 18 W

Se trata de un tubo de diámetro T8 y longitud 0,60 metros instalado en un almacén.

EQUIPO	Tubo fluorescente	Balasto electromagnético (20%)	TOTAL
POTENCIA (W)	18	3,6	21,6

Tabla 13. Potencia nominal total de los tubos fluorescentes de 1x18 W.

Estimando en este caso su periodo de funcionamiento en 1 hora diaria, se tiene:

ZONA	LUMINARIAS (ud.)	POTENCIA (W)	USO DIARIO(h)	USO ANUAL (h)	CONSUMO TOTAL (kWh/año)
DESPENSA	1	21,6	1	178	3,84

Tabla 14. Consumo eléctrico total de las pantallas individuales de 1x18 W.

Se obtiene un consumo total de **3,84 kWh/año**.

- Fluorescente de 1x36 W

Se trata de una lámpara como la anterior con un tubo del mismo diámetro pero 1,20 metros de longitud y 36 W de potencia.

EQUIPO	Tubos fluorescentes	Balasto electromagnético (20%)	TOTAL
POTENCIA (W)	36	7,2	43,2

Tabla 15. Potencia nominal total de las pantallas de 1x36 W.

Este modelo de luminaria se encuentra en todas las plantas y exclusivamente se halla instalado en los pasillos y zonas de paso.

ZONA	LUMINARIAS (ud.)	POTENCIA (W)	USO DIARIO(h)	USO ANUAL (h)	CONSUMO TOTAL (kWh/año)
ZONAS DE PASO	116	43,2	12	2136	10.703,92

Tabla 16. Consumo eléctrico total de las pantallas individuales de 1x36 W.

Se obtiene un consumo total de **10.703,92 kWh/año**.

- Fluorescente de 2x36 W

En este caso el equipo está formado por dos tubos de diámetro T8, 1,20 metros de longitud y 36 W de potencia cada uno. Por tanto la potencia total del conjunto es:

EQUIPO	Tubos fluorescentes	Balasto electromagnético (20%)	TOTAL
POTENCIA (W)	72	14,4	86,4

Tabla 17. Potencia nominal total de las pantallas de 2x36 W.

Es el modelo de luminaria más común de todos ya que se encuentra presente en todas plantas del edificio y más concretamente en todos los aularios y salas de profesores o docentes, en la cocina y en el comedor. Por tanto, en este caso se distinguen los cálculos en 4 zonas obteniéndose posteriormente el total de los equipos.

ZONA	LUMINARIAS (ud.)	POTENCIA (W)	USO DIARIO(h)	USO ANUAL (h)	CONSUMO TOTAL (kWh/año)
AULARIOS	190	86,4	8	1424	23.376,38
COCINA	3	86,4	5	890	230,69
COMEDOR	15	86,4	3	534	692,06
TOTAL	208	-	-	-	24.299,13

Tabla 18 Consumo eléctrico total de las pantallas de 2x36 W.

Se obtiene un consumo total de **24.299,13 kWh/año**.

- Fluorescente de 4x18 W

Esta luminaria está formada igual que el resto por su arrancador y su balasto electrónico y cuatro tubos, en este caso de 0,60 metros de longitud, diámetro T8 y 18 W de potencia cada uno de ellos.

Así pues esta es la potencia total de cada conjunto:

EQUIPO	Tubos fluorescentes	Balasto electromagnético (20%)	TOTAL
POTENCIA (W)	72	14,4	86,4

Tabla 19. Potencia nominal total de las pantallas de 4x18 W.

Se encuentran repartidas por todas las plantas del edificio, ya que se emplean para iluminar los aseos y baños. Por tanto apenas hay 20 unidades, las cuales generan un gasto de:

ZONA	LUMINARIAS (ud.)	POTENCIA (W)	USO DIARIO (h)	USO ANUAL (h)	CONSUMO TOTAL (kWh/año)
ASEOS	20	86,4	4	712	1.230,34

Tabla 20. Consumo eléctrico total de las pantallas de 4x18 W.

El total de energía eléctrica consumida por este modelo de luminarias es de **1.230,34 kWh/año**.

Aplique para bombilla incandescente

En estos apliques se instala una bombilla incandescente de una potencia de 60 W. Este tipo de iluminación se encuentran en los aseos pequeños, que por norma son individuales y este es el motivo de que su número de unidades sea tan reducido.

ZONA	LUMINARIAS (ud.)	POTENCIA (W)	USO DIARIO (h)	USO ANUAL (h)	CONSUMO TOTAL (kWh/año)
ASEOS	6	60	4	712	256,32

Tabla 21. Consumo total de las bombillas incandescentes.

El total de energía eléctrica consumida por este modelo de luminarias es de **256,32 kWh/año**.

Alumbrado de emergencia

Como su propio nombre indica estos sistemas de iluminación cumplen un servicio de funcionamiento limitado a situaciones de emergencia, que originen una interrupción en el suministro eléctrico y como consecuencia, el no funcionamiento del alumbrado de uso común del edificio.

Así pues, estos equipos solo entran en funcionamiento proporcionando un foco de iluminación en el caso de una falta de suministro eléctrico; y siendo la batería de los mismos el único componente que consume directamente de la red, almacenando la energía que será posteriormente suministrada a la lámpara.

Por lo tanto, la cantidad de horas anuales en las que la batería se conecta a la red para recargarse es mínima. Pudiendo estimarse aproximadamente un uso anual de 30 horas.

EQUIPO	Batería	TOTAL
POTENCIA (W)	18	18

Tabla 22. Potencia nominal del alumbrado de emergencia.

La cantidad de horas anuales en las que la batería se conecta a la red para recargarse es mínima, pudiendo estimarse aproximadamente un tiempo anual de 30 horas.

LUMINARIAS (ud.)	POTENCIA (W)	USO ANUAL (h)	CONSUMO TOTAL (kWh/año)
88	18	30	47,52

Tabla 23. Consumo eléctrico total del alumbrado de emergencia.

El total de energía eléctrica consumida por este modelo de luminarias es de **47,52 kWh/año**.

Halogenuro metálico tubular de 400 W

Este tipo de lámpara va instalada en un proyector de forma individual, luminaria que dispone además de un equipo propio de encendido.

EQUIPO	Halogenuro metálico tubular	Equipo de encendido	TOTAL
POTENCIA (W)	400	50	450

Tabla 24. Potencia nominal de los HM.

Estos equipos se emplean para iluminar la zona deportiva durante las diferentes actividades extraescolares que se realizan diariamente. En este caso es algo más complicado ser certeros con la estimación ya que al tratarse de actividades al aire libre, la iluminación depende fundamentalmente de las horas de luz solar y de factores meteorológicos. Lo más ajustado es considerar un periodo de funcionamiento de 1,5 horas semanales como si de un uso promedio se tratase.

ZONA	LUMINARIAS (ud.)	POTENCIA (W)	USO DIARIO (h)	USO ANUAL (h)	CONSUMO TOTAL (kWh/año)
ASEOS	6	450	1,5	267	720,90

Tabla 25. Consumo eléctrico de los HM.

El total de energía eléctrica consumida por este modelo de luminarias es de **720,90 kWh/año**.

Se obtiene el siguiente resumen de consumos por tipos de luminarias:

LUMINARIA	CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL (kWh/año)	
FLUORESCENTE	1 x 18 W	3,84
	1 x 36 W	10.703,92
	2 x 36 W	24.299,13
	4 x 18 W	1.230,34
APLIQUE BOMBILLA INCANDESCENTE	256,32	
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	47,52	
HALOGENURO METÁLICO DE 400 W	720,90	
TOTAL	37.261,97	

Tabla 26. Consumo energético anual de todas las luminarias

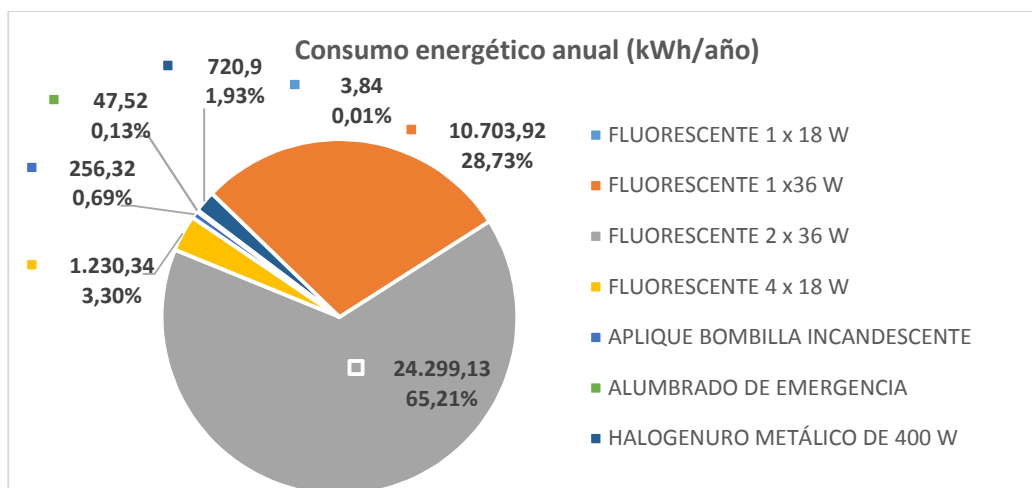


Gráfico 3. Consum energético anual según tipo de luminarias.

Las pantallas luminarias formadas por 2 tubos fluorescentes de 2 x 36 W, aparte de ser las más comunes en cuanto a unidades se refiere (46,74% del total de los equipos), también son las que acumulan un mayor consumo energético anual, cifrado en 24.299,13 kWh/año que representa un total de un 65% del consumo energético correspondiente al sistema de iluminación el edificio.

En términos globales, son un total de **37.261,97 kWh/año** los invertidos en iluminación.

Calefacción y ventilación

El centro no posee caldera ni de gas natural ni de gasoil, por lo que no existe en el edificio ningún sistema centralizado de calefacción ni de climatización. Únicamente se dispone de radiadores eléctricos y ventiladores de techo instalados en los aularios.

Tampoco se dispone de ninguna fuente de energía renovable por lo que todos los equipos de climatización funcionan conectados directamente a la red eléctrica.

Además, no hay una homogeneidad en cuanto al fabricante, ni en cuanto a las características de funcionamiento de dichos aparatos. A continuación se muestran detalladamente las características con el fin de poder cuantificar el consumo energético total de los mismos.

Radiador eléctrico de pared Haverland

Se trata de un radiador de pared conectado a una toma de corriente. Por medio de un selector se puede ajustar la potencia el calefactor hasta un máximo de 1200 W.



Imagen 12. Radiador eléctrico de la marca HAVERLAND de 1200 W instalado en una de las aulas.

Radiador eléctrico de pared Agni

Es el radiador más común que se encuentra en las instalaciones educativas. Permite también controlar la potencia entregada a través del ajuste de la potencia eléctrica que consume, por medio de un mando selector.



Imagen 13. Radiador eléctrico de pared AGNI de 1500 W.

Radiador eléctrico portátil Timshel

Este radiador portátil dispone de un selector que permite regularlo hasta una potencia máxima de 1500 W.



Imagen 14. Radiador eléctrico portátil de 1500 W

Ventiladores de techo

En las clases de la tercera planta hay varios de estos ventiladores. No se tienen datos acerca del modelo ni del fabricante del mismo, aunque presentan una etiqueta a modo de placa de

características la cual indica que se trata de un aparato monofásico que trabaja en un rango de voltajes de 220 – 240 V a 50Hz y que tiene un consumo nominal de 50 W.



Imagen 15. Ventilador de techo.

La distribución física de los sistemas de enfriamiento y calefacción permite conocer el número total de equipos disponibles de cada tipo, lo cual tiene la finalidad de conocer la potencia total instalada para la climatización del edificio.

	Tipo de radiador	Número de radiadores	Potencia radiador (kW)	Potencia total instalada (kW)
Planta baja	PARED HAVERLAND	6	1,20	10,20
	PARED AGNI	2	1,50	
	PORTATIL TIMSHEL	0	1,50	
Primera planta	PARED HAVERLAND	0	1,20	28,50
	PARED AGNI	18	1,50	
	PORTATIL TIMSHEL	1	1,50	
Segunda planta	PARED HAVERLAND	0	1,20	30,00
	PARED AGNI	18	1,50	
	PORTATIL TIMSHEL	2	1,50	
Tercera planta	PARED HAVERLAND	0	1,20	24,00
	PARED AGNI	15	1,50	
	PORTATIL TIMSHEL	1	1,50	
Cuarta planta	PARED HAVERLAND	0	1,20	9,00
	PARED AGNI	4	1,50	
	PORTATIL TIMSHEL	2	1,50	
Total		69		101,70

Tabla 27. Potencia instalada en equipos de calefacción por radiación.

	Tipo de aparato de ventilación	Número de aparatos de ventilación	Potencia aparato ventilación (kW)	Potencia total instalada (kW)
Planta baja				0,00
Primera planta				0,00
Segunda planta				0,00
Tercera planta	VENTILADOR TECHO	6	0,08	0,48
Cuarta planta				0,00
Total		6		0,48

Tabla 28. Potencia total instalada en aparatos de ventilación.

En el siguiente grafico se observa la distribución porcentual de los grupos de aparatos de climatización iguales que existen en el centro:

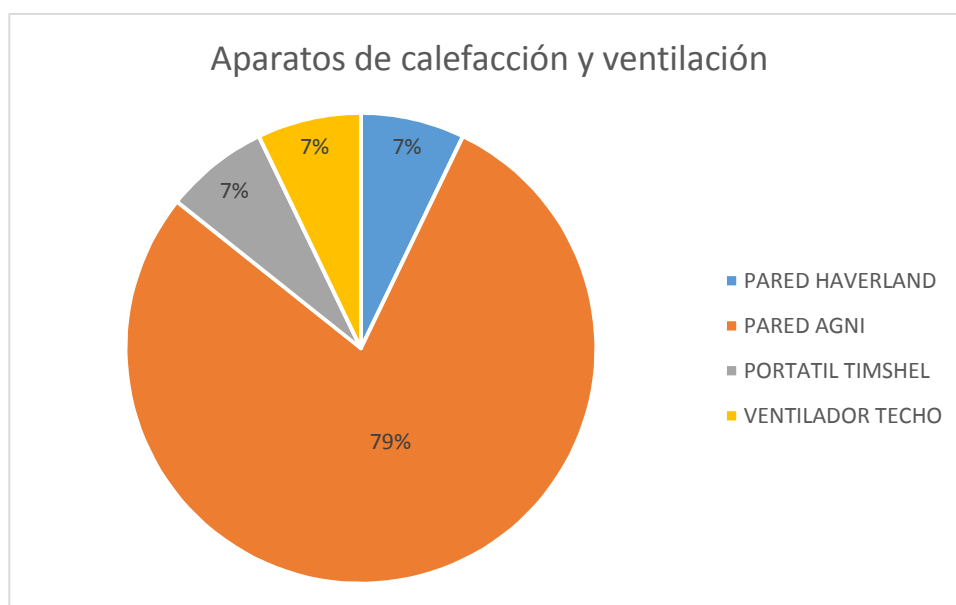


Gráfico 4. Distribución porcentual de equipos de ventilación y calefacción presentes en el centro según el modelo y tipo de aparato.

A través de las entrevistas realizadas a miembros del centro se realiza la siguiente estimación para el cálculo del consumo en calefacción y climatización de las aulas del centro. Los propios profesores que han sido entrevistados justifican el elevado uso de los radiadores exponiendo que es un edificio frío en invierno y muy caluroso en invierno, fruto de la longevidad de la construcción del edificio.

Puesto que los radiadores en cuestión están dotados de selectores o potenciómetros que permiten ajustar su consumo, unido además a que no existe una situación tan desfavorable para que todos estén conectados de manera simultánea y entregando su máxima potencia, se aplica un coeficiente de simultaneidad de uso de 0,4 para el uso de los radiadores eléctricos.

Período	Días escolares	Calefacción (h/día)	Ventilación (h/día)	Consumo (kWh)		
				Radiadores eléctricos	Equipo de ventilación	Total equipos
Enero	19	5	0	4.377,60	0,00	4.377,60
Febrero	20	4	0	3.686,40	0,00	3.686,40
Marzo	15	3	0	2.073,60	0,00	2.073,60
Abril	14	1	1	645,12	6,72	651,84
Mayo	21	0	3	0,00	30,24	30,24
Junio	15	0	5	0,00	36,00	36,00
Julio	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Agosto	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Septiembre	20	1	4	921,60	38,40	960,00
Octubre	20	2	2	1.843,20	19,20	1.862,40
Noviembre	19	3	0	2.626,56	0,00	2.626,56
Diciembre	15	5	0	3.456,00	0,00	3.456,00
Total Anual				19.630,08	130,56	19.760,64

Tabla 29. Consumo total de equipos de calefacción y ventilación.

El resumen del consumo eléctrico anual en aparatos de calefacción y de ventilación es bastante dispar como se extrae de los resultados de la tabla 29. Prácticamente el total (concretamente el 99%) de los 19.760,64 kWh consumidos se corresponde a gasto en calefacción. Esto es debido principalmente al periodo de uso del edificio que se corresponde con el curso escolar.

Se adjunta a continuación el resumen de estos resultados:

	Consumo eléctrico (kWh)
Calefacción	19.630,08
Ventilación	130,56
Total	19.760,64

Tabla 30. Resumen consumo eléctrico en equipos de calefacción y ventilación.

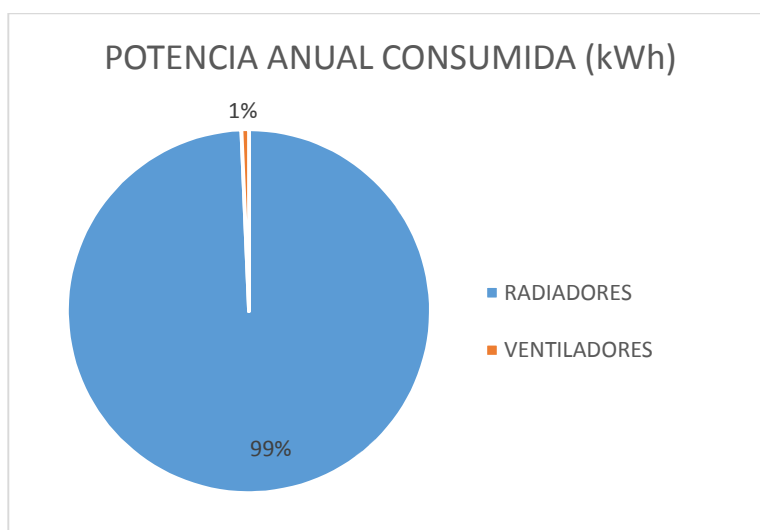


Gráfico 5. Potencia anual consumida en equipos de calefacción y ventilación.

Otros equipos eléctricos

A parte de la iluminación y de los aparatos de calefacción y ventilación, hay otros equipos que consumen electricidad, cuyo análisis tiene cabida en este apartado. Estos equipos constituyen un grupo más diverso en cuanto a finalidad de uso, pero más reducido unitariamente.

Por estos motivos, para realizar el estudio de consumo energético se agrupan estos aparatos según características y según la planta del edificio en la que se encuentran.

También se incluye en este apartado la quinta planta, donde se encuentra la vivienda del conserje.

Planta baja

En la planta baja se encuentran la cocina y el comedor como ya se ha indicado en apartados anteriores. Este es el motivo de que aparezcan tantos electrodomésticos en la tabla siguiente.

Para la mayoría de ellos se ha estimado un uso diario fruto de la información proporcionada por el personal de cocina, y multiplicando por el número de días al año que se usan estos aparatos se obtiene el uso anual en horas. Se tiene en consideración que hay equipos que se usan de forma continua durante el año (frigorífico y congeladores) y otros que solo se emplean ocasionalmente o en periodo escolar.

Equipo	Unidades	Potencia (W)	Uso diario(h)	Días de uso anual	Uso anual (h)	Consumo total (kWh/año)
Campana extractora	1	441,6	2	178	356	0,88
Lavavajillas	1	1.600	3	178	534	854,40
Termo 80 l	1	640	3	178	534	341,76
Microondas	1	1.500	1	178	178	267,00
Cortadora embutido	1	240	0,5	178	89	21,36
Cortadora pan	1	200	0,5	178	89	17,80
Tostadora velox	1	2.350	0,25	20	5	11,75
Peladora de patatas	1	300	0,5	178	60	18,00
Ascensor	1	4.500	0,25	20	5	22,50
Grupo de bombeo CHN4-20	2	324	5	356	890	576,72
Secamanos	2	1.750	0,055	178	9,89	34,61
Equipo	Unidades	Potencia (kWh/día)		Uso anual (días)		Consumo total (kWh/año)
Congelador 282 litros	2	1,33		300		798,00
FRIGORÍFICO 1300 litros	1	2,5		300		750,00
				TOTAL PLANTA BAJA		3.714,78

Tabla 31. Consumo total equipos eléctricos de la planta baja.

El cálculo del uso diario de los secamanos en horas se realiza estimando 10 usos diarios de 20 segundos por cada aparato.

Primera planta

A partir de aquí, los equipos de la primera, segunda, tercera y cuarta planta se utilizan durante el curso escolar, 178 días; y esto se ha empleado en el cálculo del uso anual en horas.

Durante el uso de las impresoras y la televisión con TDT y altavoces, estos nunca funcionan a la potencia máxima indicada en la placa de características ya que no tienen todas sus funcionalidades activas simultáneamente. Por este motivo se aplican unos coeficientes de uso.

Equipo	Unidades	Potencia (W)	Coefficiente uso	Uso diario(h)	Uso anual (h)	Consumo total (kWh/año)
Secamanos	3	1.750	1	0,055	9,89	51,92
Pc gestión	1	200	1	4	712	142,40
Impresora Kyocera	1	550	0,7	2	356	137,06
Televisión + TDT + altavoz (2x15 W)	1	300	0,7	2	356	74,76
DVD Thomson	1	15	1	1	178	2,67
TOTAL PLANTA 1						408,81

Tabla 32. . Consumo total equipos eléctricos de la primera planta.

Segunda planta

Igual que en situaciones anteriores también se aplica un coeficiente de simultaneidad de uso por ejemplo a los ordenadores de las aulas de informática, sala de profesores o biblioteca ya que en algunos casos o bien están averiados o bien no hay tantos usuarios como equipos disponibles.

Equipo	Unidades	Potencia (W)	Coefficiente uso	Uso diario(h)	Uso anual (h)	Consumo total (kWh/año)
Secamanos	3	1.750	1	0,055	9,89	51,92
PC aulas	4	200	1	8	1424	1.139,20
PC informática	22	200	0,7	3	534	1.644,72
PC gestión	3	200	0,7	4	712	299,04
Impresora aulas	2	550	0,7	1	178	137,06
Proyector	3	300	1	2	356	320,40
Pizarra digital	2	2,5	1	2	356	1,78
TOTAL PLANTA 2						3.594,12

Tabla 33. . Consumo total equipos eléctricos de la segunda planta.

Tercera planta

Equipo	Unidades	Potencia (W)	Coefficiente uso	Uso diario(h)	Uso anual (h)	Consumo total (kWh/año)
Secamanos	3	1.750	1	0,06	9,89	51,92
PC aulas	2	200	1	8	1.424	569,60
PC informática	20	200	0,7	3	534	1.495,20
PC gestión	1	200	0,7	4	712	99,68
TV + DVD	1	260	0,7	2	356	64,79
Impresora aulas	1	550	1	1	178	97,90
Proyector	1	300	1	2	356	106,80
Pizarra digital	1	2,5	1	2	356	0,89
TOTAL PLANTA 3						2.486,78

Tabla 34. Consumo total equipos eléctricos de la tercera planta.

Cuarta planta

Equipo	Unidades	Potencia (W)	Coefficiente uso	Uso diario(h)	Uso anual (h)	Consumo total (kWh/año)
Altavoces (2X300W)	2	300	1	1	178	106,80
Proyector	1	300	1	1	178	53,40
TELEVISIÓN + DVD	2	260	1	1	178	92,56
TOTAL PLANTA 4						252,76

Tabla 35. Consumo total equipos eléctricos de la cuarta planta.

Quinta planta

Para la vivienda del conserje, se parte de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (Encuesta de Presupuestos Familiares. Base 2015 – Instituto Nacional de Estadística (INE)), donde el consumo medio por hogar se estima en 2.700 kWh/año siendo hogares con una ocupación de 2,59 personas por vivienda.

Tomando un valor unitario y estableciendo un valor redondeado se tiene el resultado de la tabla 36.

	Consumo total (kWh/año)
Vivienda conserje	1.050,00
Total planta 5	1.050,00

Tabla 36. Consumo total estimado de la vivienda del conserje.

Análisis de los consumos energéticos facturados

Análisis del consumo eléctrico

El análisis que se expone a continuación se corresponde con la facturación eléctrica de un año natural. Concretamente, el periodo analizado va desde enero a diciembre de 2014 y se ha realizado a partir de las facturas del año 2014 emitidas por Iberdrola, la empresa distribuidora del servicio en cuestión.

En el documento de facturación emitido por Iberdrola se detallan cuatro apartados:

1. Datos del contrato.
2. Facturación.
3. Consumo.
4. Información de utilidad.

En el apartado de “Consumo”, se muestra un histograma que refleja los importes facturados, además de otros datos estadísticos como el consumo medio mensual de los últimos 12 meses.

Resulta más relevante para este análisis del consumo eléctrico anual el apartado de “Facturación”; pues recoge todos los conceptos que se cargan al tomador del contrato y detalla todos los costes directos e indirectos del consumo del servicio.

Todos los ítems que aparecen mensualmente en la factura son reflejados y contabilizados según categorías en los apartados siguientes.

Periodos tarifarios

En el apartado de “Datos del contrato”, se refleja el tipo de contrato y la tarifa establecida juntamente a la potencia contratada por el cliente. En función de la potencia de la que se desee disponer puede que sea necesario contratar una tarifa con discriminación horaria, es decir una tarifa con un precio del kWh diferente para cada franja.

La demanda energética del Colegio es muy superior a los 15 kW (en baja tensión), por lo que está obligado a contratar la tarifa 3,0 A que consta de tres periodos de facturación. Tanto en el periodo punta, como en el periodo llano y el periodo valle la potencia contratada es de 79,4 kW.

A continuación se muestran tanto la duración como la distribución de cada periodo. El horario de invierno y de verano viene determinado por el cambio oficial de hora, mientras que las franjas horarias de aplicación de cada periodo varían en función de las zonas en las que está dividido el mercado eléctrico nacional tal y como se indica en el BOE-A-2001-2085.

Período horario	Duración (horas/día)
Punta	4
Llano	12
Valle	8

Tabla 37. Horas diarias de aplicación de los tres periodos.

	Franja horaria (h)																							
	0 1	1 2	2 3	3 4	4 5	5 6	6 7	7 8	8 9	9 10	10 11	11 12	12 13	13 14	14 15	15 16	16 17	17 18	18 19	19 20	20 21	21 22	22 23	23 24
Invierno	PV	PV	PV	PV	PV	PV	PV	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PP	PP	PP	PP	PLL	PLL	
Verano	PV	PV	PV	PV	PV	PV	PV	PLL	PP	PP	PP	PP	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	PLL	

PERIODO VALLE (PV)
PERIODO LLANO (PLL)
PERIODO PUNTA (PP)

Tabla 38. Distribución temporal de la aplicación de los tres periodos en la Comunidad Valenciana en función del cambio de horario.

Término de energía variable.

Este concepto depende de la potencia instantánea que se consume y por ello varía cada mes. En cada una de las facturas se muestran tanto los kilovatios hora consumidos en cada periodo como su coste unitario. A continuación se muestra el consumo y el coste que tiene este término en cada mensualidad:

	CONSUMO (kWh)				COSTE (€/kWh)			COSTE TOTAL (€)				
	PP	PLL	PV	PP+PLL+PV	PP	PLL	PV	PP	PLL	PV	PP+PLL+PV	
ene-14	887,44	6.820,78	936,22	8.644,43	0,148356	0,109505	0,068261	131,66	746,91	63,91	942,47	
feb-14	941,11	6.529,28	865,14	8.335,53	0,148905	0,109888	0,068430	140,14	717,49	59,20	916,83	
mar-14	1.077,68	3.319,31	716,90	5.113,89	0,148905	0,109888	0,068430	160,47	364,75	49,06	574,28	
abr-14	1.113,60	3.429,95	740,80	5.284,35	0,148905	0,109888	0,068430	165,82	376,91	50,69	593,42	
may-14	1.156,74	3.093,97	734,13	4.984,85	0,138231	0,108565	0,060165	159,90	335,90	44,17	539,96	
jun-14	994,48	1.738,55	559,13	3.292,16	0,138231	0,108565	0,060165	137,47	188,75	33,64	359,85	
jul-14	131,40	235,62	119,43	486,45	0,141315	0,110312	0,061962	18,57	25,99	7,40	51,96	
ago-14	131,40	235,62	119,43	486,45	0,141315	0,110312	0,061962	18,57	25,99	7,40	51,96	
sep-14	1.474,00	2.665,40	1.227,10	5.366,50	0,141315	0,110312	0,061962	208,30	294,03	76,03	578,36	
oct-14	1.209,62	3.185,97	726,23	5.121,82	0,141315	0,110312	0,061962	170,94	353,74	45,00	569,68	
nov-14	787,38	3.977,03	620,27	5.384,68	0,141315	0,110312	0,061962	111,27	441,57	38,43	591,28	
dic-14	797,00	7.252,00	720,00	8.769,00	0,141315	0,110312	0,061962	112,63	805,20	44,61	962,44	
	Media mensual:				5.105,84			Media mensual:				561,04
	Total anual:				61.270,11			Total anual:				6.732,50

PP: Periodo punta PLL: Periodo llano PV: Periodo valle

Tabla 39. Facturación de energía activa durante el año 2014.

La tabla 40 muestra de una forma más clara el consumo y el coste mensual y total de la energía variable.

Período	Consumo eléctrico	
	E. Activa (kWh)	Coste (€)
Enero	8.644,43	942,47
Febrero	8.335,53	916,83
Marzo	5.113,89	574,28
Abril	5.284,35	593,42
Mayo	4.984,85	539,96
Junio	3.292,16	359,85
Julio	486,45	51,96
Agosto	486,45	51,96
Septiembre	5.366,50	578,36
Octubre	5.121,82	569,68
Noviembre	5.384,68	591,28
Diciembre	8.769,00	962,44
TOTAL:	61.270,11	6.732,50

Tabla 40. Resumen del consumo eléctrico en 2014.

Además a partir de los datos arriba presentados se puede obtener la evolución del consumo eléctrico a lo largo del año 2014:

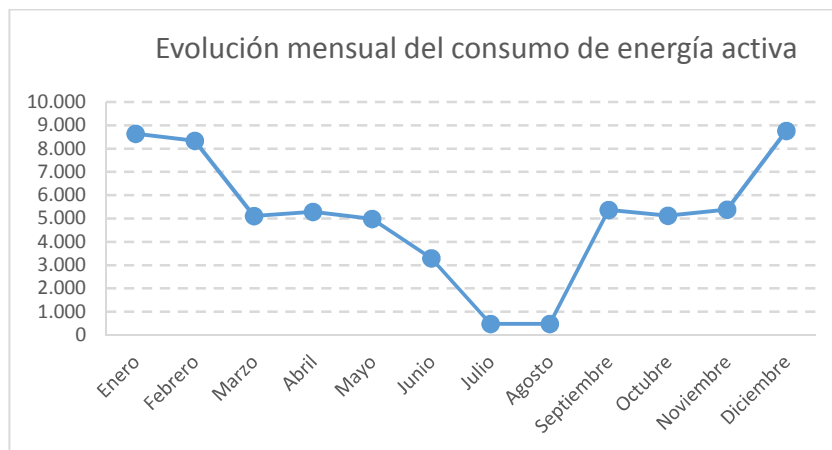


Gráfico 6. Evolución del consumo de energía activa

El gráfico 6, presenta unos valores máximos en la época invernal principalmente debido al uso de radiadores eléctricos como método de calefacción, mientras que registra unos valores mínimos en verano durante el periodo vacacional. El resto del año el consumo registrado es muy similar.

Término de potencia facturada.

La potencia contratada repercute directamente en el "Término de potencia facturada", motivo por el cual es muy importante ajustar correctamente la potencia contratada al consumo real de

potencia del colegio. Aparte de menguar el confort para los usuarios si la potencia contratada es inferior a la potencia consumida, se produce una penalización por parte de la empresa distribuidora debida este consumo excesivo. En otro caso, un exceso de potencia contratada causa un sobrecoste adicional, ya que se está pagando un término de potencia elevado en comparación con la potencia instantánea que puede llegar a consumirse.

En la tabla 41 se muestra el término de potencia facturada mensualmente al Colegio:

	POTENCIA MÁX. FACTURADA (kWh)				COSTE (€/kWh)			COSTE TOTAL (€)			
	P1	P2	P3	P1+P2+P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1+P2+P3
ene-14	67,49	79,00	67,49	213,98	3,543108	2,125864	1,417243	239,12	167,94	95,65	502,72
feb-14	67,49	71,00	67,49	205,98	3,261329	1,956797	1,304532	220,11	138,93	88,04	447,08
mar-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,459165	2,075499	1,383667	233,46	140,08	93,38	466,92
abr-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,387515	2,030687	1,355006	228,62	137,05	91,45	457,12
may-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,636023	2,180052	1,454409	245,40	147,13	98,16	490,68
jun-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,478796	2,087278	1,391518	234,78	140,87	93,91	469,57
jul-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,459166	2,075500	1,383666	233,46	140,08	93,38	466,92
ago-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,487691	2,092614	1,395076	235,38	141,23	94,15	470,77
sep-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,518731	2,111241	1,407489	237,48	142,49	94,99	474,96
oct-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,636021	2,181625	1,454396	245,40	147,24	98,16	490,79
nov-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,518730	2,111250	1,407480	237,48	142,49	94,99	474,96
dic-14	67,49	67,49	67,49	202,47	3,459166	2,075512	1,383654	233,46	140,08	93,38	466,92
											Total anual: 5.679,41
											Media mensual: 473,28

PP: Periodo punta PLL: Periodo llano PV: Periodo valle

Tabla 41. Término de potencia contratada.

La potencia que se tiene contratada es de 79,4 kW para cada uno de los tres periodos. Por tanto, para cada periodo se tendrán en cuenta los valores registrados a través del maxímetro en cada uno de ellos, calculándose la potencia máxima facturada según la siguiente tabla, de acuerdo a dichos valores medidos.

Potencia utilizada	Potencia Facturada
P utilizada < 85% de la P contratada	P facturada = 85 % de P contratada
85% P contratada < P utilizada < 105% P contratada	P facturada = P máxima registrada por el maxímetro
P utilizada > 105 % P contratada	P facturada = P utilizada + penalización*

Tabla 42. Explicación de la facturación del término de potencia.

*Penalización: el doble de la diferencia entre el valor registrado y el 105% de la potencia contratada.

Teniendo en cuenta que la potencia contratada por el cliente es de 79,4 kW para cada uno de los 3 periodos tarifarios, en ningún caso estos se superan en cuanto a consumo, si bien en el mes de enero se está muy próximo en el periodo valle. Salvo este caso puntual, la potencia facturada se corresponde con el 85% de la potencia contratada en todos los periodos.

De esta forma el coste total del término de “Potencia contratada” queda resumido en la siguiente tabla:

Período	Potencia contratada	
	P. Facturada (kWh)	Coste (€)
Enero	212	498,88
Febrero	205	446,10
Marzo	202	466,92
Abril	202	457,12
Mayo	202	490,68
Junio	202	469,57
Julio	202	466,92
Agosto	202	470,77
Septiembre	202	474,96
Octubre	202	490,79
Noviembre	202	474,96
Diciembre	202	466,92
TOTAL:	2.442	5.674,58

Tabla 43. Resumen de la facturación según la potencia contratada.

El coste total asciende a **5.674,58 €**, correspondientes a **2.442 kWh** anuales facturados.

Facturación por consumo de energía reactiva.

Debe diferenciarse entre la energía reactiva requerida y la energía reactiva facturada. Únicamente se factura aquella cantidad de energía reactiva que haría falta para compensar el factor de potencia de la instalación y dejarlo en un valor igual o superior a 0,95 en cada periodo.

Además, el precio por kVArh consumido en €, varía en función de la cantidad de energía reactiva consumida respecto a la energía activa, es decir depende del $\cos\phi$, y está regulado en el BOE en la orden ITC 1723/2009. En este caso no varía por estar dentro del mismo umbral de $\cos\phi$.

	Exceso (kVArh)	Precio (€/kVArh)	Coste energía reactiva (€)	Impuesto exceso reactiva	Coste impuesto (€)	Coste total (€)
Enero	67,85	0,041554 €	2,82 €	0,051127	0,14 €	2,96 €
Febrero	92,10	0,041554 €	3,83 €	0,051127	0,20 €	4,02 €
Marzo						
Abril						
Mayo	1.892,30	0,041554 €	78,63 €	0,051127	4,02 €	82,65 €
Junio	877,63	0,041554 €	36,47 €	0,051127	1,86 €	38,33 €
Julio						
Agosto						
Septiembre	1.336,26	0,041554 €	55,53 €	0,051127	2,84 €	58,37 €
Octubre	760,36	0,041554 €	31,60 €	0,051127	1,62 €	33,21 €
Noviembre	807,43	0,041554 €	33,55 €	0,051127	1,72 €	35,27 €
Diciembre						
					Media:	21,23 €
					Total:	254,82 €

Tabla 44. Facturación por exceso de consumo de energía reactiva.

Anualmente, el coste total que supone el exceso de consumo de energía reactiva en comparación con la energía activa, asciende a **254,82€**.

Período	E. reactiva facturada (kVArh)	Coste total (€)
Enero	67,85	2,96 €
Febrero	92,10	4,02 €
Marzo	0,00	- €
Abril	0,00	- €
Mayo	1.892,30	82,65 €
Junio	877,63	38,33 €
Julio	0,00	- €
Agosto	0,00	- €
Septiembre	1.336,26	58,37 €
Octubre	760,36	33,21 €
Noviembre	807,43	35,27 €
Diciembre	0,00	- €
TOTAL:	5.833,93	254,82 €

Tabla 45. Resumen de facturación por exceso de reactiva

Resumen del coste total de las facturas eléctricas.

Para obtener el total de la facturación debe tenerse en cuenta el alquiler de los equipos de medida, así como el IVA.

Meses	Coste mensual (€)	Coste Total (€)
12	12,00 €	144,00 €

Tabla 46. Coste del alquiler de los equipos de medida.

El coste del alquiler de los equipos es fijo mensualmente, mientras que el IVA se aplica el 21% sobre el subtotal de lo facturado.

Subtotal	IVA 21%
12.551,08 €	2.635,73€

Tabla 47. Pago en concepto de IVA.

La siguiente tabla muestra resumidamente el coste total anual de la electricidad, desglosado en los diferentes conceptos que se han tratado en el análisis y que vienen reflejados en las facturas emitidas:

Conceptos	Coste anual (€)
Término de energía variable	6.732,50
Término de potencia contratada	5.674,58
Alquiler de equipos	144,00
Coste por exceso de consumo de reactiva	254,82
Subtotal	12.805,90
IVA 21%	2.689,24
Total	15.495,14

Tabla 48. Resumen de la facturación eléctrica total en el año 2014.

El coste total de **15.186,81€**, queda repartido porcentualmente de la siguiente forma:

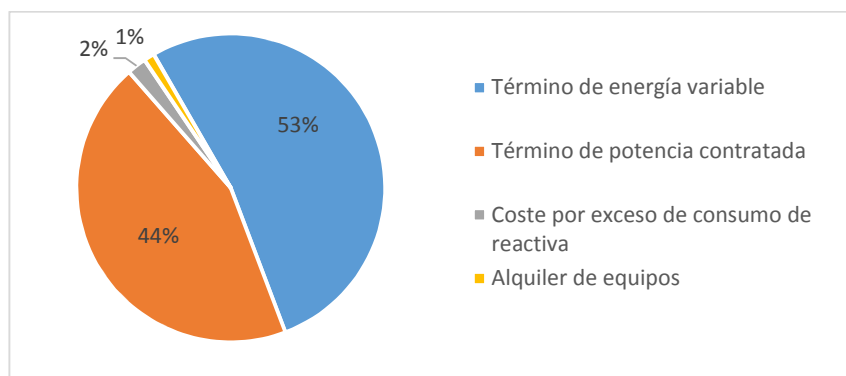


Gráfico 7. Porcentaje de los diferentes conceptos de facturación.

El término de energía variable, la que se factura como consecuencia directa del consumo instantáneo de los equipos, abarca el 53% del subtotal de las facturas y es uno de los principales puntos de estudio para lograr un ahorro.

El término de potencia contratada tiene un gran peso también en la facturación. Al fin y al cabo supone el 44% del coste económico, por lo que se convierte en imprescindible un estudio del ajuste de la potencia contratada. Se trata este ajuste en apartados posteriores.

En cuanto al término que penaliza por un consumo excesivo de energía reactiva, apenas tiene un impacto del 2% el importe total. El uso de una batería de condensadores sería un caso de estudio interesante para compensar el consumo excesivo de reactiva. Se analiza esta situación en el apartado correspondiente de propuestas de mejoras.

Además, cualquier ahorro en estos conceptos tendrá incidencia sobre el IVA repercutido, lo cual supondrá al fin y al cabo una rebaja del coste total.

[Análisis del consumo de gas butano](#)

Como se ha descrito en otros puntos del texto, el Colegio no dispone de sistema central de calefacción de ningún tipo, por lo que el único consumo de gas butano se produce en la cocina para alimentar los fogones. Puesto que el uso de los fogones se supone condicionado y limitado a las labores de cocina y por lo complicado de reducir este consumo; y puesto que en comparación con el gasto total de energía eléctrica la facturación por consumo de gas butano es muy inferior, no se analizará el consumo de esta fuente energética en la presente auditoría.

Análisis de las mediciones eléctricas realizadas en el centro

Con el fin de profundizar en el análisis del consumo eléctrico se ha instalado un analizador de redes en el cuadro general del edificio tal y como se muestra a continuación:



Imagen 16. Analizador de redes conectado en el cuadro general de la instalación

El analizador de redes lleva a cabo un registro periódico de magnitudes eléctricas, como el voltaje, la intensidad y/o el factor de potencia, aguas abajo de la red a la que está conectado. Es así como se realiza el estudio de los consumos y se puede conocer la distribución temporal de los mismos.

El registro se ha realizado durante 7 días con el propósito de obtener el patrón de consumo del centro en una semana. Las fechas están comprendidas dentro del periodo escolar de forma que los datos extraídos se ajusten lo máximo posible al funcionamiento normal del centro y al comportamiento habitual de los usuarios.

Los datos se presentan a continuación desde el miércoles 8 de junio de 2016, hasta el martes 14 de junio de 2016.

Miércoles 08/06/2016

En el gráfico XXX se observan dos picos de demanda de potencia entorno a las 9:00 y las 12:00. Esta situación coincide exactamente con:

- (9:00) El momento de entrada de los niños al colegio.
- (12:00) La vuelta a las clases tras el periodo de recreo y el comienzo de la actividad en la cocina para preparar las comidas de los alumnos.

Por otro lado, los puntos de mínimo consumo se dan fuera del horario escolar, antes de las 9:00 y más allá de las 17:00.

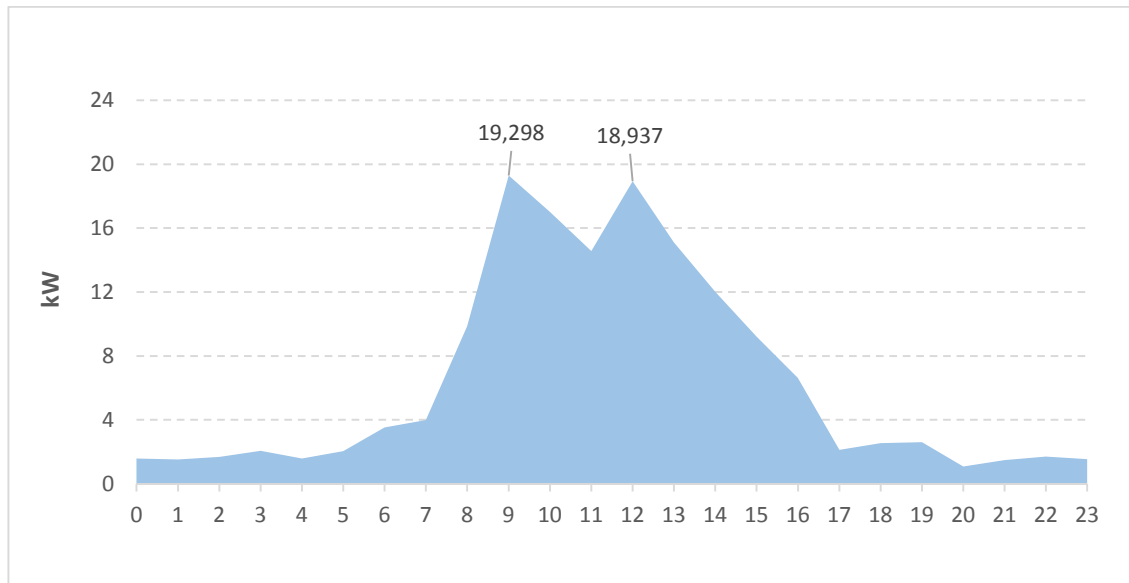


Gráfico 8. Curva de demanda de potencia obtenida de los datos del analizador de redes.

Jueves 09/06/2016

Los comentarios realizados sobre el día anterior son aplicables nuevamente en este caso.

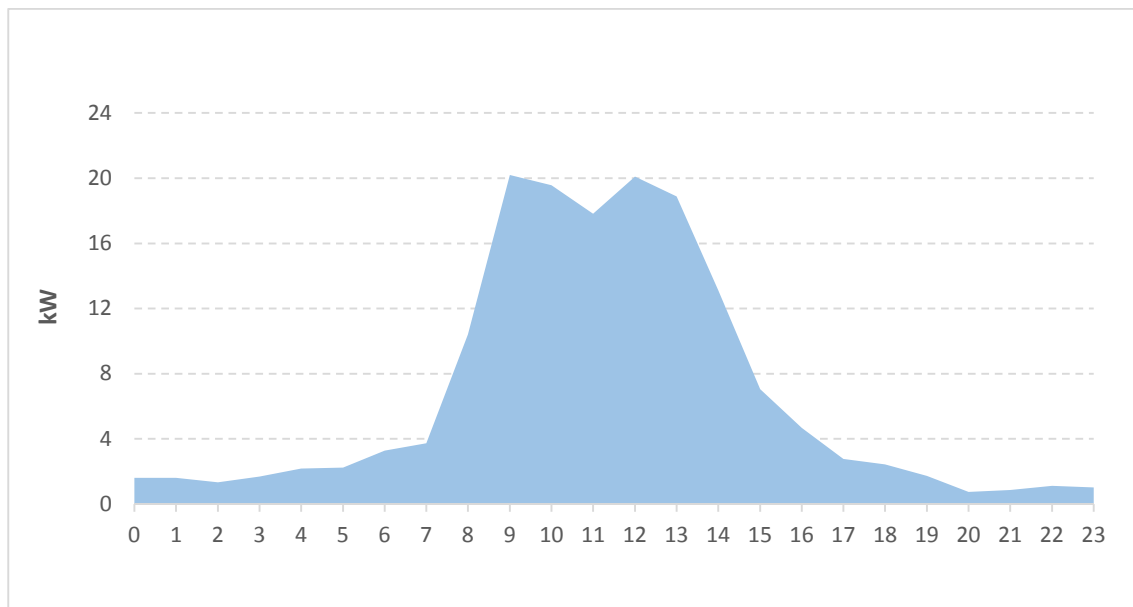


Gráfico 9. Curva de demanda de potencia obtenida de los datos del analizador de redes.

Viernes 10/06/2016

Los datos de demanda de potencia registrados el viernes difieren algo a los obtenidos en los dos días anteriores:

- Se sigue observando que la demanda es mayor a las 9:00.
- Disminuye conforme el día avanza y se alcanza la hora del recreo, volviendo a alcanzar un máximo relativo a las 12:00.
- Posteriormente desciende de manera más brusca. Puede ser debido a la utilización de luz natural para la iluminación de las aulas y al uso realizado de los equipos de cocina.

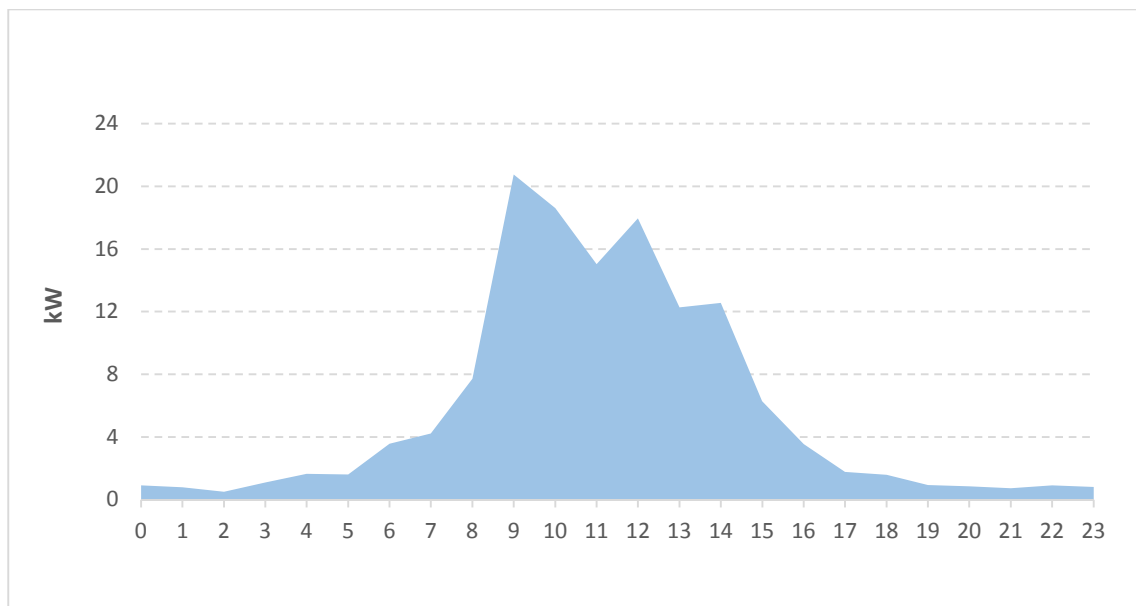


Gráfico 10. Curva de demanda de potencia obtenida de los datos del analizador de redes.

Sábado 11/06/2016

Como es de esperar, al ser un día no lectivo, el gráfico XXX muestra una demanda de energía muy inferior a los días anteriores ya estudiados. Prácticamente esta curva es constante y no supera en ningún caso los 2 kW de consumo.

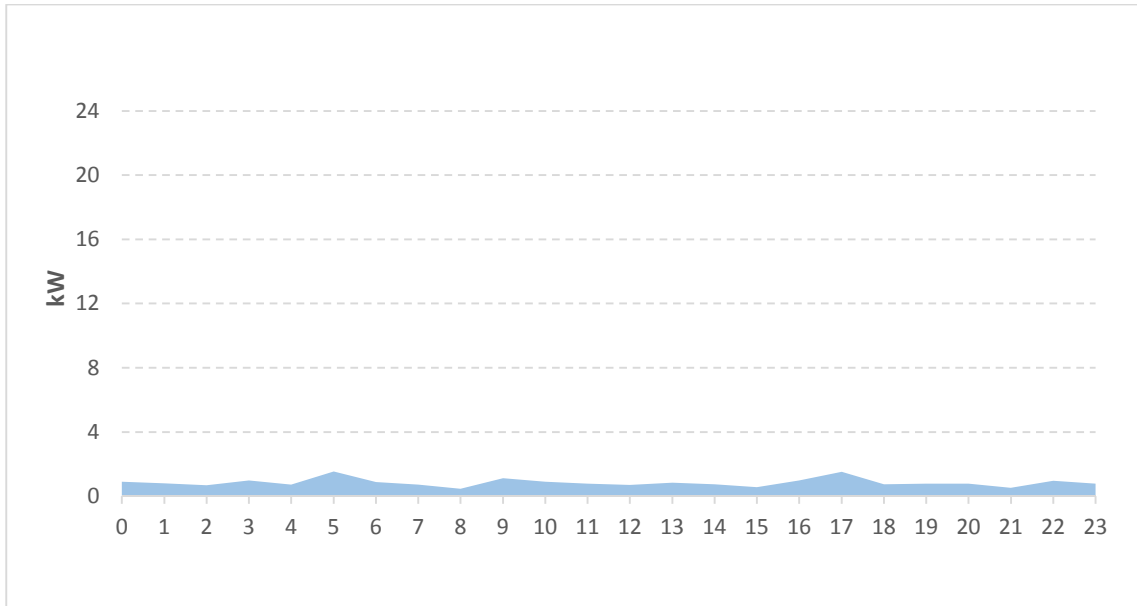


Gráfico 11. Curva de demanda de potencia obtenida de los datos del analizador de redes.

Domingo 12/06/2016

El domingo también es un día no lectivo y por tanto muestra una curva de consumo similar al sábado.

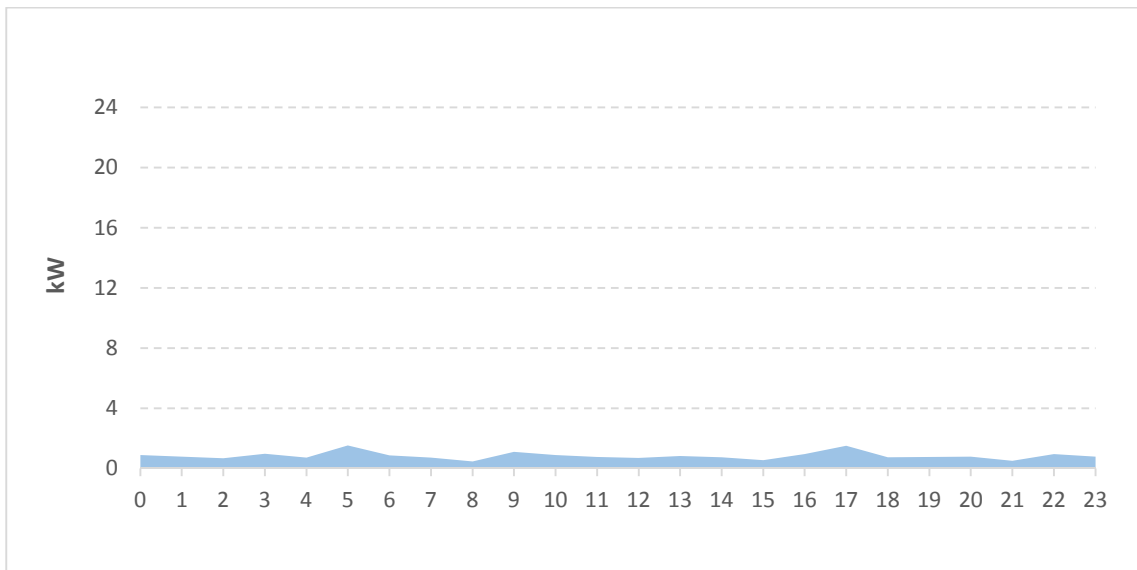


Gráfico 12. Curva de demanda de potencia obtenida de los datos del analizador de redes.

Lunes 13/06/2016

Se observa una situación típica de día lectivo, con dos picos de consumo algo superiores a los 20 kW.

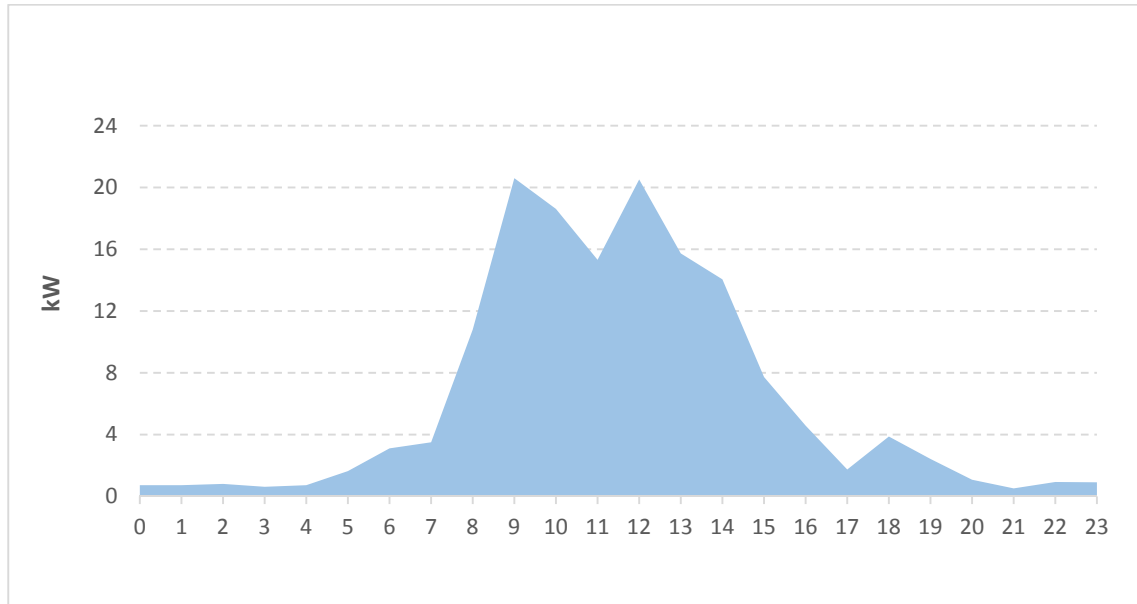


Gráfico 13. Curva de demanda de potencia obtenida de los datos del analizador de redes.

Martes 14/06/2016

El último día que completa el ciclo es el martes. Los puntos de máxima demanda rondan los 18 kW y los comentarios realizados para cualquier día de entresemana son también válidos para el propio martes 14 de junio de 2016.

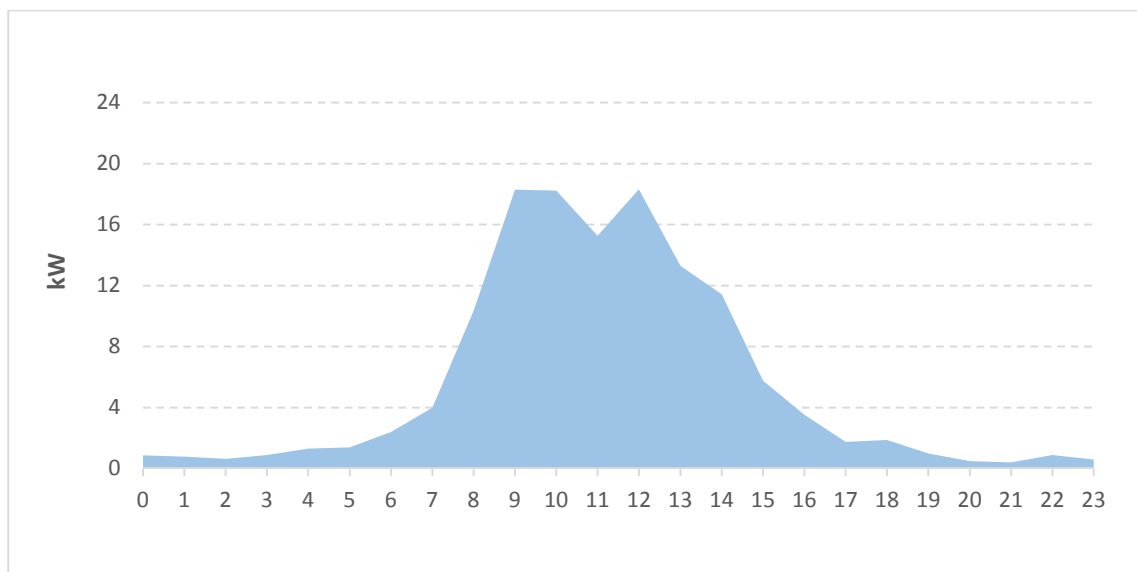


Gráfico 14 Curva de demanda de potencia obtenida de los datos del analizador de redes.

Resumen consumos analizados

Como se ha visto en los gráficos diarios mostrados anteriormente, existe un comportamiento claramente diferenciado entre los cinco días lectivos de la semana y los fines de semana. Este hecho se evidencia en el gráfico 15 que ilustra agrupadamente la demanda de potencia eléctrica diaria durante toda una semana.

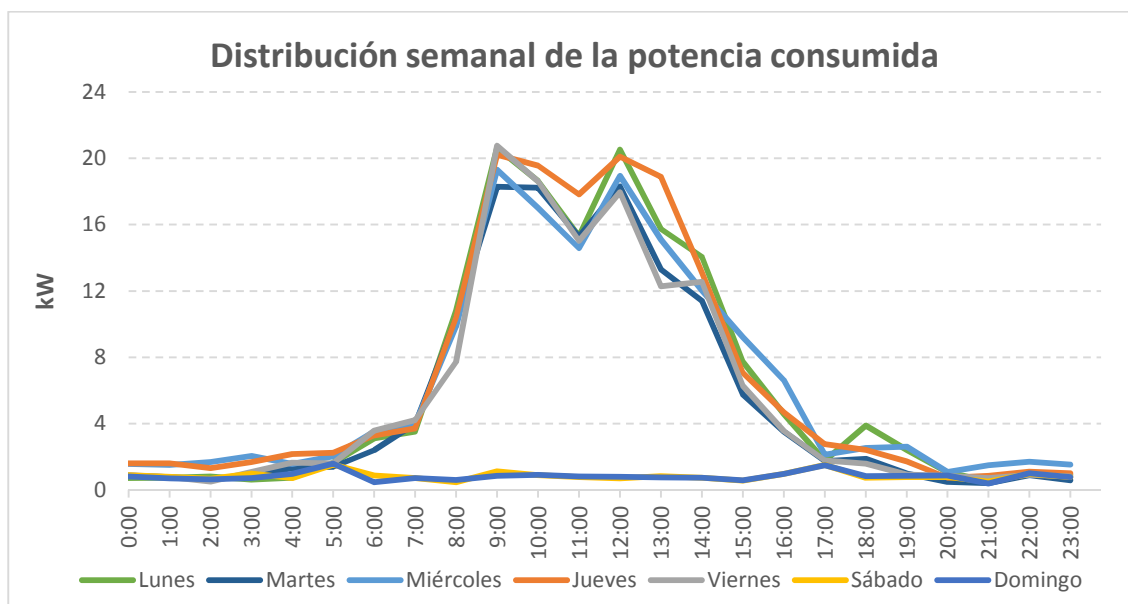


Gráfico 15 Curva de demanda de potencia obtenida de los datos del analizador de redes.

- Los días lectivos, la demanda es casi constante durante la noche, comenzando a incrementarse a partir de las 6:00, cuando el personal que realiza trabajos en el centro ajenos a la docencia comienza su jornada laboral. A partir de las 12:00 comienza un decremento progresivo del uso energético, debido en gran parte al mayor uso de iluminación solar en las aulas en detrimento de la iluminación artificial, hasta llegar a las 17:00 (fin del periodo lectivo). Únicamente repunta algo la demanda de potencia en el caso de que hayan actividades extraescolares, manteniéndose en torno a los 2 – 3 kW durante la noche.
- El fin de semana, la potencia demandada se mantiene casi constante con la evolución del día, no sobrepasando en ningún momento los 3 kW.

Se obtiene la media de kW consumidos en la instalación diariamente, siendo el consumo del centro de 32,337 kW semanales.

	Media de kW diarios
Miércoles	6,403
Jueves	6,671
Viernes	5,697
Sábado	0,849
Domingo	0,831
Lunes	6,310
Martes	5,574
TOTAL	32,337

Tabla 49. Media de kW diarios consumidos.

De la potencia semanal, se obtiene la potencia media de un día de la semana, lo cual multiplicándolo por 30 días y por 24 horas da como resultado el gasto energético del colegio durante el mes de junio de 2016.

Mes	Año	Consumo energético	Fuente
Junio	2016	3.326,053 kWh	Mediciones analizador de redes
Junio	2014	3.292,160 kWh	Facturación emitida por la comercializadora

Tabla 50. Comparativa de consumo eléctrico.

Las conclusiones de la tabla anterior deben tratarse con cautela. Por un lado, el consumo energético obtenido a través de dos fuentes diferentes para un mismo mes es muy similar. Sin embargo, existe la disparidad de los años del estudio de los consumos. El hecho de tratarse de estudios de dos fechas diferentes hace pensar que no tenga por qué coincidir los consumos energéticos, pero llama la atención que tratándose del mismo mes (junio), sean tan coincidentes entre sí.

Al fin y al cabo, esta situación sugiere la existencia de un patrón de consumo anual, siempre y cuando los equipos consumidores no se modifiquen sustancialmente y las pautas de conducta de los usuarios sean similares año tras año.

Análisis energético del edificio

Se deja aquí constancia de que los resultados expuestos en los siguientes subapartados son referidos a un periodo anual, es decir siempre que se hable de energía y balances, se hace referencia concretamente a energía anual y balances anuales.

Balance energético global

Los balances expuestos en los próximos subapartados sirven para explicar de forma clara y detallada la distribución de consumos energéticos producidos en el centro.

En primer lugar se obtiene un desglose de los consumos ocasionados en el centro en función de su fuente de energía empleada (gas butano o electricidad).

En segundo lugar se aumenta el nivel de profundización para cada fuente de energía, se presentan los balances en función del uso al que va destinado: climatización, iluminación, equipos, etc.

El consumo energético reflejado en los balances para los diferentes equipos se obtiene con la fórmula siguiente:

$$C_e \text{ (kWh)} = P \text{ (kW)} \times T \text{ (h)}$$

En cuanto a los términos de esta ecuación, la potencia es la del sistema y sus equipos. Además, se estima un tiempo de uso, y en su caso coeficientes de simultaneidad (ya aplicados en anteriores apartados), reflejando una mayor fidelidad a la hora de realizar los cálculos.

Los balances que se muestran, parten de los resultados obtenidos en el apartado de *Análisis de las instalaciones presentes*.

Balance por fuente de energía

Tal y como se ha reflejado ya en alguna ocasión en este documento, el suministro energético del centro se sustenta con energía proveniente de la red eléctrica.

	Consumo anual (kWh/año)	Consumo (%)
Electricidad	61.270,11	89,26
Gas butano	7.369,20	10,74

Tabla 51. Balance energético según fuente energética.

De la misma forma, las emisiones de CO₂ anuales derivadas del consumo de cualquier vía energética son:

	Emisiones de CO ₂ anuales (kg/año)	Emisiones (%)
Electricidad	10.170,84	84,46
Gas butano	1.871,78	15,54

Tabla 52. Emisiones de CO₂ derivadas de la producción de butano y de electricidad.

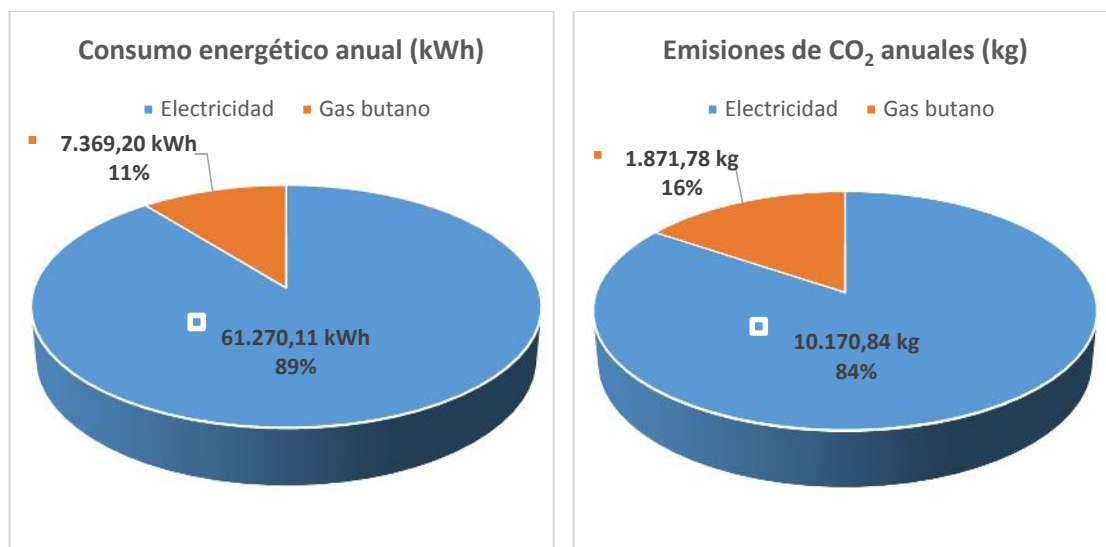


Gráfico 16. Porcentaje de consumo energético anual y de emisiones de CO₂, según la fuente energética.

Económicamente, el balance es el siguiente:

	Coste económico anual (€)	Coste económico (%)
Electricidad	6.732,50	89,95
Gas butano	751,96	10,05

Tabla 53. Resultados económicos del coste de consumo de cada fuente de energía.

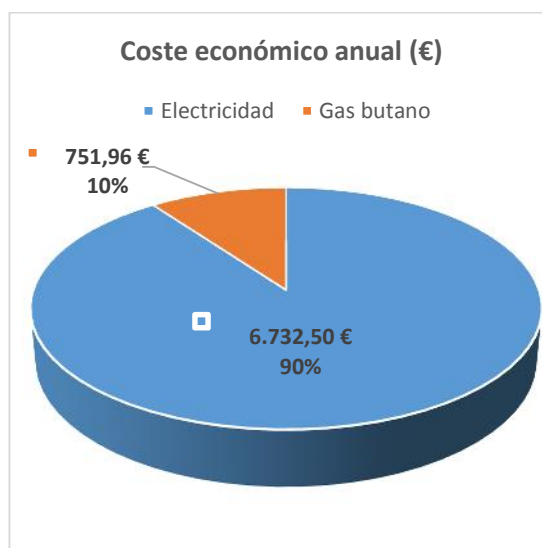


Gráfico 17. Porcentaje del coste de consumo de cada fuente de energía.

Balance energético por usos

Balance energético total

Uso energético	Consumo (kWh/año)	Consumo (%)
Fogones de cocina	7.369,20	10,64
Iluminación	37.261,97	53,80
Calefacción y climatización	13.127,82	18,95
Otros equipos	10.457,25	15,10
Vivienda conserje	1.050,00	1,52
TOTAL	69.266,24	100,00

Tabla 54. Balance energético según usos.

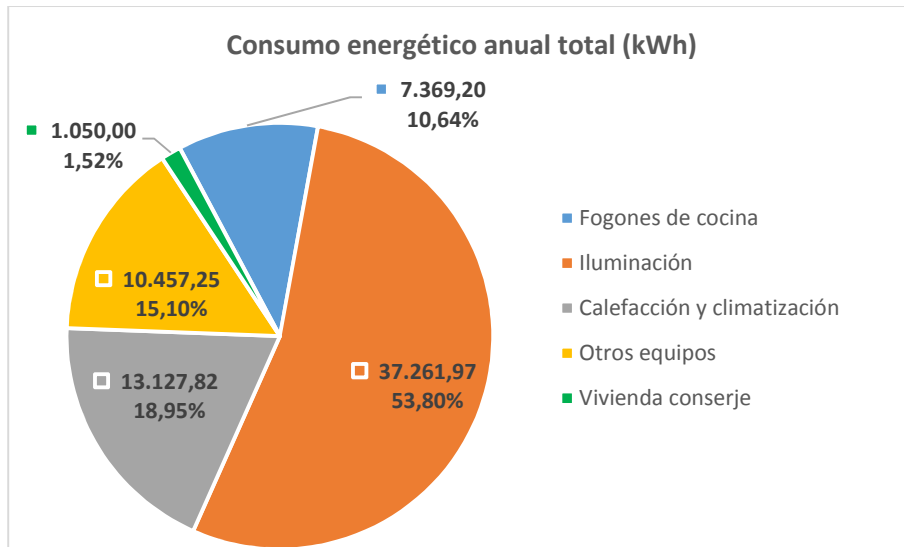


Gráfico 18. Consumo energético según usos.

Balance energético por uso de gas butano

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Fogones de cocina	7.369,20	100

Tabla 55. Balance energético según usos.

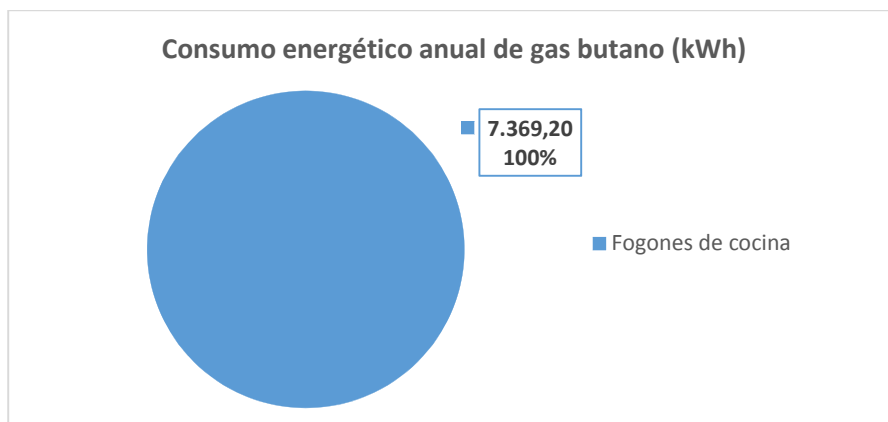


Gráfico 19. Balance energético según usos.

Balance energético por uso de electricidad

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	37.261,97	60,20
Calefacción y climatización	13.127,82	21,21
Otros equipos	10.457,25	16,89
Vivienda conserje	1.050,00	1,70
TOTAL	61.897,04	100,00

Tabla 56. Balance energético por consumo de electricidad.

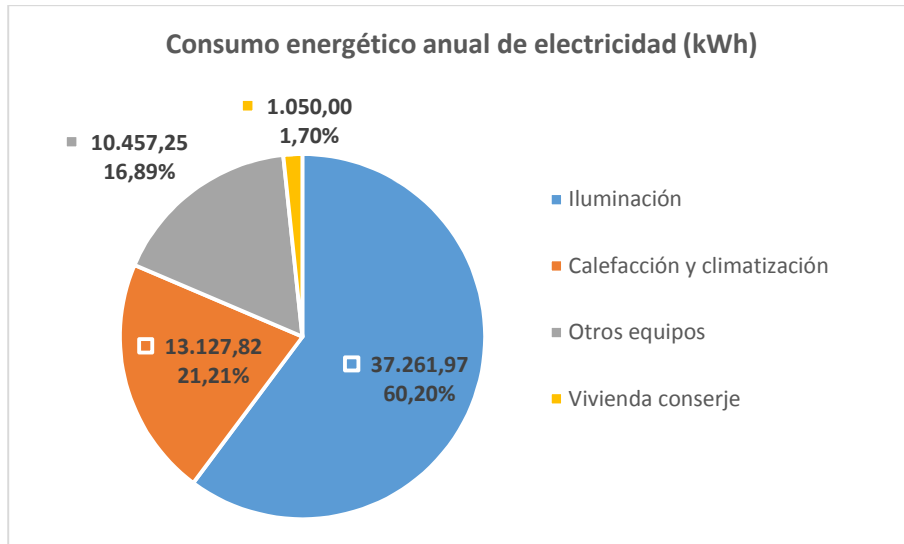


Gráfico 20. Balance energético por consumo de electricidad.

Iluminación

Iluminación	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Fluorescente 1 x 18 W	3,84	0,01
Fluorescente 1 x36 W	10.703,92	28,73
Fluorescente 2 x 36 W	24.299,13	65,21
Fluorescente 4 x 18 W	1.230,34	3,30
Aplicación bombilla incandescente	256,32	0,69
Alumbrado de emergencia	47,52	0,13
Halogenuro metálico de 400 W	720,9	1,93
TOTAL	37.261,97	100,00

Tabla 57. Balance energético por consumo en iluminación.

A continuación se muestra el gráfico circular asociado a los resultados de la tabla 57.

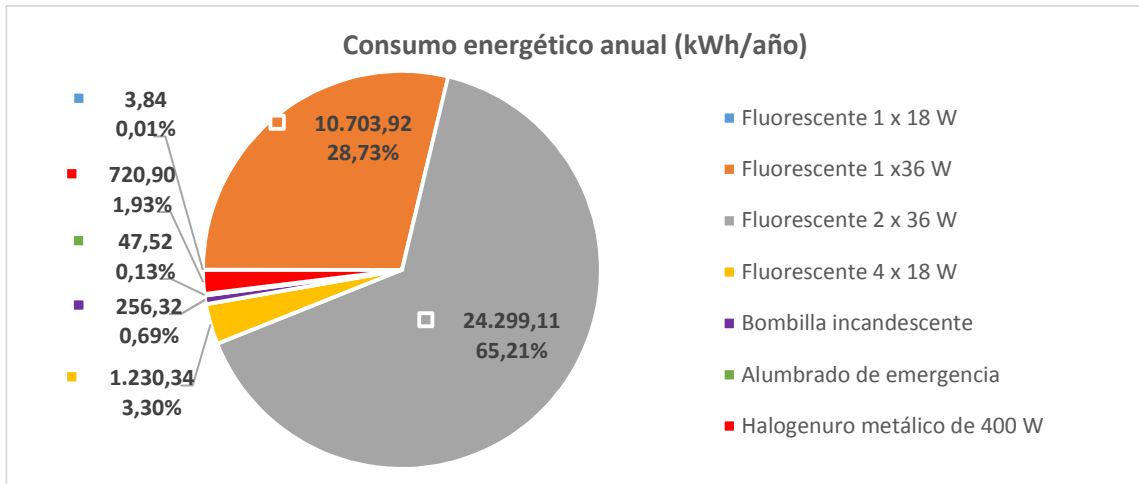


Gráfico 21. Balance energético por consumo en iluminación.

Calefacción y ventilación

Calefacción y climatización	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Radiadores eléctricos	12.997,26	99,01
Ventiladores de techo	130,56	0,99
TOTAL	13.127,82	100,00

Tabla 58. Balance energético por consumo en equipos de calefacción y climatización.

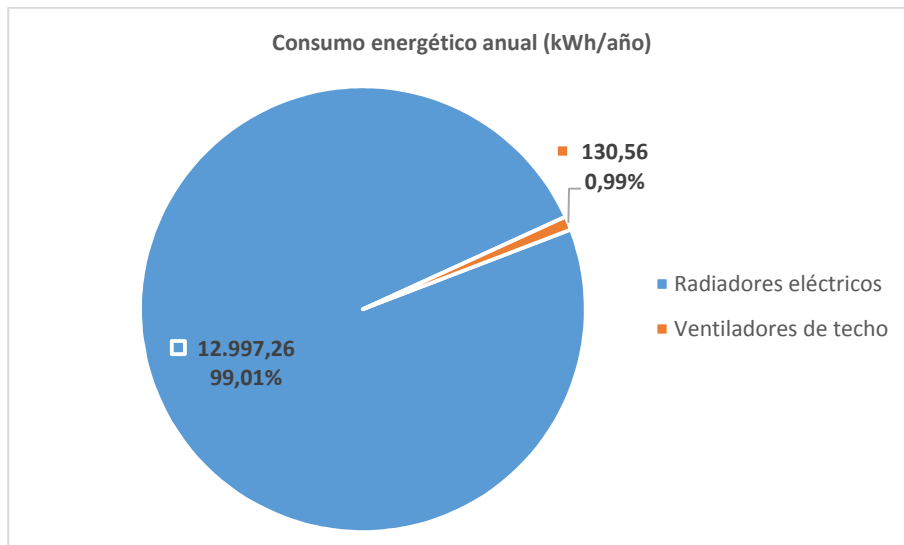


Gráfico 22. Balance energético por consumo en equipos de calefacción y climatización.

Otros equipos

Equipos audiovisuales incluye teles, altavoces, pantallas digitales...

Ordenadores y periféricos incluye ordenadores de sobremesa, fotocopiadoras, monitores...etc.

Equipos	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Equipos de cocina	3.080,95	29,46
Secamanos	190,36	1,82
Ascensor	22,50	0,22
Grupo de bombeo	576,72	5,52
Ordenadores y periféricos	5.761,86	55,10
Equipos audiovisuales	824,85	7,89
TOTAL	10.457,25	100,00

Tabla 59. Balance energético por consumo en otros equipos.

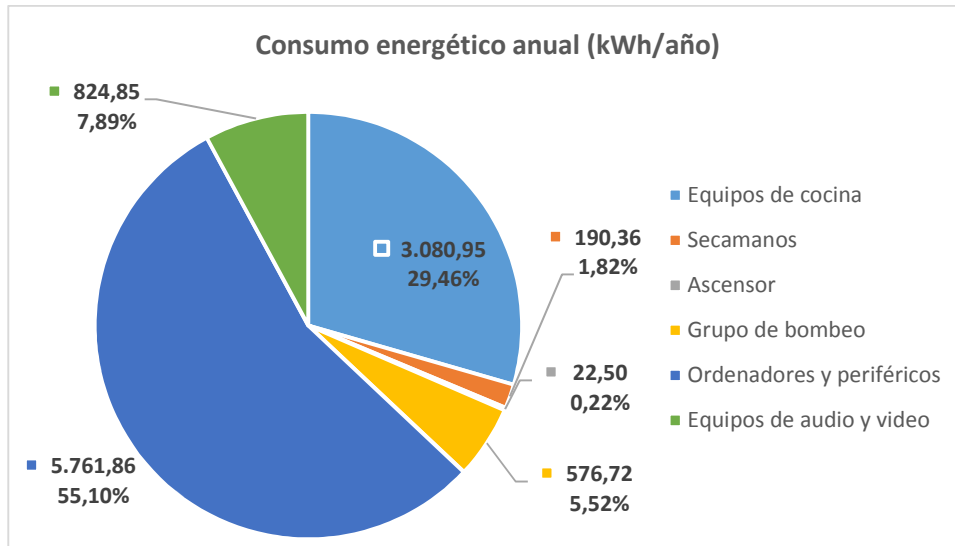


Gráfico 23 Balance energético por consumo en otros equipos.

Propuesta de mejoras

Tras haber estudiado las fuentes de energía utilizadas, los equipos de consumo y su distribución, las pautas de consumo, la facturación energética y todo lo referente a la instalación, se han visto oportunidades que invitan al menos, a estudiar una serie de alternativas en las instalaciones y en sus condiciones de servicio con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento de la energía. Este ahorro supondrá una contribución directa al medio ambiente, reduciendo emisiones de CO₂ a la atmósfera en pro de frenar el cambio climático, y además permitirá un ahorro económico.

Pese a todo, puede que no todas las mejoras propuestas vayan a cumplir su propósito, bien porque el ahorro energético de una fuente se compense con el aumento en el gasto de otra vía energética no renovable, o bien porque teniendo en cuenta la inversión a realizar no exista un ahorro económico, o incluso por la combinación de ambos.

El procedimiento que determina la viabilidad de las mejoras se basa pues en realizar una evaluación en términos estrictamente energéticos y medioambientales; y seguidamente llevar a cabo una valoración económica.

En la evaluación energética se tratan los siguientes puntos:

1. Ahorro energético (kWh/año): Para obtener este dato se necesitará en primer lugar conocer el consumo actual que corresponde a la parte de la instalación que se va a mejorar. A continuación se estudiará el consumo que se obtendría si la instalación tuviera aplicada la mejora. Finalmente, el ahorro energético será la diferencia entre estos dos casos.
2. Ahorro energético porcentual (%): Este resultado corresponderá al valor porcentual obtenido del ahorro energético en kWh/año, calculado en el punto anterior, comparándolo con el consumo actual de la instalación a mejorar.
3. Ahorro de emisiones (kg CO₂): En este apartado se calcula la rebaja de emisiones que se producirá al instalar la nueva mejora. Se deberá calcular el valor de las emisiones que corresponde a la parte de la instalación actual que se va a modificar y por otro lado, el valor de las mismas emisiones pero producidas con la mejora ya aplicada. Conocidos estos dos datos, el ahorro final de emisiones será la diferencia entre estos dos valores. Hay que

tener en cuenta que las emisiones producidas se calculan diferente dependiendo del tipo de fuente de energía que utiliza la instalación ya que, cada una ocasiona unas emisiones distintas. Si la instalación funciona con electricidad, se considerará que por cada kWh consumido, el 38,5% también será producido como kg de CO₂. En cambio, si la instalación es de gas natural, por cada kWh consumido, el 20,16% se producirá como kg de CO₂.

Mientras que la valoración económica recoge los siguientes aspectos:

1. Ahorro económico (€/año): Para obtener este ahorro se calculará en primer lugar el coste que produce la parte de la instalación que se está estudiando. A continuación se calculará el coste que produciría si estuviera implantada la mejora. Para ello se utilizará el consumo en kWh con la instalación mejorada y se calculará el coste final que se obtendría. Finalmente, la diferencia que se produciría entre el coste actual y el coste con la mejora implantada sería el ahorro económico anual obtenido.
2. Inversión (€): A este punto le corresponden los gastos iniciales necesario para realizar la mejora. Estará formado por el coste de los sistemas a instalar, el material que se necesitará y las horas y el gasto producido por la mano de obra necesaria para instalar la mejora.
3. Periodo de retorno (años): Este resultado será el que finalmente ayudará en la decisión de implantar o no la mejora. El valor se obtendrá de dividir la inversión inicial por el ahorro económico anual.

La combinación del estudio de ambas valoraciones, permitirá clasificar dichas propuestas según su viabilidad para llevarlas a buen término, ordenando las que sean viables según la eficacia y eficiencia de realizar cada una de ellas.

Medidas de ahorro propuestas en la instalación eléctrica

Ajuste de la oferta tarifaria

La primera medida pasa por realizar un estudio de la tarifa que tiene contratada el colegio y determinar la idoneidad o no de la misma y en caso contrario realizar un cambio y/o ajuste de la tarifa.

Estudio de la situación inicial

Actualmente, la tarifa contratada es una tarifa con discriminación horaria de tres periodos: la tarifa DH 3.0A. Esta tarifa presenta una tarificación según las mediciones de un maxímetro en cada uno de los periodos. En el caso de que la demanda de potencia sea superior a la contratada, se garantiza el suministro ininterrumpido, pero esto puede conllevar la aplicación de penalizaciones en la factura por parte de la empresa comercializadora.

Las características de cómo se realiza la facturación ha sido descrita anteriormente en este documento en el apartado “Análisis de los consumos energéticos facturados”.

La siguiente tabla muestra la situación actual de la contratación y facturación del colegio.

	Contratada (kW)			Consumida (kW)			Cobrada (kW)			TOTAL
	PP	PLL	PV	PP	PLL	PV	PP	PLL	PV	
Enero	79,4	79,4	79,4	35	79	15	67,49	79	67,49	502,72 €
Febrero	79,4	79,4	79,4	29	71	12	67,49	71	67,49	447,08 €
Marzo	79,4	79,4	79,4	35	34	8	67,49	67,49	67,49	466,92 €
Abril	79,4	79,4	79,4	35	34	8	67,49	67,49	67,49	457,12 €
Mayo	79,4	79,4	79,4	35	34	8	67,49	67,49	67,49	490,68 €
Junio	79,4	79,4	79,4	25	30	7	67,49	67,49	67,49	469,57 €
Julio	79,4	79,4	79,4	4	3	3	67,49	67,49	67,49	466,92 €
Agosto	79,4	79,4	79,4	4	3	3	67,49	67,49	67,49	470,77 €
Septiembre	79,4	79,4	79,4	4	3	3	67,49	67,49	67,49	474,96 €
Octubre	79,4	79,4	79,4	24	27	6	67,49	67,49	67,49	490,79 €
Noviembre	79,4	79,4	79,4	26	27	6	67,49	67,49	67,49	474,96 €
Diciembre	79,4	79,4	79,4	30	61	8	67,49	67,49	67,49	466,92 €
										5.679,41 €

Tabla 60. Situación actual de la facturación por término de potencia contratada.

El coste debido a la facturación de la potencia contratada es de **5.679,41 €**.

De la tabla anterior se observa que de forma regular no se consume un valor superior al 85% de la potencia contratada, lo que significa que se está pagando por más potencia de la que realmente se está consumiendo.

Estudio de la situación con ajuste propuesto

Debido a la naturaleza del consumidor (colegio público), se considera que la tarifa 3.0A es la adecuada por sus características. Sin embargo, es necesario ajustar la potencia contratada actualmente, por lo que se propone el siguiente escenario:

	Contratada (kW)			Consumida (kW)			Cobrada (kW)			TOTAL
	PP	PLL	PV	PP	PLL	PV	PP	PLL	PV	
Enero	35	35	35	35	79	15	35 125,45 €	163,5 355,51 €	29,75 46,02 €	526,98 €
Febrero	35	35	35	29	71	12	29,75 96,32 €	139,5 273,97 €	29,75 41,56 €	411,85 €
Marzo	35	35	35	35	34	8	35 125,45 €	34 73,93 €	29,75 46,02 €	245,40 €
Abril	35	35	35	35	34	8	35 121,41 €	34 71,54 €	29,75 44,53 €	237,48 €
Mayo	35	35	35	35	34	8	35 125,45 €	34 73,93 €	29,75 46,02 €	245,40 €
Junio	35	35	35	25	30	7	29,75 103,20 €	30 63,13 €	29,75 44,53 €	210,85 €
Julio	35	35	35	4	3	3	29,75 106,63 €	29,75 64,69 €	29,75 46,02 €	217,34 €
Agosto	35	35	35	4	3	3	29,75 106,63 €	29,75 64,69 €	29,75 46,02 €	217,34 €
Septiembre	35	35	35	4	3	3	29,75 103,20 €	29,75 62,60 €	29,75 44,53 €	210,33 €
Octubre	35	35	35	24	27	6	29,75 106,63 €	29,75 64,69 €	29,75 46,02 €	217,34 €
Noviembre	35	35	35	26	27	6	29,75 103,20 €	29,75 62,60 €	29,75 44,53 €	210,33 €
Diciembre	35	35	35	30	61	8	30 107,53 €	109,5 238,09 €	29,75 46,02 €	391,64 €
										3.342,25 €

Tabla 61. Propuesta de ajuste de oferta tarifaria, variando el término de potencia contratada.

Se puede observar que tras los cálculos de este nuevo escenario de contratación, la facturación por este concepto desciende, estableciéndose en **3.646,57€**.

La comparativa de los principales resultados se muestra en las tablas 62 y 63.

	Término potencia contratada						
	Contratada (kW)	Consumida (kW)	Cobrada (kW)	Coste (kW)	Máx. (kW)	Mín. (kW)	Media (kW)
PP	79,4	286	809,88	2.824,15 €	67,49	67,49	67,49
PLL	79,4	406	824,9	1.725,60 €	79	67,49	68,74
PV	79,4	87	809,88	1.129,66 €	67,49	67,49	67,49
TOTAL		779	2.444,66	5.679,41 €			

Tabla 62. Resumen de facturación con las condiciones actuales.

	Término potencia contratada						
	Contratada (kW)	Consumida (kW)	Cobrada (kW)	Coste (kW)	Máx. (kW)	Mín. (kW)	Media (kW)
PP	35	286	378,25	1.410,77 €	35	29,75	31,52
PLL	35	406	693,25	1.632,13 €	163,5	29,75	57,77
PV	35	87	357	603,67 €	29,75	29,75	29,75
TOTAL		779	1.428,5	3.646,57 €			

Tabla 63. Resumen de facturación con las condiciones propuestas en las mejoras.

Estudio energético

El ahorro energético asociado a esta propuesta se cifra en **1.428,5 kW** anuales, lo que supone un ahorro energético del 41,57%.

	Ahorro energético (kW/año)	Ahorro energético (%)
Ajuste de tarifa	1.016,16	41,57

Tabla 64. Ahorro energético estimado con la mejora propuesta.

Estudio económico

Los resultados mostrados a continuación están calculados tomando los precios de mercado para el año 2017 que ofrece la empresa distribuidora. En el anexo XXX se adjunta la documentación con los detalles de la tarifa para el año 2017

	Ahorro económico	Ahorro económico (%)
Ajuste de tarifa	2.032,84 €	35,79

Tabla 65. Ahorro económico estimado con la mejora propuesta.

Con esta situación de ajuste tarifario se conseguirá un ahorro de **2.032,84€**.

Cabe destacar, que además del ahorro que supone la siguiente propuesta, esta no conlleva ningún coste asociado a su ejecución.

Compensación de reactiva

Estudio de la situación inicial

El consumo de energía reactiva únicamente supone un coste en la factura en concepto de energía reactiva si el consumo de esta energía respecto a la energía activa es excesiva. Este exceso se valora a través del factor de potencia que se define mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Cos}\phi = \frac{E. \text{ Activa}}{\sqrt{(E. \text{ Activa})^2 + (E. \text{ Reactiva})^2}}$$

Tal y como se ha explicado en apartados anteriores, la facturación en función del factor de potencia se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Factor de potencia < 0,80 → 0,062332 €/kVArh.
- 0,80 ≤ Factor de potencia < 0,95 → 0,041554 €/kVArh.
- 0,95 ≤ Factor de potencia → Sin penalización.

Para evitar las penalizaciones por tener un factor de potencia inferior a 0,95 se emplean habitualmente baterías de condensadores que aumentan el factor de potencia de la instalación.

		Energía reactiva consumida (kVArh)	Energía activa consumida (kWh)	Energía reactiva facturada (kVArh)	Cosφ
Enero	PP	383,00	955,00	67,85	0,9281
	PV	1.787,00	7.358,00		0,9718
Febrero	PP	432,00	1.030,00	92,10	0,9222
	PV	1.993,00	7.862,00		0,9693
Marzo	PP	576,53	1.032,43	235,83	0,8731
	PV	1.472,16	3.243,54	401,79	0,9106
Abril	PP	557,93	999,13	228,22	0,8731
	PV	1.424,67	3.138,91	388,83	0,9106
Mayo	PP	576,53	1.032,43	235,83	0,8731
	PV	1.472,16	3.243,54	401,79	0,9106
Junio	PP	785,00	1.343,00	341,81	0,8633
	PV	1.310,00	2.346,00	535,82	0,8731
Julio	PP	94,05	131,40	50,69	0,8132
	PV	147,33	235,62	69,58	0,8479
Agosto	PP	94,05	131,40	50,69	0,8132
	PV	147,33	235,62	69,58	0,8479
Septiembre	PP	856,90	1.197,20	461,82	0,8132
	PV	1.342,34	2.146,76	633,91	0,8479
Octubre	PP	700,00	1.224,00	296,08	0,8681
	PV	1.218,00	2.284,00	464,28	0,8824
Noviembre	PP	578,00	1.079,00	221,93	0,8815
	PV	2.384,00	5.450,00	585,50	0,9162
Diciembre	PP	255,00	797,00		0,9524
	PV	1.367,00	7.252,00		0,9827

Tabla 66. Situación actual de facturación de energía reactiva.

	Energía reactiva cobrada por exceso	Coste
PP	2.282,77 €	94,86€
PLL	3.551,08 €	147,56€
PV	-	-
	5.833,85 €	242,42€

Tabla 67. Resumen de la facturación por exceso de reactiva actualmente.

Pese a que la penalización por consumo excesivo de reactiva no es muy elevado, una batería de condensadores puede evitar este importe.

Partiendo de los datos de la tabla 66, la situación más desfavorable se da en el mes de septiembre, cuando la facturación por exceso de consumo de reactiva es mayor (636,73 kVArh).

El proceso de cálculo para determinar la capacidad de la batería es el siguiente:

$$Q = \frac{E a \times (\tan \varphi a - \tan \varphi d)}{T}$$

$$Q = \frac{2.146,76 \times (0,6253 - 0,3287)}{24 \times 30} = 1,768 \text{ k h}$$

Así pues se elige una **batería comercial de 2 kVArh**.

Estudio energético

	Ahorro energético (kVArh/año)	Ahorro energético (%)
Batería de condensadores	21.954,00	100,00%

Tabla 68

Estudio económico

Los datos económicos han sido obtenidos del Instituto Valenciano de la Edificación para el año 2017, a través de su herramienta web.

	Ahorro económico	Ahorro económico (%)
Batería de condensadores	242,42 €	100,00

Tabla 69. Ahorro estimado con la mejora.

Concepto	Coste unitario	Unidades	Coste total
Batería de condensadores	321,56 €	1	892,44 €
Material electricidad	80 €	1	
Instalación	Tiempo mano de obra (h)	Coste mano de obra (€/h)	
Oficial de 1ª electricidad	16	16,58	
Especialista electricidad	16	14,10	

Tabla 70. Inversión necesaria para llevar a cabo la mejora.

El coste total de esta mejora supone una inversión de **892,44 €**, permitiendo un ahorro económico de **242,42 € anuales**.

Instalación de un sistema solar fotovoltaico para cubrir parte de la demanda eléctrica del edificio.

Debido a la complejidad y a la extensión del estudio de esta mejora, se incluye en el presente documento un apartado exclusivo para el estudio de la propuesta.

En el apartado “Instalación de un sistema solar fotovoltaico de autoconsumo” se muestran todos los cálculos y características del proyecto.

Instalación de iluminación

Sustitución de los fluorescentes actuales por tubos LEDs

Estudio de la situación inicial

Actualmente, la iluminación principal del colegio está formada por fluorescentes tubulares instalados en pantallas de uno, dos o cuatro tubos y que debido a su antigüedad operan todavía con balastos electromagnéticos. Estos tubos fluorescentes ofrecen un rendimiento lumínico en torno a los 75 lum/W, rendimiento muy inferior al que podemos lograr con unos tubos de tecnología LED, normalmente en torno a los 100 lum/W. En algunos casos el rendimiento puede ser incluso mayor, ya que por ejemplo actualmente las marcas líderes del sector de la iluminación ofrecen productos con un rendimiento de hasta 160 lum/W.

Además del rendimiento energético, el uso de tubos LED conlleva otras ventajas como por ejemplo:

- Una mayor vida útil, en torno a las 50.000 horas de servicio, lo que acaba traducándose en un menor coste de mantenimiento.
- Su encendido es instantáneo aportando instantáneamente toda su luminosidad sin parpadeos y no sufre un deterioro asociado al número de encendidos, sino que únicamente depende de sus horas de servicio.
- Su degradación lumínica es gradual sin llegar a producir los molestos parpadeos de los fluorescentes cuando están cerca del final de su vida útil.

- De cara al medioambiente, cabe destacar también que no contienen mercurio, lo cual los hace más ecológicos a la hora de la fabricación y de su reciclaje tras su vida útil, favoreciendo la sostenibilidad.

A través de los datos técnicos del fabricante, se determina la siguiente relación para la sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED:

	Tubo fluorescente	Tubo LED
	18 W	8 W
	36 W	16 W
Flujo luminoso (lum/W)	70	160

Tabla 71. Equivalencia de sustitución de los actuales fluorescentes por tubos LED.

Además:

- Las bombillas incandescentes de 60 W se sustituirán por bombillas LED de 5,5 W.
- Las luces de emergencia de 18 W se sustituirán por luces de emergencia LED de 3 W.
- Los halogenuros metálicos de 450 W, serán reemplazados por focos LED de 162 W y 21.000 lúmenes.

En los anexos se incluyen los datos técnicos de estas luminarias LED elegidas.

Estudio energético

La tabla 72 muestra el resumen de la potencia instalada actualmente por tipología de equipo.

Luminaria actual	Potencia nominal (W)	Potencia real (W)	Potencia instalada (W)
Pantalla 1X18 W (0,60 m)	18	21,6	18,00
Pantalla 1X36 W (1,20 m)	36	43,2	4.176,00
Pantalla 2X36 W (1,20 m)	72	86,4	14.976,00
Pantalla 4X18 W (0,60 m)	72	86,4	1.440,00
Aplique bombilla incandescente	60	60	360,00
Luz emergencia y señalización	18	18	1.584,00
Halogenuros metálicos	400	450	2.400,00
			24.954,00

Tabla 72. Potencia instalada actualmente.

Mientras que la tabla 73 hace lo propio en función de la estimación de potencia futura instalada con las luminarias LED.

Luminaria tubos LED	Potencia nominal (W)	Potencia real (W)	Potencia instalada (W)
Tubo LED 1X8 W	8	8	8,00
Tubo LED 1X16 W	16	16	1.856,00
Tubos LED 2X16 W	32	32	6.656,00
Tubos LED 4X8 W	32	32	640,00
Bombilla LED esférica 5,5 W	5,5	5,5	33,00
Luz emergencia LED 3 W	3	3	264,00
Proyector LED 162 W	162	162	972,00
			10.429,00

Tabla 73. Potencia LED instalada en un futuro con la mejora.

Como se puede observar, la diferencia de potencia instalada aplicando la mejora propuesta se reduciría ampliamente, hasta prácticamente situarse en un tercio de la potencia actual instalada. La potencia final instalada se cifraría en **10.429,00 €**, lo que implica conseguir un importante ahorro energético directo.

Los cálculos y comparaciones de consumos energéticos se muestran a continuación:

Luminaria actual	Consumo energético actual (kWh/año)	Luminaria tubos LED	Consumo energético estimado (kWh/año)
Pantalla 1X18 W (0,60 m)	3,84	Tubo LED 1X8 W	1,42
Pantalla 1X36 W (1,20 m)	10.703,92	Tubo LED 1X16 W	3.964,42
Pantalla 2X36 W (1,20 m)	24.299,14	Tubos LED 2X16 W	8.999,68
Pantalla 4X18 W (0,60 m)	1.230,34	Tubos LED 4X8 W	455,68
Aplicación bombilla incandescente	256,32	Bombilla LED esférica 5,5 W	23,50
Luz emergencia y señalización	47,52	Luz emergencia LED 3 W	7,92
Halogenuros metálicos	720,90	Proyector LED 162 W	259,52
	37.261,98		13.712,14

Tabla 74. Comparativa de consumos entre ambas tecnologías.

Teniendo en cuenta los tiempos de utilización de funcionamiento de los equipos y los cálculos obtenidos en apartados anteriores se estima un consumo energético final de **13.712,14€** anuales con la sustitución de las luminarias.

Luminaria tubos LED	Ahorro energético anual (kWh/año)	Ahorro energético anual (%)
Tubo LED 1X8 W	2,42	0,01
Tubo LED 1X16 W	6.739,51	18,09
Tubos LED 2X16 W	15.299,46	41,06
Tubos LED 4X8 W	774,66	2,08
Bombilla LED esférica 5,5 W	232,82	0,62
Luz emergencia LED 3 W	39,60	0,11
Proyector LED 162 W	461,38	1,24
	23.549,84	63,20

Tabla 75. Ahorro energético con la instalación de tubos LED en sustitución de los fluorescentes actuales.

Finalmente, el ahorro energético se cifra en **23.549,84€** anuales y se corresponde con un ahorro energético del **63,2%** respecto a la situación actual. Desde el punto energético llevar a cabo esta propuesta es altamente recomendable.

Estudio económico

Teniendo en cuenta el coste unitario de los equipos LED, se realiza una valoración de la inversión económica asociada. El coste unitario de los equipos incluye el material auxiliar necesario para la instalación de los mismos y la adaptación del cableado de las pantallas si fuera necesario.

Los precios de mano de obra han sido estimados a partir del catálogo web del Instituto Valenciano de la Edificación para el año 2017.

Luminaria tubos LED	Coste unitario	Oficial 2ª electricidad	Tiempo mano de obra (h)	Coste Total por luminaria	Coste total luminarias
Tubo LED 1X8 W	19,95 €	16,56 €	0,5	28,23 €	28,23 €
Tubo LED 1X16 W	28,50 €	16,56 €	0,5	36,78 €	4.266,48 €
Tubos LED 2X16 W	28,50 €	16,56 €	0,5	65,28 €	13.578,24 €
Tubos LED 4X8 W	19,95 €	16,56 €	0,5	88,08 €	1.761,60 €
Bombilla LED esférica 5,5 W	4,59 €	16,56 €	0,5	12,87 €	77,22 €
Luz emergencia LED 3 W	16,95 €	16,56 €	0,5	25,23 €	2.220,24 €
Proyector LED 162 W	583,00 €	16,56 €	0,5	591,28 €	3.547,68 €
					25.479,69 €

Tabla 76. Inversión asociada a la propuesta.

La inversión en este caso es bastante elevada. La desventaja de la iluminación LED reside en el elevado coste de los materiales respecto a los fluorescentes y a la iluminación incandescente. El coste total de la sustitución de las luminarias es de **25.479,69€**.

Por último, la tabla 77 muestra una relación del gasto anual que se tendría en iluminación con la aplicación de esta mejora y que asciende a **1.506,72€**.

Luminaria tubos LED	Coste económico anual del consumo con mejora	Ahorro económico con mejora	Ahorro anual en facturación de energía variable (%)
Tubo LED 1X8 W	0,16 €	0,27 €	0,00
Tubo LED 1X16 W	435,62 €	740,55 €	11,00
Tubos LED 2X16 W	988,90 €	1.681,14 €	24,97
Tubos LED 4X8 W	50,07 €	85,12 €	1,26
Bombilla LED esférica 5,5 W	2,58 €	25,58 €	0,38
Luz emergencia LED 3 W	0,87 €	4,35 €	0,06
Proyector LED 162 W	28,52 €	50,70 €	0,75
	1.506,72 €	2.587,71 €	38,44

Tabla 77. Estimación ahorro con la propuesta.

Teniendo en cuenta los precios de la energía para el año 2014, que es con los que se compara esta propuesta se consigue un ahorro de **2.587,71€ anuales** respecto a lo pagado en ese momento, estimando un ahorro del **38,44%** en la facturación por el consumo de energía activa.

Cabe añadir un comentario a este análisis económico que se hará extensible a otros apartados de este documento a la hora de cuantificar el ahorro económico de las propuestas:

El precio de la energía está actualmente regulado por un acuerdo contractual con la empresa distribuidora, aunque el precio puede ser cambiante debido a la continua evolución del mercado energético y de la regulación del mismo. Con esto se quiere resaltar que en función del periodo de tiempo estudiado, los ahorros o costes energéticos pueden variar para unos mismos valores de consumo, por lo que estos cálculos tienen carácter orientativo. El espíritu de esta auditoría y de las mejoras propuestas pasa por conseguir el ahorro energético; ya que independientemente del precio de la energía, cuando menos energía se consuma, menor será la energía facturada y mayor será la contribución a la sostenibilidad.

Impacto ambiental

Además, este nuevo escenario tiene grandes beneficios para el medio ambiente ya que se lograría reducir la huella de carbono por generación de electricidad.

Luminaria tubos LED	Ahorro emisión CO ₂ anual (kg)	Ahorro emisión CO ₂ anual (%)
Tubo LED 1X8 W	0,40	0,01
Tubo LED 1X16 W	1.118,76	18,09
Tubos LED 2X16 W	2.539,71	41,06
Tubos LED 4X8 W	128,59	2,08
Bombilla LED esférica 5,5 W	38,65	0,62
Luz emergencia LED 3 W	6,57	0,11
Proyector LED 162 W	76,59	1,24
	3.909,27	63,20

Tabla 78. Datos del beneficio de la mejora para el medioambiente.

El ahorro asciende hasta las casi **4 toneladas** de emisiones de CO₂.

Instalación de detectores de presencia en aseos y zonas comunes

Estudio de la situación inicial

En zonas de uso común y zonas de paso en las que confluyen varias personas de forma puntual como pueden ser los pasillos o los aseos, es habitual que se produzcan gastos innecesarios de

electricidad por el descuido de dejarse las luces encendidas o incluso encenderlas cuando no son necesarias.

La instalación de detectores de presencia sería una solución ideal para evitar estas situaciones de derroche energético.

Los detectores de presencia pueden llegar a evitar el 50% del consumo energético en una zona de actuación. En concreto los que se han seleccionado en este caso tienen las siguientes características:

- Área de detección:
 - Pequeños movimientos: 5 metros.
 - Movimientos transversales: entre 8 y 12 metros.
- Tiempo de retardo a la desconexión ajustable entre 10 segundos y 5 minutos.
- Inhibición por luz diurna (ajustable): 2- 2000 lúmenes. Útil para evitar encendidos innecesarios.
- Selectores de funcionamiento: Modo automático / ON/ OFF.

Estudio energético

Se realiza el estudio teniendo en cuenta el consumo en iluminación acotado a las zonas y tipología de luminarias instaladas en las zonas de montaje de los detectores.

Zona de aplicación	Consumo en iluminación aplicable (kWh/año)	Ahorro energético (%)	Consumo energético estimado (kWh/año)
Pasillos	10.703,92	50	5.351,96
Aseos	1.486,66	50	743,33
	12.190,58		6.095,29

Tabla 79. Consumo energético estimado tras la instalación de detectores de presencia.

Así pues se cuantifica el ahorro energético asociado a esta medida en **6.095,29€**.

Estudio económico

El precio de mano de obra se toma de la base de datos del Instituto Valenciano de la Edificación y la instalación del número de detectores se detecta en función de la finalidad de la zona de actuación de los mismos y de las características constructivas de los lugares de aplicación.

Concepto	Zona de aplicación		Unidades		Coste unitario	Coste por detector	Coste total medida
			Por zona	Totales			
Detector de movimiento pasillo	Zonas de paso	Pasillo corto	2	8	43,00 €	55,42 €	1.551,76 €
		Pasillo largo	3	9			
Detector de movimiento techo	Aseos	Aseo individual	1	5	43,00 €		
		Aseos de genero	2	6			
Instalación	Tiempo mano de obra (h)		Coste mano de obra (€/h)				
Oficial de 2ª electricidad	0,75		16,56				

Tabla 80. Inversión para la ejecución de la mejora.

Del mismo modo que con la propuesta de sustitución de luminarias se realiza un estudio económico tomando como valor de referencia para el precio de la energía los vigentes en el contrato del año estudiado (2014).

Zona de aplicación	Ahorro económico con mejora	Ahorro anual en facturación de energía variable (%)
Pasillos	588,09 €	8,74
Aseos	81,68 €	1,21
	669,76 €	9,95

Tabla 81. Ahorro estimado tras aplicar la propuesta.

El ahorro económico se cuantifica a partir de la siguiente aproximación: se toma el precio medio del kWh de los periodos punta y llano, despreciando el del periodo valle ya que en este espacio de tiempo el colegio permanece cerrado.

Impacto ambiental

Esta medida, también permite dar un balón de oxígeno al medioambiente y lograr un ahorro en las emisiones de CO₂.

Zona de aplicación	Ahorro emisión CO ₂ anual (kg)	Ahorro emisión CO ₂ anual (%)
Pasillos	888,43	43,90
Aseos	123,39	6,10
	1.011,82	50,00

Tabla 82. Datos del beneficio de la mejora para el medioambiente.

Se cuantifica el ahorro en emisiones de CO₂ asociadas a la generación de energía eléctrica respecto a los coeficientes (valor medio 0.166 kg CO₂/kWh) del año 2014 en **1.011,82 kg**.

Resumen y evaluación final de propuestas.

Todas las propuestas estudiadas en este documento persiguen principalmente dos objetivos:

- El ahorro energético.
- El ahorro económico.

Pero estos objetivos llevan otras variables asociadas como son el impacto ambiental, la inversión inicial y su recuperación, el aprovechamiento y rendimiento de las mejoras, la viabilidad técnica y económica de las mismas o el coste de oportunidad que supone ejecutarlas.

Para poder analizar finalmente las propuestas y a modo de resumen se ha elaborado la siguiente tabla. En ella se muestran comparativamente las variables clave que entran en juego en la aplicación de estas mejoras.

	Consumo energético actual (kWh)	Coste energético actual (€/año)	Consumo energético futuro (kWh)	Coste energético futuro (€/año)	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro en emisiones (kg de CO ₂)	Ahorro (€/año)	Inversión (€)	Período de retorno (años)
Ajuste de la oferta tarifaria (2014)	61.270,11	6.732,50	61.270,11	6.732,50	0,00	0,00	2.032,84	0,00	0,0
Compensación de reactiva	21.954,00 (kVArh)	242,42	0,00	0,00	21.954,00 (kVArh)	-	242,42	892,44	3,7
Instalación de LED	37.261,98	4.094,43	13.712,14	1.506,72	23.549,84	3.909,27	2.587,71	25.479,69	9,9
Instalación detectores de presencia	12.190,58	1.339,53	6.095,29	669,76	6.095,29	1.011,82	669,76	1.551,76	2,3
Instalación solar fotovoltaica	61.270,11	6.732,50	38.332,93	4.216,62	22.937,18	3.807,57	3.908,97	53.295,50	13,3

Tabla 83. Resumen final de las principales variables asociadas a las mejoras propuestas en este documento.

En primer lugar, se observa que el periodo de retorno para todas las propuestas es asumible; entendido como la recuperación de la suma de dinero invertida en su aplicación mediante el ahorro o la generación de ingresos y sin tener en cuenta otros aspectos financieros, ya que en ningún caso supera los 15 años.

Únicamente en el caso de la instalación solar fotovoltaica se superan los 10 años, pero este tipo de instalaciones tienen una estimación de vida útil en torno a los 20 – 25 años.

A criterio del proyectista las cuatro primeras propuestas deben de ser ejecutadas, ya que alguna de ellas incluso tiene coste cero de inversión.

Además, al aplicar estas propuestas los beneficios arrojados por la mejora de la instalación solar fotovoltaica serán mayores, ya que se generará la misma energía pero se verterá más a la red, que posteriormente será retribuida.

Por lo tanto, el escenario final, debe estar encaminado a la ejecución de todas las propuestas aquí realizadas, al menos desde el punto de vista energético.

En el anexo correspondiente se estudiara el VAN y el TIR asociado a la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo, que arrojará información sobre la viabilidad económica de este proyecto.

Instalación de un sistema solar fotovoltaico de autoconsumo

La instalación de un sistema de solar fotovoltaico de autoconsumo conectado a la red, permitiría al Centro de Enseñanza autoabastecerse total o parcialmente durante las horas solares y en el caso de que la energía generada supere la energía requerida, ésta sea vertida a la red obteniéndose un beneficio de este hecho.

Se toma como punto de partida que este campo solar pueda cubrir al menos el 50% de la demanda energética de electricidad de un año.

El ala noreste del edificio, la que da a la Calle Moyano, dispone de una azotea transitable de aproximadamente 530m² muy despejada y soleada. Esta azotea, aunque transitable, está en completo desuso y se requiere de llave para acceder a la misma.

Se estudiará pues el uso de esta azotea como ubicación de una instalación de paneles fotovoltaicos y el beneficio que aportaría al colegio, en términos económicos y energéticos, la aplicación de este proyecto.

Necesidades de los usuarios

La demanda eléctrica del edificio y su evolución mes a mes durante un año natural se muestra a continuación.

Período	Consumo eléctrico (kWh)
Enero	8.644,43
Febrero	8.335,53
Marzo	5.113,89
Abril	5.284,35
Mayo	4.984,85
Junio	3.292,16
Julio	486,45
Agosto	486,45
Septiembre	5.366,50
Octubre	5.121,82
Noviembre	5.384,68
Diciembre	8.769,00
TOTAL:	61.270,11

Tabla 84. Consumo eléctrico distribuido mensualmente.

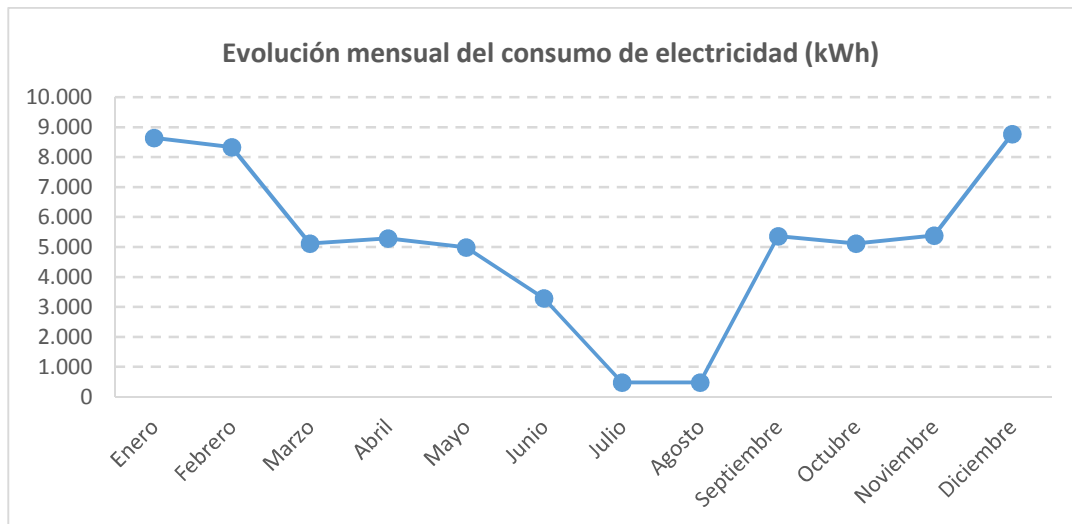


Gráfico 24. Evolución mensual del consumo de electricidad.

De la tabla anterior y su gráfico asociado, se observa que la curva de demanda del colegio no es constante, teniendo un mayor consumo de electricidad en los meses invernales y registrando los valores mínimos de consumo en julio y agosto.

Se concluye pues que el consumo no es constante durante el año y además es muy cambiante dependiendo de la época estacional por dos motivos: la climatología y el calendario del curso escolar con sus periodos vacacionales.

Dimensionamiento energético mínimo de la instalación

En vistas a lo anterior, se decide dimensionar el campo fotovoltaico con el objetivo de que sea capaz de generar el 100% de la energía activa consumida en el edificio en un año. Es decir, la energía generada debe estar en torno a 61,270 MWh anuales.

Todo esto irá en concordancia con la superficie disponible para instalar los paneles y las limitaciones técnico-legales de plantas generadoras para autoconsumo.

Para lograr esta producción se dimensiona una instalación de 35 kW, lo cual cumple con la normativa para las instalaciones generadoras de autoconsumo conectadas que pueden verter excedentes. Para ello, al haber ajustado la potencia contratada en la tarifa eléctrica la potencia de la instalación no puede ser superior a la potencia contratada en cualquiera de los tres periodos.

Cálculo y diseño de la instalación

En este apartado se lleva a cabo el procedimiento de diseño de la instalación partiendo de lo descrito anteriormente.

Para ello se utilizarán herramientas informáticas específicas para la obtención y análisis de datos. Las simulaciones y los cálculos de los diferentes escenarios estudiados, así como de la propuesta final de diseño de la planta, se han realizado con el software *PVsyst*.

Emplazamiento y localización

En la imagen 17 se puede observar marcada en rojo la superficie sobre la cual se instalarán los paneles. La imagen está orientada al norte, mientras que la azotea en cuestión tiene su cara paralela a la Calle Moyano formando un ángulo de 29° con el Sur.



Imagen 17. Imágenes del espacio disponible para la instalación.

La localización geográfica de la instalación queda definida por las coordenadas:

- Latitud: 39.97 Norte
- Longitud: 0.03 Este
- Altura: 34 metros sobre el nivel del mar.

Estudio energético

El Centro de Información Geográfica Fotovoltaica, "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)", cuenta con una herramienta web de mapas interactivos que ofrece una amplia base de datos climatológicos de gran exactitud y fiabilidad.

Los datos consultados para las coordenadas donde se ubicarán los paneles solares se exportan a un software específico de cálculos fotovoltaicos, y serán utilizados en este y posteriores apartados.

Irradiación

Con la finalidad de aprovechar al máximo la instalación fotovoltaica se realiza un estudio previo de los parámetros de irradiación y temperaturas en la zona del Colegio Herrero. Los datos más relevantes obtenidos son los siguientes:

Climatología para Colegio Herrero_Castellon - Synthetically Generated Data

Principio intervalo	GlobHor kWh/m ² .mes	DiffHor kWh/m ² .mes	T Amb °C
Enero	70.4	27.44	11.4
Febrero	91.0	30.03	11.0
Marzo	149.1	55.17	12.8
Abril	172.5	55.20	15.1
Mayo	210.8	65.35	18.0
Junio	225.6	63.17	21.7
Julio	231.3	60.13	24.9
Agosto	200.3	60.08	25.3
Septiembre	151.8	47.06	23.3
Octubre	117.2	41.01	20.1
Noviembre	76.5	28.30	15.7
Diciembre	61.4	24.55	12.3
Año	1757.8	557.49	17.7

Tabla 85. Datos climatológicos en el emplazamiento de la instalación.

Los datos de radiación global y radiación difusa aquí mostrados se refieren únicamente a radiación en el plano horizontal.

Trayectoria solar

También es interesante conocer cuál va a ser la trayectoria del Sol a lo largo del año y cuáles van a ser los puntos de mayor y menor altura sobre la instalación. Esto permitirá determinar la inclinación óptima de los paneles para maximizar su rendimiento.

Trayectoria solar en Colegio Herrero_Castellon, (Lat. 39.97° N, long. 0.03° E, alt. 34 m) - Hora Legal

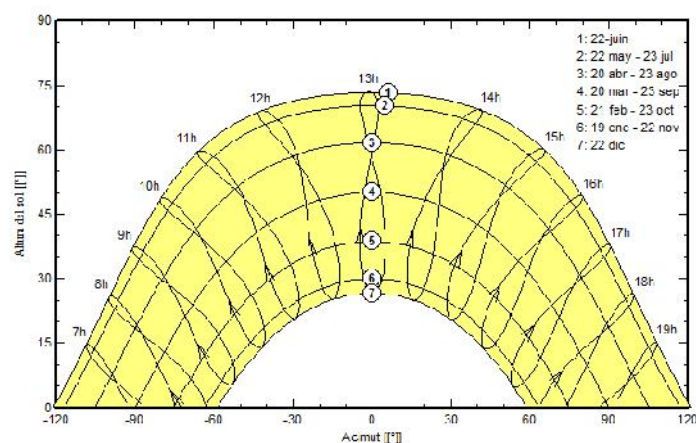


Imagen 18. Trayectoria y altura solar durante el transcurso de un año para el emplazamiento de la instalación.

Orientación óptima de los paneles

Del gráfico anterior se estima que las placas fotovoltaicas deben tener una inclinación (β) entre 25° y 40° respecto al plano horizontal. De esta forma se maximizará la cantidad de radiación solar incidente sobre los mismos.

Respecto al eje acimutal (α), puesto que no se van a instalar seguidores solares y que la instalación se encuentra en el hemisferio norte, el vector normal del plano de los paneles debería presentar una orientación de 0° en dirección Sur.

La imagen 19 ilustra el contenido de los dos párrafos anteriores:

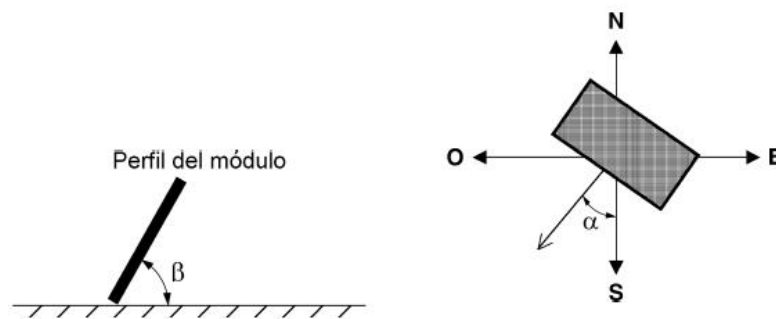


Imagen 19. Representación de los parámetros de orientación e inclinación de los paneles.

Pérdidas por sombreado

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$$

Donde $1/\tan (61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k . Algunos valores significativos de k se pueden ver en la tabla 86 en función de la latitud del lugar.

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 86. Valores de k en función de la latitud.

Con el fin de clarificar posibles dudas respecto a la toma de datos relativos a h y d , se muestra la siguiente imagen:

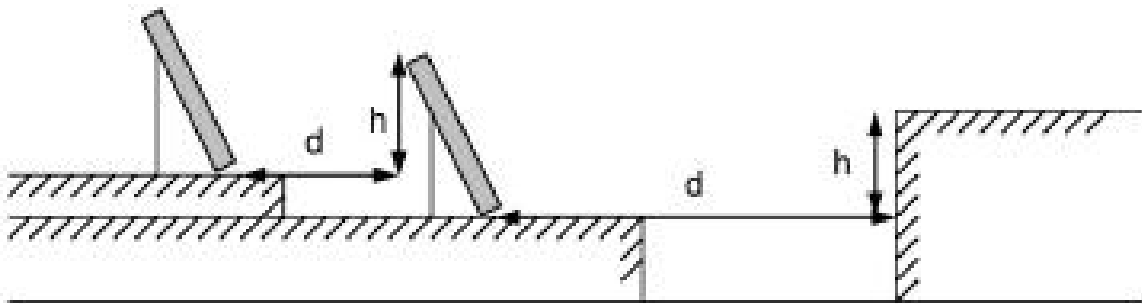


Imagen 20. Aclaración de la disposición de los paneles entre sí para evitar pérdidas por sombreado.

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos.

Características y configuración de la instalación

La planta fotovoltaica presentará una potencia nominal de 35 kW, con una potencia pico de 36.600 kW. La instalación se compone de 120 módulos fotovoltaicos de potencia 305 Wp por cada uno de ellos, configurados en 8 ramas (o strings), de 15 módulos en serie.

Cada instalación, formada por módulos conectados entre sí, se encarga de transformar la energía del Sol en energía eléctrica. Sin embargo esta energía se encuentra en forma de corriente continua, por lo que debe ser transformada a corriente alterna antes de verterla a la red convencional.

Los módulos fotovoltaicos generan una corriente continua proporcional a la radiación solar que incide sobre ellos. Esta corriente se conduce al inversor, que utilizando la tecnología electrónica de potencia, la convierte en corriente alterna en baja tensión, con unos parámetros eléctricos técnicos y de calidad (tensión, frecuencia, armónicos) similares e incluso superiores a los de la red eléctrica.

El esquema de la instalación se corresponde con el de la imagen 21.

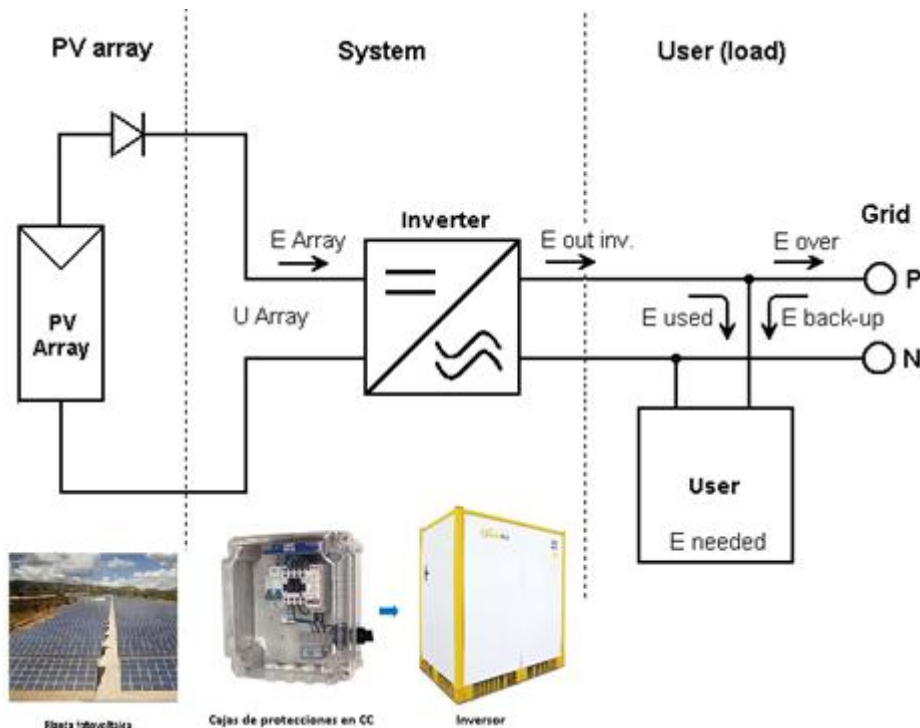


Imagen 21. Esquema tipo de una instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a la red.

Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos que se van a emplear en la instalación fotovoltaica serán de la firma Siliken (o similar) de 305 Wp y se instalarán 120 unidades. Esto permite alcanzar 36.600 kWp de potencia.



Imagen 22. Modulo Siliken SLK72P6L de 305 Wp.

El marco es de aluminio anodizado para una perfecta estabilidad y una larga duración, resistente a la corrosión y a la torsión, proporcionando máxima estabilidad al módulo. La parte frontal del módulo es de vidrio solar altamente transparente de 3.2 mm, insertado en el marco para garantizar la máxima protección e impermeabilidad, teniendo un espesor final de 0.4 mm. La

laminación a temperatura constante (LTC) permite una perfecta curación del módulo evitando la formación de burbujas.

La distancia entre el borde del marco y la célula han sido optimizados para garantizar el sellado impermeable y la máxima reducción del tamaño del módulo.

A continuación se muestran dos tablas con las propiedades eléctricas más significativas del modelo SLK 72P6L de Siliken, así como sus especificaciones mecánicas y físicas.

Siliken SLK 72P6L	
STC Power Rating	305 W
Peak Efficiency	15,70%
Power Tolerances	+3%, Not negative tolerances
Number of Cells	72
Imp	8,25 A
Vmp	36,97 V
Isc	8,85 A
Voc	45,39 V
NOCT	45±2 °C
Temp. Coefficient of Power (TkPmp)	-0,43 %/°C
Temp. Coefficient of Voltage (TkVoc)	-0,356 %/°C
Temp. Coefficient of Voltage (TkIsc)	-0,062 %/°C
Series Fuse Rating	15 A
Maximum System Voltage	600 UL/1000 IEC

Tabla 87. Especificaciones eléctricas del panel Siliken SLK72P6L de 305 Wp.

Mechanical Characteristics	
Type	Polycrystalline Silicon
Output Terminal Type	Multicontact Connector Type 4
Frame Color	Clear
Length	1.960 mm
Width	990 mm
Depth	40 mm
Weight	23 kg
Installation Method	Rack-Mounted

Tabla 88. Características mecánicas del panel Siliken SLK72P6L de 305 Wp

Warranty and Certifications	
80% Power Output Warranty Period	25 yrs
90% Power Output Warranty Period	11 yrs
Workmanship Warranty Period	10 yrs

Tabla 89. Garantías de funcionamiento del panel Siliken SLK72P6L de 305 Wp.

Inversor

El inversor seleccionado es de la marca Power Electronics, modelo FreeSun FS0035LVT.



Imagen 23. Inversor solar trifásico FreeSun FS0035LVT de la marca Power Electronics.

Únicamente se instalará un inversor de 35 kW para los 120 módulos, que transformará la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna para introducir en la red.

Algunas de las características más importantes con las que cuentan estos inversores se describen a continuación:

Características eléctricas	
Entrada (CC)	
Potencia pico (kW)	42
Tensión máx.(V)	900
Rango de tensión CC MPP (V)	450 – 820
Intensidad máx.(A)	90
Entradas MPP	1
Salida (CA)	
Potencia nominal CA (kW)	35
Tensión de salida.(V)	400
Intensidad máx. de salida(A)	90
Frecuencia de salida	50 – 60 Hz
Conexión CA	Trifásica
Coeficiente de rendimiento(CA)	
Eficiencia (%)	95,9
Eficiencia Europea (%)	95

Tabla 90. Características eléctricas del inversor FS0035LVT.

Características técnicas	
Entradas CC	3
Protección IP	IP21 / IP 54 (Interior/Exterior)
Transformador	Si
Display extraíble	Si
Monitorización de red	ENS
Protocolo de comunicaciones	RS232, RS485

Tabla 91. Características técnicas del inversor FS0035LVT

Características físicas	
Longitud	840
Profundidad	750
Altura	1600
Temperatura de servicio	-20 °C / +50 °C
Ventilación	Forzada
Lugar montaje	Interior (IP 21) / Exterior (IP 54)

Tabla 92. Características físicas del inversor FS0035LVT.

Como puede observarse en la siguiente gráfica (extraída de los datos del fabricante), el rendimiento del inversor ya alcanza el 90% de eficiencia antes de que la potencia generada por los paneles sea superior a los 3,5 kWh. Esto garantiza que incluso en los momentos de baja generación energética el inversor la transformará en corriente alterna con un muy buen rendimiento (limitando las pérdidas de funcionamiento).

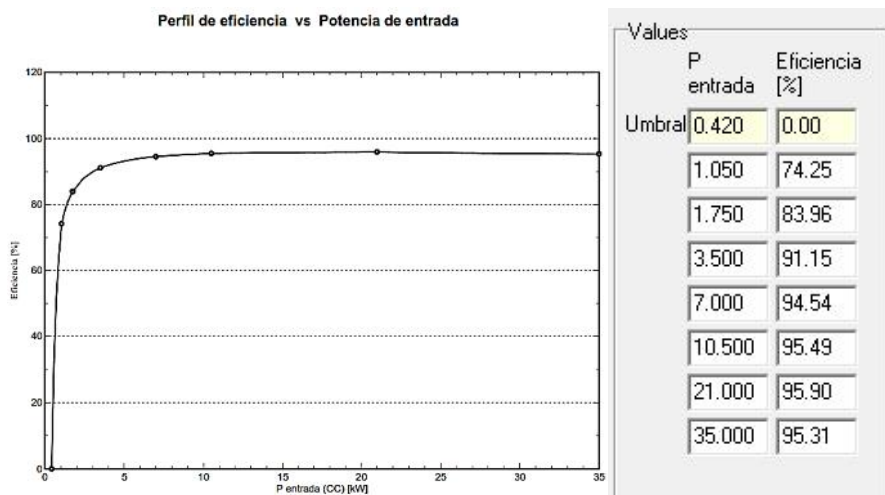


Imagen 24. Representación gráfica de la eficiencia del inversor FS0035LVT en función de la potencia disponible en la entrada.

Disposición, inclinación y orientación de los paneles

La combinación de estas tres variables son claves para el buen rendimiento de la planta.

A la hora de realizar el montaje de los módulos se determina su disposición atendiendo a las dimensiones físicas de los mismos y a las características constructivas de la azotea (superficie disponible, cotas que delimitan la superficie y orientación de la construcción)

Se valoran pues dos posibilidades:

1. Alineación de los módulos respecto al eje acimutal (α):

Esta situación implica instalar los módulos de forma que estén orientados completamente al Sur. Sin embargo, debido a que ni los planos longitudinal ni transversal de la construcción son paralelos o perpendiculares al meridiano el aprovechamiento útil de la superficie disponible es mucho menor. De esta forma no se podrían instalar los 120 paneles necesarios.

La producción anual de energía estimada con esta opción es de **63,51 MWh/año**, con una producción específica de **1.735 kWh/kWp/año**.

En esta situación de disposición de los módulos, la producción estimada en este caso solo resulta un 2,77 % mayor en MWh/año generado, mientras que la producción específica, apenas es un 2.78% mayor, en comparación con los resultados obtenidos con el segundo escenario.

Analizando los resultados de producción energética y sopesando las dificultades a la hora de instalar los 120 paneles en este caso, se descarta la presente opción de instalación en detrimento de la disposición de los paneles que se detalla en el siguiente punto.

En los anexos se encuentran los cálculos energéticos que justifican esta decisión.

2. Alineación de los módulos respecto al plano longitudinal del edificio:

Esta situación conlleva alejarse un poco de las condiciones óptimas de orientación para maximizar la radiación solar incidente sobre los paneles, lo que redundaría en la posibilidad de instalar un mayor número de paneles eligiendo la disposición y orientación adecuadas.

Tomando un ángulo acimutal de 29 °C, la base de los módulos sería paralelo a los lados longitudinales de la azotea, permitiendo así un mejor aprovechamiento de la superficie.

Tras este estudio, la opción que se tomará de ahora en adelante en el proyecto es la segunda, alineando los módulos respecto al plano longitudinal del edificio.

La inclinación óptima respecto del plano horizontal para obtener el mayor rendimiento anual atendiendo a la trayectoria y la altura del sol es de 36 °C.

En la imagen 25 se muestra la configuración elegida tras la simulación.

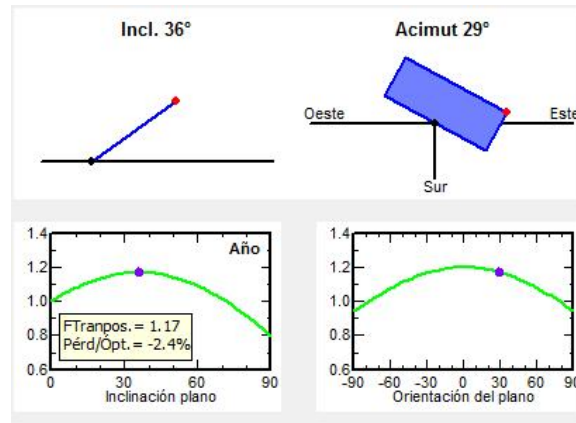


Imagen 25. Inclinación y orientación elegida para los paneles. Las gráficas de abajo muestran la curva de optimización de la inclinación y la orientación.

En la imagen 25 también se puede observar en tanto por cien la pérdida de energía derivada de esta configuración respecto de la configuración óptima ($\beta = 36$ °C, $\alpha = 0$ °C). Estas pérdidas no superan el 2,5% de la energía captada por los paneles.

Los paneles se distribuirán sobre la cubierta, según la ya mencionada configuración, agrupados en 8 bloques de 15 paneles como se muestra en el siguiente croquis:

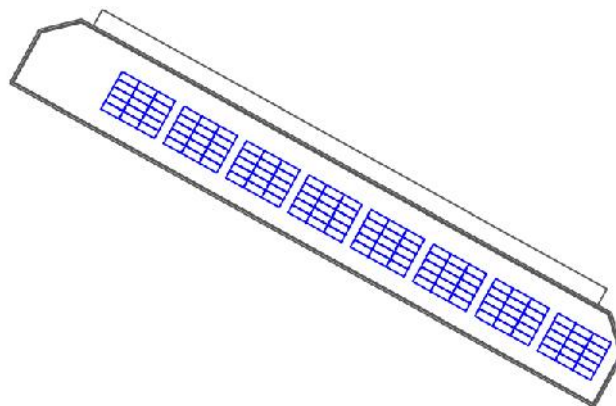


Imagen 26. Disposición de los paneles en la superficie disponible.

Para poder adoptar esta configuración sobre la azotea, se deben disponer los paneles de forma matricial. Cada matriz estará formada por 15 paneles, distribuidos en 5 filas y 3 columnas.

Los paneles se instalarán en una estructura metálica adecuada para esta distribución. La imagen 27 ilustra la vista del perfil derecho de cómo se instalará cada una de las matrices de 15 paneles.

Además cada una de las matrices de paneles formara uno de los 8 strings. De esta manera se facilita el diseño eléctrico de la instalación y se favorece además las futuras operaciones de mantenimiento.

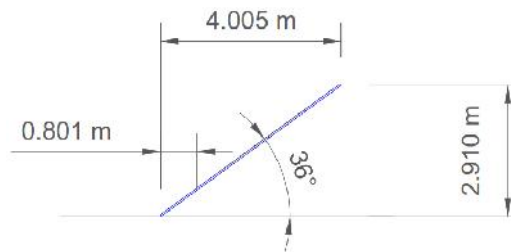


Imagen 27. Representación de la agrupación de los paneles.

La altura total de la estructura donde se ensamblarán los paneles no supera los 3 metros de altura.

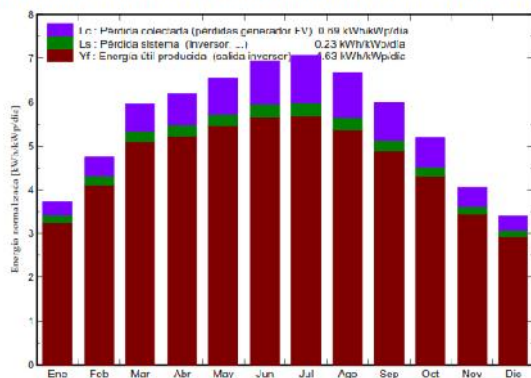
Cálculo de producción estimada

Con la configuración elegida de 120 módulos de 305Wp y el inversor de 35kW de potencia nominal, la producción estimada para la planta es la siguiente:

Producción estimada del sistema	
Energía producida	61,787 MWh/año
Producción específica	1.688 kWh/kWp/año
Irradiancia efectiva en los módulos fotovoltaicos	1.969 kWh/m ²
Factor de rendimiento	83,4 %

Tabla 93. Principales valores de la producción estimada para la instalación.

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 36.6 kWp



Factor de rendimiento (PR)

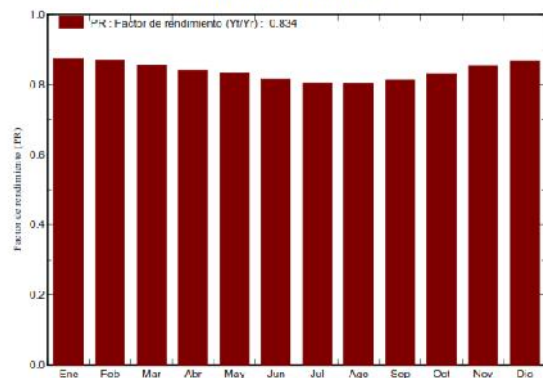


Imagen 28. Evolución anual de la producción de energía y del factor de rendimiento de la planta.

Como es de esperar, la producción es mayor en los meses estivales, meses en los que el sol está más elevado y la incidencia solar sobre los paneles tiene mayor duración. Sin embargo destaca que justamente en esta época, el rendimiento de la instalación es menor. Este factor de rendimiento está calculado a partir de la energía alterna inyectada en la red y la irradiación global incidente sobre la superficie de paneles instalada, mientras que la instalación está diseñada con el objetivo de mantener un nivel adecuado de producción durante todo el año.

La inclinación de los paneles elegida hace que el factor de rendimiento de la instalación baje un poco en verano, pero que se mantenga elevado en invierno para que al final prevalezca el rendimiento de producción anual.

Además las pérdidas debido a las elevadas temperaturas de estos meses también influyen de forma negativa el valor del factor de rendimiento de la instalación.

Los principales valores de la simulación realizada para estimar la producción anual que se muestran a continuación están en concordancia con lo explicado líneas arriba.

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR
Enero	70.4	27.44	11.40	115.2	112.1	3866	3687	0.874
Febrero	91.0	30.03	11.00	132.7	129.4	4431	4223	0.869
Marzo	149.1	55.17	12.80	184.7	179.9	6061	5779	0.855
Abril	172.5	55.20	15.10	185.9	180.8	6017	5733	0.842
Mayo	210.8	65.35	18.00	203.3	197.3	6504	6192	0.832
Junio	225.6	63.17	21.70	208.2	201.8	6535	6228	0.817
Julio	231.3	60.13	24.90	219.4	213.0	6781	6460	0.805
Agosto	200.3	60.08	25.30	207.4	201.6	6400	6100	0.803
Septiembre	151.8	47.06	23.30	179.9	175.3	5629	5365	0.815
Octubre	117.2	41.01	20.10	161.0	157.0	5133	4894	0.830
Noviembre	76.5	28.30	15.70	121.5	118.2	3982	3792	0.853
Diciembre	61.4	24.55	12.30	105.0	102.2	3500	3334	0.868
Año	1757.3	557.49	17.67	2024.2	1968.7	64839	61787	0.834

Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

Tabla 94. Resultados de las principales variables que determinan la producción de energía fotovoltaica.

Se evidencian unas pérdidas de la energía efectiva a la salida del generador, en comparación a la energía reinyectada a la red y que son causadas por el rendimiento interno del inversor.

Cálculo de pérdidas

La siguiente imagen muestra de forma detallada la evolución energética de las pérdidas en los diferentes puntos y elementos de la instalación, mostrando al final la energía disponible para su uso inyección en la red.

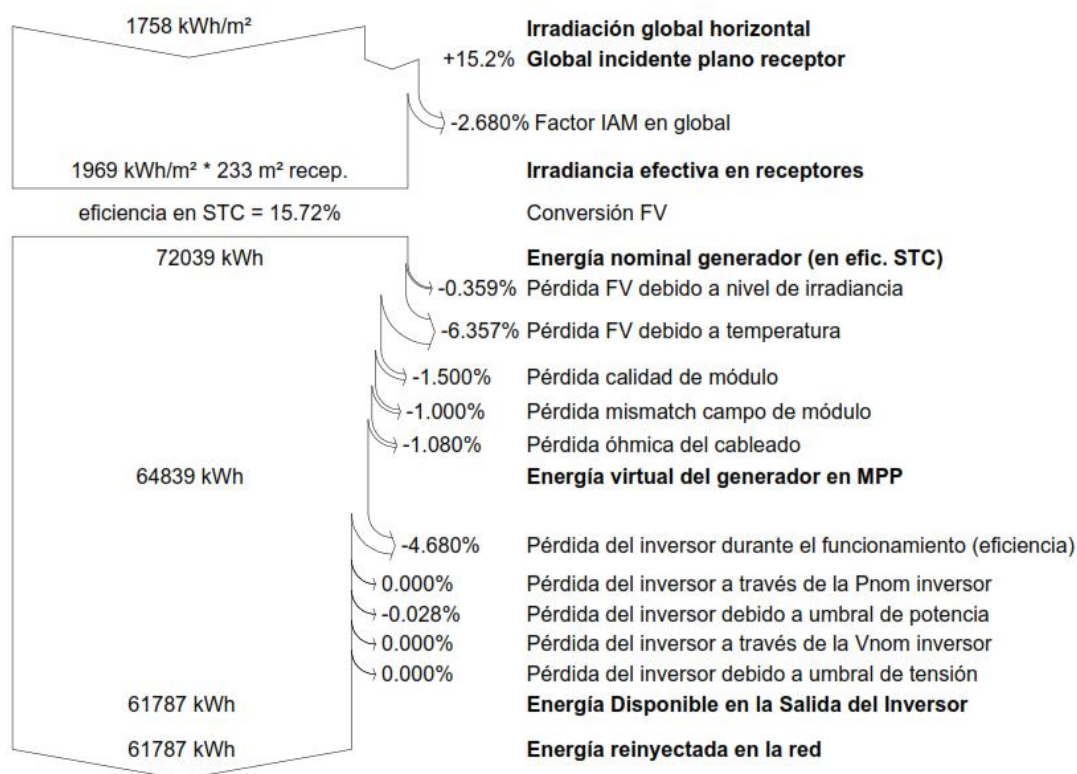


Imagen 29. Evolución de la energía generada en la instalación y la energía inyectada en la red tras las pérdidas en el proceso. Se muestra detalladamente las pérdidas energéticas.

De los 72.039 kWh que se capta en toda la superficie del parque anualmente, solo se reinyectarán tras las pérdidas 61.787 kWh anuales.

Medida de la energía vertida a la red

La conexión a la red del sistema solar fotovoltaico se llevará a cabo según las disposiciones e indicaciones del RD de autoconsumo citado a continuación:

Real Decreto de Autoconsumo 900/2015.

Artículo 4. Las instalaciones de producción acogidas a la modalidad de autoconsumo tipo 2 deberán cumplir, en función de sus características técnicas, lo siguiente:

Artículo 13. Si la suma de las potencias instaladas de las instalaciones de producción conectadas en la red interior del consumidor no es superior a 100 kW y el sujeto consumidor y los titulares de las instalaciones de producción son la misma persona física o jurídica, alternativamente a lo previsto en el párrafo a) anterior los sujetos deberán disponer de:

1. Un equipo de medida bidireccional que mida la energía generada neta.
2. Un equipo de medida bidireccional ubicado en el punto frontera de la instalación.
3. Potestativamente, un equipo de medida que registre la energía consumida total por el consumidor asociado.

La presente instalación cumple la normativa que la incluye en una instalación generadora solar fotovoltaica de tipo 2. El esquema del funcionamiento y conexionado para este tipo de instalaciones se observa en la siguiente imagen:

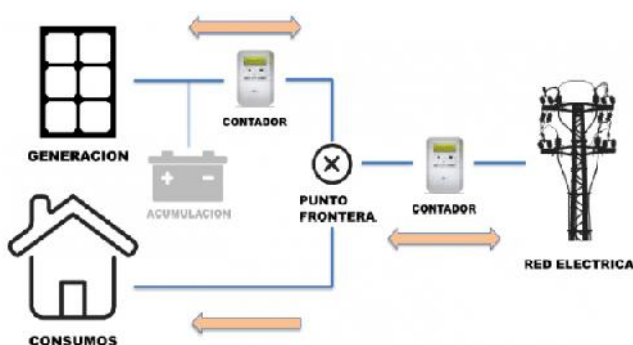


Imagen 30. Esquema tipo de funcionamiento de una instalación generadora de tipo dos de menos de 100 kW.

De esta forma, la energía eléctrica producida:

- En primer lugar se empleará en su totalidad para el autoconsumo en el edificio siempre y cuando la demanda energética sea mayor o igual a la energía generada por la instalación. En el caso de que la demanda energética sea mayor que la generación, además de la energía fotovoltaica generada, se utilizará energía proveniente de la red eléctrica para suplir la diferencia.
- En segundo lugar, en el momento que la energía generada por la instalación sea mayor a la demandada por el colegio, esa parte o la totalidad de energía generada se verterá a la red eléctrica. Este exceso de energía que se reinyecta en la red será retribuida al colegio conforme se indica en el Real Decreto 900/2015.
- Por último, en aquellos momentos en los que no haya generación de energía solar, el edificio se abastecerá directamente de la red eléctrica.

El cuadro del equipo de medida está formado por:

- Sistema de protección con fusibles antes y después del equipo de medida.
- Interruptor general con enclavamiento, manual y accesible a la empresa distribuidora en todo momento.

Venta de energía excedente

Se considera la venta de la totalidad de la producción de energía realizada en los días festivos y fines de semana.

	Producción media mensual (kWh)	Producción media diaria (kWh)	Días lectivos	Producción media días lectivos (kWh)	Días festivos	Producción media días festivos (kWh)
Enero	3.687	118,94	17	2.021,90	14	1.665,10
Febrero	4.223	150,82	20	3.016,43	8	1.206,57
Marzo	5.779	186,42	14	2.609,87	17	3.169,13
Abril	5.733	191,10	19	3.630,90	11	2.102,10
Mayo	6.192	199,74	22	4.394,32	9	1.797,68
Junio	6.228	207,60	15	3.114,00	15	3.114,00
Julio	6.460	208,39	0	0,00	31	6.460,00
Agosto	6.100	196,77	0	0,00	31	6.100,00
Septiembre	5.365	178,83	17	3.040,17	13	2.324,83
Octubre	4.894	157,87	17	2.683,81	14	2.210,19
Noviembre	3.792	126,40	21	2.654,40	9	1.137,60
Diciembre	3.334	107,55	14	1.505,68	17	1.828,32
TOTAL				28.671,48		33.115,52

Tabla 95. Producción media mensual y diaria. Distribución de producción en días lectivos y festivos.

Se considera el autoconsumo del 80% de la energía generada en días lectivos, el 20% restante se vierte a la red.

	Producción media días lectivos (kWh)	Autoconsumo en días lectivos (kWh)	Venta en días lectivos (kWh)
Enero	2.021,90	1.617,52	404,38
Febrero	3.016,43	2.413,14	603,29
Marzo	2.609,87	2.087,90	521,97
Abril	3.630,90	2.904,72	726,18
Mayo	4.394,32	3.515,46	878,86
Junio	3.114,00	2.491,20	622,80
Julio	0,00	0,00	0,00
Agosto	0,00	0,00	0,00
Septiembre	3.040,17	2.432,13	608,03
Octubre	2.683,81	2.147,05	536,76
Noviembre	2.654,40	2.123,52	530,88
Diciembre	1.505,68	1.204,54	301,14
TOTAL	28.671,48	22.937,18	5.734,30

Tabla 96. Energía autoconsumida y vertida a la red en días lectivos

A partir de estas estimaciones se determina que del total de 28.671,48 kWh producidos en días lectivos, 22.937,18 kWh se emplean en autoconsumo y los 5.734,30 kWh excedentarios se vierten a la red.

Diseño eléctrico

Para el cálculo del cableado eléctrico se emplea el **criterio de la máxima caída de tensión admisible** y el **criterio térmico** que limita la intensidad máxima admisible por el cable.

Criterio de la máxima caída de tensión admisible

La máxima caída de tensión admitida para todo el tramo de CC es del 1,5% y para el tramo de CA será del 2%, tal y como se establece en el artículo 5 de la ITC-BT-40 del Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. Se calcula con las siguientes fórmulas:

- En corriente continua:

$$S = \frac{2 * P * L * \rho_{\theta}}{|\Delta U_T| * U_T}$$

- En corriente alterna (circuitos monofásicos):

$$S = \frac{2 * P * L * \rho_{\theta}}{|\Delta U_T| * U_T}$$

- En corriente alterna (circuitos trifásicos):

$$S = \frac{P * L * \rho_{\theta}}{|\Delta U_T| * U_T}$$

Donde:

- **P**, es la máxima potencia de la rama, viene dado por los valores de I_{mpp} y V_{mpp} .
- **L**, es la longitud del tramo en estudio.
- **ρ_{θ}** , resistividad del cobre, que según el tipo de aislamiento del cable tendrá un valor diferente:
 - **PPVC**, 0,0209 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (T^a a régimen de carga, 70 °C).
 - **PXLPE**, 0,0224 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (T^a a régimen de carga, 90 °C).
- **U_T**, es la tensión en condiciones nominales.

- ΔU_p es la caída de tensión en condiciones nominales.

Criterio térmico

Los cables de conexión estarán dimensionados para una intensidad del 125% de la máxima intensidad de la línea. Para los conductores empleados en las instalaciones interiores o receptoras la ITC-BT-19 apartado 2.2.3, nos remite a la norma UNE 20460-5-523. Se incluye a continuación, las tablas en vigor empleadas en estos cálculos.

Instalación de referencia		Tabla y columna							Factor de temperatura ambiente	Factor de reducción de agrupamiento	
		Intensidad admisible para los circuitos simples					1, 2 y 3	8			9
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		Aislamiento mineral					
		2	3	2	3	2, 3					
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante habitación (local)	A1	S2-C1 Col. 2	S2-C3 Col. 2	S2-C2 Col. 2	S2-C4 Col. 2	–	S2-D1	S2-E1		
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante habitación (local)	A2	S2-C1 Col. 3	S2-C3 Col. 3	S2-C2 Col. 3	S2-C4 Col. 3	–	S2-D1	S2-E1		
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera	B1	S2-C1 Col. 4	S2-C3 Col. 4	S2-C2 Col. 4	S2-C4 Col. 4	–	S2-D1	S2-E1		
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera	B2	S2-C1 Col. 5	S2-C3 Col. 5	S2-C2 Col. 5	S2-C4 Col. 5	–	S2-D1	S2-E1		
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera	C	S2-C1 Col. 6	S2-C3 Col. 6	S2-C2 Col. 6	S2-C4 Col. 6	Cubierta 70 °C S2-C5 Cubierta 105 °C S2-C6	S2-D1	S2-E1		
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D	S2-C1 Col. 7	S2-C3 Col. 7	S2-C2 Col. 7	S2-C4 Col. 7	–	S2-D2	S2-E3		
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Cobre S2-C9 Aluminio S2-C10		Cobre S2-C11 Aluminio S2-C12		Cubierta 70 °C S2-C7 Cubierta 105 °C S2-C8	S2-D1	S2-E1		
	Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Cobre S2-C9 Aluminio S2-C10		Cobre S2-C11 Aluminio S2-C12		Cubierta 70 °C S2-C7 Cubierta 105 °C S2-C8	S2-D1	S2-E1		
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Cobre S2-C9 Aluminio S2-C10		Cobre S2-C11 Aluminio S2-C12		Cubierta 70 °C S2-C7 Cubierta 105 °C S2-C8	S2-D1	–		

Tabla 97. Tabla 52 - B1 de la norma UNE 20460-5-523: Métodos de instalación de referencia.

Método de instalación de la tabla 52 - B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ²												
Cu												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679

Tabla 98. Tabla A.52 de la UNE 20460-5 523: Intensidades admisibles en amperios. Temperatura ambiente 30 °C en el aire.

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral*	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Tabla 99. Tabla 52 - D1 de la norma UNE 20460-5-523: Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables al aire libre.

Punto	Disposición de los cables (En contacto)	Número de circuitos o de cables multiconductores											Tablas de los métodos de referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en el aire sobre una superficie, embutidos o empotrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52 - C1 a 52 - C12 métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multiconductores		52 - C1 a 52 - C6 método C	
3	Capa única fijada bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Capa única sobre escalera, abrazaderas, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			52 - C7 a 52 - C12 métodos E y F	

NOTA 1 - Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.

Tabla 100. Tabla 52 - E1 de la norma UNE 20460-5-523: Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos o de varios cables multiconductores a aplicar a los valores de las intensidades admisibles de las tablas 52 -C1 a 52 - C12.

Características eléctricas de la instalación

Una planta fotovoltaica para autoconsumo conectada a la red tiene la característica de operar con corriente continua y con corriente alterna.

- **Parte de Corriente Continua (CC)**, es la parte que va desde los módulos fotovoltaicos hasta el inversor.
- **Parte de Corriente Alterna (CA)**, es la parte que va desde el inversor hasta el punto de conexión con la empresa distribuidora.

Parte de Corriente Continua

En esta se parte se el cableado de la instalación que se encuentre en la parte de continua, es decir, hasta el inversor.

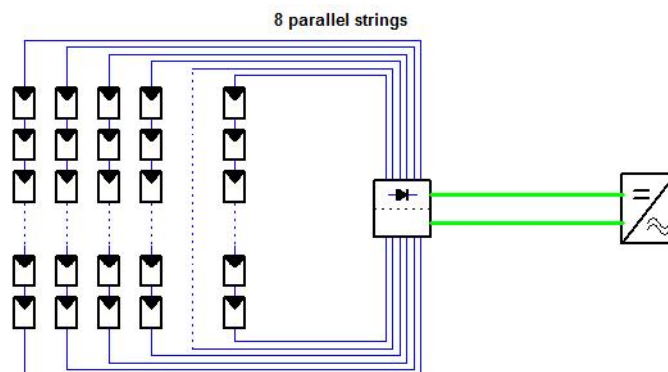


Imagen 31. Representación esquemática de la parte de corriente continua de una instalación solar fotovoltaica.

La parte de corriente continua quedará dividida en dos partes:

- Desde los módulos fotovoltaicos hasta la caja de protecciones de corriente continua.
- Desde la caja de protección de CC hasta los inversores.



Imagen 32. Croquis del cableado de la parte de corriente continua de la instalación.

A continuación se muestran los parámetros de la instalación objeto de estudio:

Datos por rama	
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	9,02 A
Corriente de máxima potencia (I_{mpp})	8,51 A
Tensión de máxima potencia (V_{mpp})	537,3 V
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	667,5 V
Potencia string	4,575 kWp

Tabla 101. Valores eléctricos de la instalación por string.

Datos por inversor	
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	72,16
Corriente de máxima potencia (I_{mpp})	68,08
Tensión de máxima potencia (V_{mpp})	537,3
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	667,5
Potencia pico inversor	36,6

Tabla 102. Valores eléctricos del inversor.

Hasta la caja de protecciones

Se calcula la sección del cable para el tramo de mayor longitud y con una caída de tensión máxima del 0,7 %. Los valores empleados son los siguientes:

Tramo	Longitud desde cada string hasta caja de protecciones (m)	Longitud de conexionado en serie de los paneles de cada string (m)	Longitud total por string hasta caja de protecciones (m)	Longitud mayorada un 10% (m)
1	26,10	21,60	47,70	52,47
2	19,20	21,60	40,80	44,88
3	12,30	21,60	33,90	37,29
4	5,40	21,60	27,00	29,7
5	5,40	21,60	27,00	29,7
6	12,30	21,60	33,90	37,29
7	19,20	21,60	40,80	44,88
8	26,10	21,60	47,70	52,47

Tabla 103. Longitud de los circuitos de conexión desde cada string hasta la caja de protecciones de CC.

V_{MPP}	537,30 V
I_{MPP}	8,51 A
L	52,47 m
ρ_e	0,023 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
U_i	537,30 V
ΔU_i	3,76 V

$$S = \frac{2 \cdot 4.572,42 \cdot 52,47 \cdot 0,023}{3,76 \cdot 537,30} = 5,46 \text{mm}^2$$

La sección mínima normalizada que cumple con el criterio de la máxima caída de tensión admisible para este tramo será la de: **6 mm²**.

Tramo	Longitud (m)	CdT máxima admisible (%)	Sección normalizada (mm ²)	CdT (V)	CdT tramo (%)
1	52,47	0,700%	6,00	3,42	0,637%
2	44,88	0,700%	6,00	2,93	0,545%
3	37,29	0,700%	6,00	2,43	0,453%
4	29,7	0,700%	6,00	1,94	0,361%
5	29,7	0,700%	6,00	1,94	0,361%
6	37,29	0,700%	6,00	2,43	0,453%
7	44,88	0,700%	6,00	2,93	0,545%
8	52,47	0,700%	6,00	3,42	0,637%

Tabla 104. Caídas de tensión en los circuitos según la sección normalizada elegida.

Se comprueba si la sección mínima calculada anteriormente cumple también el criterio térmico, según las tablas de la ITC-BT-19 y que se adjuntan en este documento en el apartado correspondiente.

Los cables se instalarán en capa única sobre suelo en bandeja no perforada y los circuitos se agruparán de 4 en 4 separados una distancia suficiente, por tanto en cada agrupación habrá 8 conductores. De las tablas correspondientes se tomarán los valores de máxima intensidad admisible del conductor y los factores de corrección oportunos

Método de instalación C

$I_{\text{diseño}}$	8,51 x 1,25 = 10,637 A
Sección mínima según CdT	6 mm ²
$I_{\text{admisible}} (30 \text{ }^\circ\text{C})$	58 A
Factor de corrección por T ^a (45 °C)	0,87
Factor de corrección por agrupamiento	0,71

$$I_{\text{corregida}} = 35,827 \text{ A} > 10,637 \text{ A}$$

Por tanto la sección de este tramo será de **6 mm²**.

Hasta el inversor

Se calcula la sección del cable para el tramo de mayor longitud y con una caída de tensión máxima del 0,8 %. Los valores empleados son los siguientes:

Tramo	Longitud total (m)	Longitud mayorada un 10% (m)
9	31,5	34,65
10	31,5	34,65
11	31,5	34,65

Tabla 105. Longitud de los circuitos desde la caja de protecciones de CC hasta las entradas del inversor.

V_{MPP}	537,30 V
I_{MPP}	25,53 A
L	34,65 m
ρ_{θ}	0,023 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
U_i	537,30 V
ΔU_i	4,30 V

$$S = \frac{2 \cdot 13.717,27 \cdot 34,65 \cdot 0,023}{4,30 \cdot 537,30} = 9,47 \text{ mm}^2$$

La sección normalizada será la de: **10 mm²**.

Tramo	Longitud (m)	CdT máxima admisible (%)	Sección normalizada (mm ²)	CdT (V)	CdT tramo (%)
9	34,65	0,800%	10,00	4,07	0,757%
10	34,65	0,800%	10,00	4,07	0,757%
11	34,65	0,800%	10,00	2,71	0,505%

Tabla 106. Caídas de tensión en los circuitos según la sección normalizada elegida.

Se comprueba si la sección mínima calculada anteriormente cumple también el criterio térmico, según las tablas de la ITC-BT-19 y que se adjuntan en este documento en el apartado correspondiente.

Los cables se instalarán en capa única sobre suelo en bandeja no perforada y los circuitos se agruparán de 3 en 3 separados una distancia suficiente, por tanto en cada agrupación habrá 6 conductores. De las tablas correspondientes se tomarán los valores de máxima intensidad admisible del conductor y los factores de corrección oportunos

Método de instalación C	
$I_{\text{diseño}}$	25,53 x 1,25 = 31,912 A
Sección mínima según CdT	10 mm ²
$I_{\text{admisibre (30 °C)}}$	70 A
Factor de corrección por T^a (45 °C)	0,87
Factor de corrección por agrupamiento	0,72

$$I_{\text{corregida}} = 43,848 \text{ A} > 31,912 \text{ A}$$

Por tanto la sección de este tramo será de **10 mm²**.

El cableado de la parte de CC quedará de la siguiente forma:

CC – Tramo 9-11	CC – Tramo 1-8	Desde paneles hasta caja protección de CC	6 mm ²	Cable unipolar 0,6/1kV XLPE (Cu) flexible instalado en bandeja no perforada.
	Desde caja protección de CC hasta entradas del inversor	10 mm ²	Cable unipolar 0,6/1kV XLPE (Cu) flexible instalado en bandeja no perforada.	

Tabla 107. Resumen secciones cableado de CC.

Tramo	Desde paneles hasta caja protección de CC	Desde caja protección de CC hasta entradas del inversor	Total
Longitud máxima (m)	52,47	34,65	87,12
Caída de tensión máxima (%)	0,637	0,757	1,394

Tabla 108. Resumen de la caída de tensión en la parte de CC.

Parte de Corriente Alterna

En la parte de corriente alterna existen dos partes claramente diferenciadas:

- La primera comprendida entre el inversor y la caja de protección de corriente alterna.
- La segunda entre la caja de protección de corriente alterna y la caja general de protección.

Igual que se ha realizado para la parte de continua se muestra a continuación la sección del cableado de alterna y las caídas de tensión existentes.

Potencia nominal salida	35 kW
Tensión nominal	400 V
Máxima corriente de línea	51 A
Frecuencia Nominal	50 Hz

Tabla 109. Características de la red en la parte de CA.

Hasta caja de protecciones

Se calcula la sección del conductor con una caída de tensión máxima del 1,5 %. Los valores empleados son los siguientes:

Tramo	Longitud total (m)	Longitud mayorada un 10% (m)
12	20	22

Tabla 110. Longitud del circuito desde la salida del inversor hasta la caja de protecciones de CA.

V_{MAX} 400 V

P_{nom} 35 kW

L 22 m

ρ_{θ} 0,023 $\Omega \cdot mm^2/m$

U_i 400 V

ΔU_i 6 V

$$S = \frac{35.000 \cdot 22 \cdot 0,023}{6 \cdot 400} = 7,38 mm^2$$

La sección normalizada será la de: **10 mm²**.

Se comprueba si la sección mínima calculada anteriormente cumple también el criterio térmico, según las tablas de la ITC-BT-19 y que se adjuntan en este documento en el apartado correspondiente.

Los cables se instalarán empotrados en tubo (3F + N). De las tablas correspondientes se tomarán los valores de máxima intensidad admisible del conductor y los factores de corrección oportunos

Método de instalación B2		$I_{correctada} = 52,2 \text{ A} < 63,175 \text{ A}$
$I_{diseño}$	$51 \times 1,25 = 63,175 \text{ A}$	
Sección mínima según CdT	10 mm ²	
$I_{admisibre (30 \text{ }^\circ\text{C})}$	60 A	
Factor de corrección por T^a (45 °C)	0,87	
Factor de corrección por agrupamiento	1	

Se debe recalculer la sección puesto que no cumple. Tomando la sección de 16 mm², se tiene una

$I_{admisibre (30 \text{ }^\circ\text{C})} = 80 \text{ A}$, y aplicando los factores de corrección:

$$I_{correctada} = 69,6 \text{ A} > 63,175 \text{ A}$$

Por tanto la sección de este tramo será de **16 mm²**.

Entre caja de protecciones y cuadro de contadores

Calcularemos la sección con una caída de tensión máxima del 0,50%. Los valores empleados son los siguientes:

Tramo	Longitud total (m)	Longitud mayorada un 10% (m)
13	5	5,5

Tabla 111. Longitud del circuito desde la caja de protecciones de CA hasta el cuadro de contadores.

V_{MAX} 400 V

P_{nom} 35 kW

L 5,5 m

ρ_e 0,023 $\Omega \cdot mm^2/m$

U_l 400 V

ΔU_l 2 V

$$S = \frac{35.000 \cdot 5,5 \cdot 0,023}{2 \cdot 400} = 5,53 mm^2$$

Los cables se instalarán empotrados en tubo (3F + N). De las tablas correspondientes se tomarán los valores de máxima intensidad admisible del conductor y los factores de corrección oportunos

Método de instalación B2

	$I_{diseño}$	51 x 1,25 = 63,175 A
Sección mínima según CdT		6 mm ²
	$I_{admisibre (30\text{ °C})}$	43 A
Factor de corrección por T^a (45 °C)		0,87
Factor de corrección por agrupamiento		1

$$I_{corregida} = 37,41 A < 63,175 A$$

Hay que recalcular la sección. Tomando una sección de 10 mm² tampoco cumpliría. Se toma una sección de 16 mm² y se tiene una $I_{admisibre (30\text{ °C})} = 80 A$:

$$I_{corregida} = 69,6 A > 63,175 A$$

La sección mínima normalizada será de: **16 mm²**.

Por tanto las secciones resultantes en la parte de corriente alterna es de:

CA – Tramo 12	Desde Inversor hasta Cuadro Protección C.A.	16 mm ²	3F+N Cables unipolares 0,6/1kV XLPE (Cu) flexible
CA – Tramo 13	Desde Cuadro Protecciones C.A. hasta Cuadro de Contadores	16 mm ²	3F+N Cables unipolares 0,6/1kV XLPE (Cu) Instalado empotrados en tubo.

Tabla 112. Resumen secciones cableado de CA.

Tramo	Desde Inversor hasta Cuadro Protección C.A	Desde Cuadro Protecciones C.A. hasta Cuadro de Contadores	Total
Longitud máxima (m)	22	5,5	27,5
Caída de tensión máxima (%)	1,107	0,461	1,568

Tabla 113. Resumen de la caída de tensión en la parte de CC.

Dispositivos de protección

Del mismo modo que en el punto anterior, se diferencia entre parte de CC y de CA.

En este punto describiremos las protecciones que se van a introducir en la instalación, que se dividirán al igual que la instalación en dos partes diferenciadas:

- Protecciones de corriente continua
- Protecciones de corriente alterna

Parte de corriente continua

Las protecciones de corriente continua se instalarán en armario que será de aislamiento clase II, con protección IP66 según EN 60 529/10.91. Dispondrá de puerta por su parte frontal.

En esta parte se ha colocado 1 caja de protección, en la que se agrupan las 8 ramas o strings y de ahí salen 3 circuitos, que van a cada uno de las tres entradas del inversor.

El cuadro de protecciones de corriente continua será modular. Estará fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio. Será autoextinguible y tendrá doble aislamiento. El grado de protección será IP66, es decir, totalmente protegido contra el polvo y contra proyección de agua con la fuerza de un golpe de mar.

Se van a colocar 2 fusibles por string, lo que supone un total de 16 fusibles del tipo gPV que cumplen la norma UNE 60269-1 y que protegerán los paneles tanto frente a cortocircuitos como a sobrecargas

En los anexos de este documento se adjunta la documentación técnica de la serie comercial de fusibles elegidos.

Frente a sobrecargas, los fusibles deben cumplir las siguientes condiciones:

1. $I_B \leq I_n \leq I_z$
2. $I_z \leq 1,45 \cdot I_n$

Donde:

- I_B es la corriente de funcionamiento del circuito.
- I_z es la corriente admisible del conductor.
- I_n es la corriente asignada al dispositivo de protección
- $I_z = 1,6 \cdot I_n$

I_B (A)	I_z (A)	Calibre seleccionado (A)	I_n (A)	I_z (A)	$1,45 \cdot I_n$ (A)	$\dot{I}_z \leq 1,45 \cdot I_n?$
8,51	35,82	10	16	16	51,958	Si

Tabla 114. Cálculo del calibre de los fusibles a instalar.

Frente a cortocircuitos, los fusibles deben cumplir lo siguiente:

3. $PdC > I_{cc,max}$
4. $I_{f5S} < I_{cc,min}$

Donde:

- PdC es el poder de corte del fusible (20kA).
- $I_{cc,max}$ es la intensidad máxima de cortocircuito.
- $I_{cc,min}$ es la intensidad mínima de cortocircuito.
- I_{f5S} es la intensidad que garantiza que el fusible se funda en menos de 5 segundos.

PdC (A)	I _{cc,max} (A)	I _{f5S} (A)	I _{cc,min} (A)	¿Cumple?
20,000	2.388,00	28	1.351,70	Si

Tabla 115. Verificación del calibre elegido para proteger frente a cortocircuitos.

Además el inversor se va a proteger frente a sobretensiones generadas por descargas atmosféricas en el lado de corriente continua mediante varistores. Los varistores deberán estar unidos a una superficie equipotencial conectada a tierra. Además el inversor protegerá toda la parte de corriente continua frente a derivaciones a tierra.

Por último se va a instalar un seccionador en la parte de CC de intensidad nominal de al menos 100 A y voltaje nominal de 1000 V.

Elemento	Unidades	Características técnicas
Fusibles cilíndricos clase gPV de 10 A	16	In = 10 A V = 1000 V PC = 20 kA
Interruptor seccionador en DC	1	In = 100 A V = 1000 V Nº polos = 2
Protección contra sobretensiones CC	1	V = 1000 V In = 5 kA

Tabla 116. Resumen de los elementos de protección en lado de CC.

Para evitar situaciones de peligro para las personas, se protegerá adecuadamente la instalación frente a contactos directos e indirectos siguiendo las indicaciones de la norma UNE 20460-4-41. Así pues, se protegerán las partes activas mediante aislamiento, mediante barreras y envolventes, mediante obstáculos y por último, de forma complementaria se utilizarán dispositivos de corte diferencial con una sensibilidad de 30mA. Además estos dispositivos de corte diferenciales también protegerán frente a contactos indirectos.

Parte de corriente alterna

Según el Real Decreto 1663/2000 es necesario incluir un interruptor general manual, que será un interruptor magneto-térmico omipolar. Este interruptor, que se ubica en el cuadro de contadores de la instalación fotovoltaica, será accesible sólo a la empresa distribuidora, con objeto de poder realizar la desconexión manual, que permita la realización, de forma segura, de labores de mantenimiento en la red de la compañía eléctrica. Esta inaccesibilidad al mismo obliga a introducir un segundo elemento de protección en la instalación que sea el que realmente la proteja de las sobrecargas y cortocircuitos, un bloque diferencial.

Int. diseño de la línea ≤ Int. dispositivo de protección ≤ Int. admisible de la línea

Los dispositivos de protección eléctrica de la parte de alterna se ubicarán en el cuadro de protección de CA

Elemento	Unidades	Características técnicas
Interruptor automático AC	1	In = 65 A, 30 mA Vn = 400 V, 4 Polos PC = 36 KA
Protección contra sobretensiones CA	1	Vn = 400 V

Resumen caja de protección AC

Puesta a tierra

El Real Decreto 1663/2000 establece las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Tanto las masas de la parte de corriente alterna como las masas de la parte de corriente continua estarán conectadas a una única tierra y será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica no debe alterar las condiciones de la puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, impidiendo la transferencia de defectos a la red de distribución. Cumplirá con la ITCBT-18.

Componentes que deben conectarse a la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica:

- Las masas de la instalación fotovoltaica en CC a través de conductores de protección (marcos de los paneles y estructura de soporte)
- Inversor (para descarga de varistores y puesta a tierra del chasis). Para la conexión de puesta a tierra del inversor se cumplirá con las especificaciones técnicas del fabricante del inversor.
- Cuadro de protecciones de corriente alterna.

La conexión a tierra se hará mediante conductores de cobre de sección 6 mm², y con aislamiento de PVC.

Repercusión de la actividad sobre el medio ambiente

Este tipo de instalaciones no sólo no agreden al medioambiente sino que aportan evidentes beneficios de tipo ecológico como es el hecho de producir energía eléctrica de una fuente de energía renovable. La producción de la energía eléctrica por medio de esta fuente evita la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, que de producirse mediante energías convencionales sí que se emitirían.

La producción de energía eléctrica mediante nuestra instalación solar fotovoltaica comportará que se evite la emisión de gases nocivos y residuos a la atmósfera, que de otra forma sí se produciría. En la tabla siguiente se muestran las emisiones de contaminantes evitadas gracias a la instalación fotovoltaica:

Ahorro de emisiones	
Tonelada equivalente de petróleo	5,32
kg. CO ₂	10.249,54
kg. NO ₂	39,16
kg. SO ₂	28,58
kg. CO	6,11

Tabla 117, Ahorro de emisiones asociadas actividad de generación de energía fotovoltaica.

Resumen de la instalación

	EArray	IL Pmax	IL Oper	EOutInv	E_Grid	ArrayON
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	Hora
Enero	3866	0.000	178.281	3687	3687	272
Febrero	4431	0.000	204.280	4223	4223	284
Marzo	6061	0.000	281.050	5779	5779	353
Abril	6017	0.000	282.037	5733	5733	372
Mayo	6504	0.000	312.074	6192	6192	431
Junio	6535	0.000	306.666	6228	6228	418
Julio	6781	0.000	320.688	6460	6460	434
Agosto	6400	0.000	297.530	6100	6100	404
Septiembre	5629	0.000	264.261	5365	5365	359
Octubre	5133	0.000	237.203	4894	4894	325
Noviembre	3982	0.000	187.369	3792	3792	287
Diciembre	3500	0.000	163.358	3334	3334	260
Año	64839	0.000	3034.798	61787	61787	4199

Leyendas: EArray	Energía efectiva en la salida del generador
IL Pmax	Pérdida del inversor a través de la Pnom inversor
IL Oper	Pérdida del inversor durante el funcionamiento (eficiencia)
EOutInv	Energía Disponible en la Salida del Inversor
E_Grid	Energía reinyectada en la red
ArrayON	Tiempo de producción FV del generador

Tabla 118. Valores principales del funcionamiento de la planta solar.

Rendimiento futuro estimado de la instalación

En este apartado se van a estudiar dos factores diferentes que determinan y/o aseguran el buen funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica proyectada.

Por un lado, se debe tener en cuenta que el rendimiento de los módulos no es constante durante la vida útil de los mismos. La empresa fabricante de los paneles solares garantiza un comportamiento lineal del descenso del rendimiento de los mismos durante 25 años, a razón de un descenso del 0,7% anual. La información obtenida del catálogo del fabricante y que se muestra a continuación aclara este hecho.

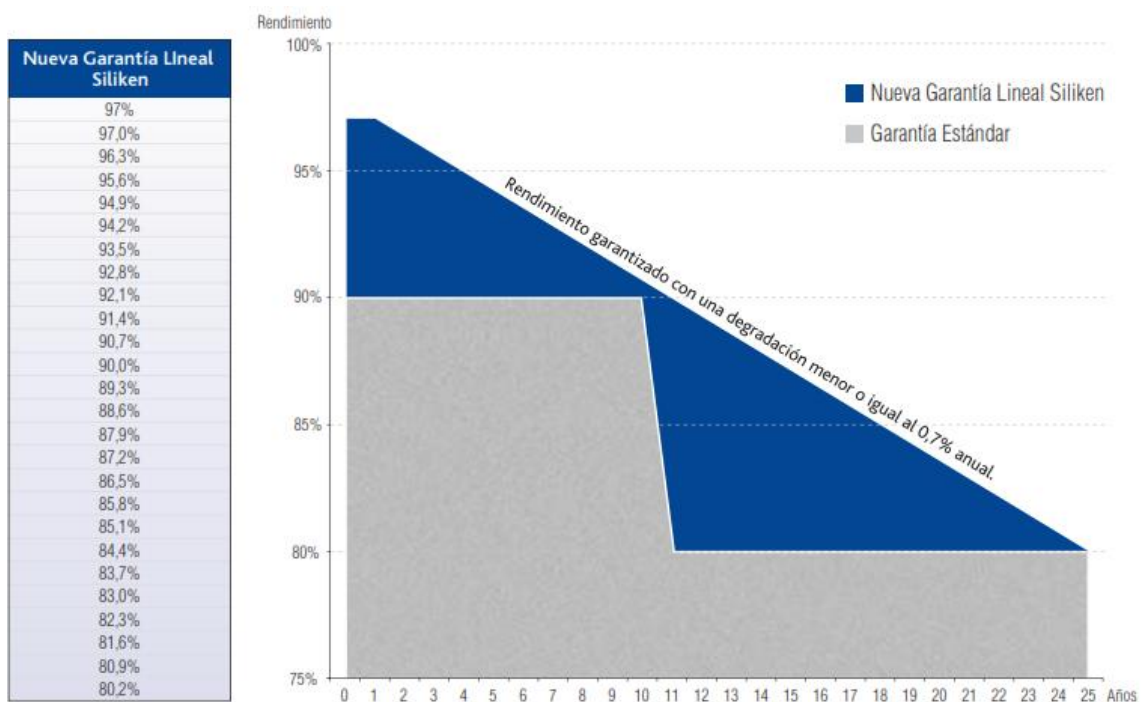


Imagen 33. Garantía de rendimiento de los módulos FV según el fabricante.

Este factor debe ser tenido en cuenta a la hora de las estimaciones de generación de energía durante la vida útil de la instalación. Así pues, en nuestra instalación

Año	Rendimiento paneles	Producción (kWh/año)
0	100%	61.787,00
1	97,00%	59.933,39
2	96,30%	59.513,86
3	95,60%	59.097,26
4	94,90%	58.683,58
5	94,20%	58.272,79
6	93,50%	57.864,88
7	92,80%	57.459,83
8	92,10%	57.057,61
9	91,40%	56.658,21
10	90,70%	56.261,60
11	90,00%	55.867,77
12	89,30%	55.476,69
13	88,60%	55.088,36
14	87,90%	54.702,74
15	87,20%	54.319,82
16	86,50%	53.939,58
17	85,80%	53.562,00
18	85,10%	53.187,07
19	84,40%	52.814,76
20	83,70%	52.445,06
21	83,00%	52.077,94
22	82,30%	51.713,40
23	81,60%	51.351,40
24	80,90%	50.991,94
25	80,20%	50.635,00

Tabla 119. Estimación de la producción energética anual según el descenso de rendimiento de los módulos FV.

La tabla anterior muestra la estimación de la producción que se obtendrá teniendo en cuenta el envejecimiento anual de los paneles.

El otro factor que afecta a la producción fotovoltaica, son las condiciones climatológicas. El programa PVSyst, ofrece unos resultados estadísticos que permiten estimar la producción fotovoltaica anual en función de la variabilidad climatológica.

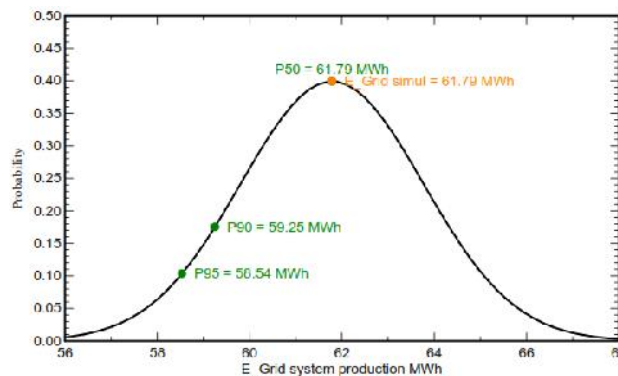


Gráfico 25. Distribución de la producción fotovoltaica esperada.

Los resultados mostrados en el grafico anterior se corresponden con una aproximación estadística que asume que la distribución de la producción anual sigue un comportamiento gaussiano. Así pues los valores P50, P90 y P95, aquí mostrados garantizan que los valores de producción anual, en un 50, 90 o 95% de probabilidad, que la producción sea mayor o igual a esos valores obtenidos.

Así pues, con un 90% de probabilidad la instalación fotovoltaica, en función únicamente del clima, producirá 58.540 kWh cada año.

Evaluación del ahorro energético

Atendiendo a términos energéticos, la tabla 119 muestra la distribución de la energía eléctrica consumida en función de su procedencia.

	Energía consumida de la red la red eléctrica (kWh)	Energía generada autoconsumida (kWh)	Proporción de energía generada autoconsumida (%)
Enero	7.026,91	1.617,52	4,22%
Febrero	5.922,39	2.413,14	6,30%
Marzo	3.025,99	2.087,90	5,45%
Abril	2.379,63	2.904,72	7,58%
Mayo	1.469,39	3.515,46	9,17%
Junio	800,96	2.491,20	6,50%
Julio	486,45	0,00	0,00%
Agosto	486,45	0,00	0,00%
Septiembre	2.934,37	2.432,13	6,34%
Octubre	2.974,78	2.147,05	5,60%
Noviembre	3.261,16	2.123,52	5,54%
Diciembre	7.564,46	1.204,54	3,14%
Total	38.332,93	22.937,18	59,84%

Tabla 120. Comparación de la energía generada para autoconsumo y la energía consumida de la red.

Con la instalación de esta planta, en el año 2014 se habrían consumido directamente de la red de distribución **38.332,93 kWh** mientras que los otros **22.937,18 kWh** consumidos corresponderían a energía eléctrica generada en la instalación. Así pues el 59,84%, más de la mitad del consumo total en el colegio, procedería de la energía fotovoltaica generada.

Evaluación del ahorro económico

De la base de datos que registra los valores del mercado energético en tiempo real y que el Operador del Mercado Ibérico de Energía (OMIE) publica en su página web, se extrae el valor medio mensual del kWh en el año 2016. Se utilizan estos valores en los siguientes cálculos.

	Precio medio mensual del kWh en 2016 (€/kWh)	Energía vertida en días lectivos (kWh)	Energía vertida en días festivos (kWh)	Energía total vertida a la red (kWh)
Enero	0,03653	404,38	1.665,10	2.069,48
Febrero	0,0275	603,29	1.206,57	1.809,86
Marzo	0,0278	521,97	3.169,13	3.691,10
Abril	0,02411	726,18	2.102,10	2.828,28
Mayo	0,02577	878,86	1.797,68	2.676,54
Junio	0,0389	622,80	3.114,00	3.736,80
Julio	0,04053	0,00	6.460,00	6.460,00
Agosto	0,04116	0,00	6.100,00	6.100,00
Septiembre	0,04359	608,03	2.324,83	2.932,87
Octubre	0,05283	536,76	2.210,19	2.746,95
Noviembre	0,05613	530,88	1.137,60	1.668,48
Diciembre	0,06049	301,14	1.828,32	2.129,46
		5.734,30	33.115,52	38.849,82

Tabla 121. Estimación de la energía excedente vertida a la red.

Se calcula que aproximadamente 38.849,82 kWh serán vertidos a la red. A cambio, existirá una contraprestación económica derivada de ello que generará beneficios.

El cálculo de estos beneficios, tras los gravámenes establecidos legalmente, se muestra en la tabla 121.

	Contraprestación económica por vertido de energía a la red (según precio medio de pool)	Impuesto sobre el valor de producción de la energía eléctrica fotovoltaica vertida a red (7%)	Peaje a la generación (0,5€/MWh)	Retribución final obtenida por la energía excedente vertida a la red
Enero	75,60 €	5,29 €	1,03 €	69,27 €
Febrero	49,77 €	3,48 €	0,90 €	45,38 €
Marzo	102,61 €	7,18 €	1,85 €	93,58 €
Abril	68,19 €	4,77 €	1,41 €	62,00 €
Mayo	68,97 €	4,83 €	1,34 €	62,81 €
Junio	145,36 €	10,18 €	1,87 €	133,32 €
Julio	261,82 €	18,33 €	3,23 €	240,27 €
Agosto	251,08 €	17,58 €	3,05 €	230,45 €
Septiembre	127,84 €	8,95 €	1,47 €	117,43 €
Octubre	145,12 €	10,16 €	1,37 €	133,59 €
Noviembre	93,65 €	6,56 €	0,83 €	86,26 €
Diciembre	128,81 €	9,02 €	1,06 €	118,73 €
	1.518,84 €	106,32 €	19,42	1.393,09 €

Tabla 122. Estimación de los beneficios generados por la venta de energía excedente.

Además existe el ahorro derivado del consumo de energía fotovoltaica en lugar de energía de la red eléctrica, cifrado en 2.515,87 €. Esto sumado a los 1.393,09 € de beneficio obtenido con la inyección en la red de energía excedente, suman una **reducción** de la factura **total de 3.908,97 €**

ANEXOS

DATOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS
DE LA INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO

Inversor solar



freesun[®]

el inversor solar más avanzado

Nuestra experiencia en desarrollo y fabricación de variadores y arrancadores de alta potencia, el control de las aplicaciones más diversas y la integración de todo tipo de topologías de red, nos ha permitido crear el inversor solar más robusto, eficiente y fiable del mercado.



Power Electronics lleva ofreciendo un alto nivel de calidad a sus clientes desde su fundación en 1986.

La serie Freesun ofrece prestaciones excepcionales como altos rendimientos, la monitorización de los Strings, un display con pantalla táctil, el montaje en intemperie, monitorización Freesun Data Center, envío de mensajes por email, ... además de una garantía de 5 años con posibilidad de ampliar a 20 años.

Cualquiera de nuestros modelos desde 20kW a 1MW le garantiza el máximo rendimiento posible, haciendo que la rentabilidad de la instalación sea optimice a su vez.

Protecciones

Un amplio abanico de protecciones de hardware, que incluyen supresores de tensión DC, AC Tipo II, vigilante de aislamiento... Protecciones de sobretensión incluidas en toda la gama. También dispone de protección contra rayos Tipo I como opción (integrada en los inversores). Nuestro inversor solar ha sido diseñado conforme a las más estrictas normas de seguridad y conexión a red.

Esto, junto con las protecciones de software convierte al Freesun en una inversión segura, y nos permite ofrecerle 5 años de garantía.

01 FREESUN > rasgos

- ✓ Serie LVT para Baja Tensión y Series HE y HES para media tensión
- ✓ Diseño MODULAR en las series HE y HES (hasta 10 módulos de 100kW)
- ✓ Disponible configuración de múltiples MPPT para serie HE y HES (opcional)
- ✓ 96.5% Rendimiento Europeo y 97.1% Eficiencia máxima para serie LVT
- ✓ 97.8% Rendimiento Europeo y 97.9% Eficiencia máxima para serie HE
- ✓ Ethernet, RS485 / RS232 y USB integrados
- ✓ Power Monitoring System
- ✓ Webserver
- ✓ Data Logger integrado
- ✓ Display Táctil Gráfico
- ✓ SMS opcional
- ✓ Fully Protected Inverter: Protecciones contra sobretensiones DC y AC
- ✓ Diseño de Intemperie y Barnizado selectivo
- ✓ Rango de funcionamiento de -20°C a 50°C [*)]

(*) Para rangos diferentes consultar con Power Electronics



Garantías adicionales opcionales

Modularidad



Supervisión y Control

Una gama completa de interfaces de comunicación CAN, Modbus, Ethernet Modbus TCP, GSM* / GPRS (a través de los puertos Ethernet, RS485 / RS232, USB y CAN), permite conseguir una perfecta monitorización de las instalaciones fotovoltaicas en tiempo real, permitiendo una prematura detección de posibles anomalías en la instalación.

(*) Opcional

Servicio técnico - 24 Horas, 365 días

Power Electronics ofrece a sus clientes y usuarios un servicio de puesta en marcha y asistencia continuo. Éste es nuestro sello diferenciador.

Power Electronics garantiza a sus clientes y usuarios que en menos de 24 horas cualquier equipo fuera de servicio deberá ser reparado o reemplazado por otro de sustitución.

02 FREESUN > gamas de inversores



Freesun Serie LVT

Con un rango de potencias de 20kW a 100kW



Freesun Serie HE

Disponible desde 250kW hasta 1MW (indoor)

Freesun Serie LVT, para salida directa en baja tensión.

Estos inversores han sido diseñados para obtener un diseño compacto y robusto, apto para instalación indoor y outdoor, integrando transformador BT de salida de serie.

Los inversores Freesun de las series HE y HES permiten la alimentación directa en media tensión.

Estos inversores han sido concebidos aplicando un **diseño modular**, de manera que se componen de diferentes módulos de 100kW, y un módulo auxiliar AC para seccionamiento, protecciones y comunicaciones.

El inversor implementa un **hardware** y un **software redundantes** e interactivos que le permitirán seguir funcionando incluso en el supuesto de que alguno de estos módulos quede fuera de servicio. De este modo, el equipo se rearmará automáticamente e iniciará de nuevo el funcionamiento considerando las nuevas premisas.

Gracias al **control remoto**, se informará al usuario para poder planificar las acciones de mantenimiento necesarias.

En el caso de la **serie Freesun HES**, el producto se entrega llave en mano en una instalación con **casetas de hormigón** para la instalación en **intemperie**.

Los componentes de la estación han sido apropiadamente adaptados y combinados a fin de conseguir un funcionamiento óptimo del sistema completo, garantizado por un estricto proceso de testeo. El resultado es: alta **seguridad**, **máxima eficiencia** y un **funcionamiento ininterrumpido** a plena carga de trabajo bajo las más extremas condiciones.

La estación se compone de:

- Inversor de la serie Freesun HE de Power Electronics.
- Transformador de media tensión.
- Celdas de media tensión.
- Dispositivos de configuración y monitorización.
- Cuadro de baja tensión para alimentación auxiliar.
- Caseta de hormigón albergando todo el equipamiento.



Freesun Serie HE STATION

Versión outdoor de la gama HE

TABLA DE CONFIGURACIÓN - Referencia: FS 0250 I H 09 A V 4 F R 20 1

FS	Serie Freesun		
0250	Potencia de salida	0080	80kW
		0250	250kW
		0300	300kW
	
I	Ubicación del Inversor	I	Indoor
		O	Outdoor
H [1]	Transformador de Baja tensión	T	Inversor con Transformador de Baja Tensión (Serie LVT)
		H	Inversor de Alta Eficiencia (Series HE y HES)
09	Máxima Tensión de entrada	09	900VDC
		10	1000VDC
A	Monitorización del aislamiento	A	Aislamiento entre (+), (-) y tierra ajustable
		N	Negativo de la instalación fotovoltaica conectado a tierra
		P	Positivo de la instalación fotovoltaica conectado a tierra
V	Protecciones de sobretensión y rayos	N	Sin protección de sobretensión
		V	Con protector de sobretensión AC y DC
		R	Con protector de sobretensión AC y DC y contra corriente de rayos
4	Rango de obtención del punto de máxima potencia (MPP)	4	De 450 a 820V – Conexión transformador a 270V
		5	De 405 a 820V – Conexión transformador a 240V [2]
F	String Supervisor	N	Sin fuente alimentación para String Supervisor
		F	Con fuente alimentación para String Supervisor
R [3]	Resistencias de Caldeo	N	No incluye
		R	Incluye resistencia de caldeo
20 [4]	Tensión de salida en media tensión	15	15kV
		20	20kV
		22	22kV
		24	24kV
		30	30kV
1 [5]	Configuración MPPT	1	1 MPPT
		2	2 MPPT
	
		0	10 MPPT

[1] Opción H sólo para series Freesun HE y Freesun HES (Inversor modular).

[2] Disponible para la serie LVT.

[3] Incluida de serie en el modelo outdoor del Freesun Serie LVT.

[4] Opción sólo para Freesun Serie HES. Para otras tensiones de salida consulte con Power Electronics.

[5] Disponible sólo para las series HE y HES. El número máximo de MPPTs depende del número de módulos. Un MPPT por módulo. Kit opcional dependiendo del número de MPPT

03 FREESUN

> diseño y prestaciones



Construcción y diseño

El exclusivo y optimizado diseño mecánico, con radiadores de alto rendimiento y control constante de temperatura, ha sido desarrollado en nuestro laboratorio, que incluye cámara climática, lo que nos ha permitido alcanzar temperaturas de -20°C hasta 50°C sin necesidad de derating.

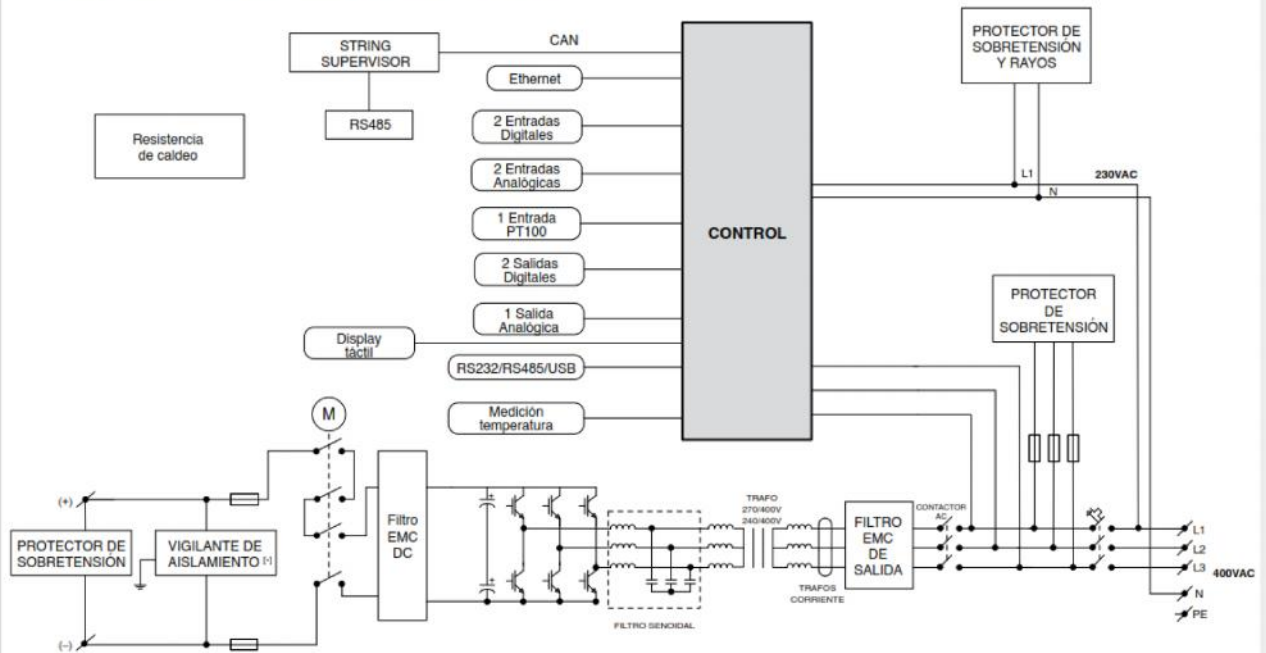
El más avanzado control del Punto de Máxima Potencia gracias a nuestro algoritmo **PMTA (Power Multiple Tracking Algorithm)** junto con el diseño de la potencia y del transformador nos permite alcanzar los rendimientos europeos más altos.

Montaje en intemperie

Con independencia de la gama seleccionada, todos los inversores Freesun ofrecen una versión outdoor, perfectamente adaptada para instalación en intemperie, por lo que podrán ser ubicados en el lugar más apropiado en cada instalación, optimizando las distancias de cableado.

ADVERTENCIA: Los diagramas incluidos en este catálogo son meramente descriptivos y no deben usarse para realizar las conexiones de la instalación. Remítase al manual de Hardware e Instalación de su equipo para tal fin.

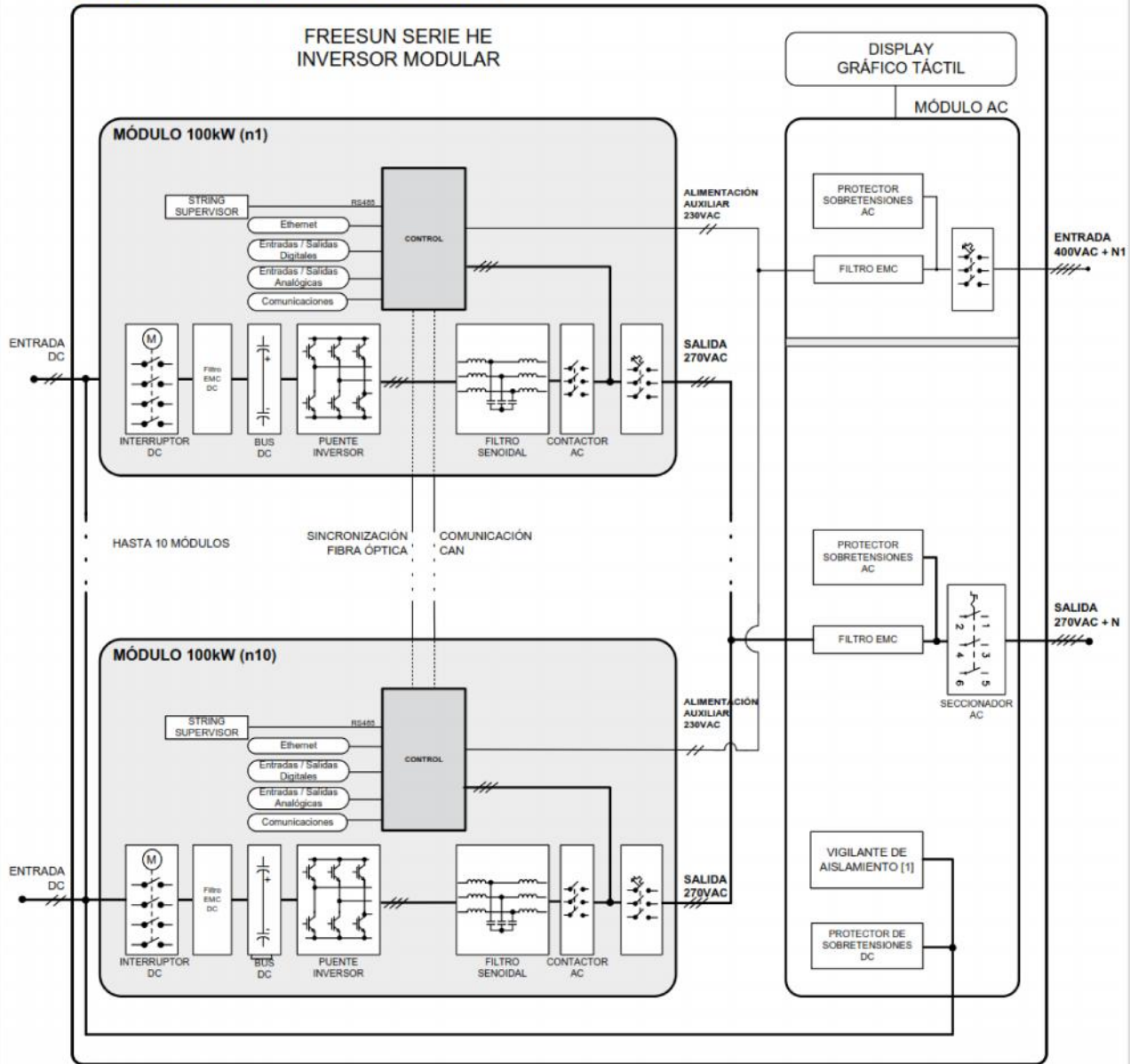
Diagrama funcional FREESUN LVT



[*] En casos donde el positivo o el negativo esté conectado a tierra, esta protección será desconectada.

FSDTG0006AE

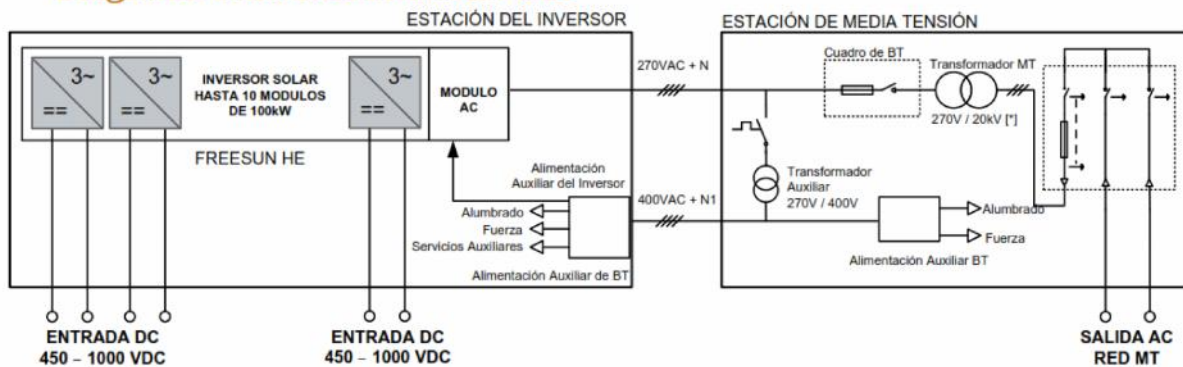
Diagrama funcional FREESUN HE



[1] En casos donde el positivo o el negativo esté conectado a tierra, esta protección será desconectada.

FSDTG0007AE

Diagrama funcional FREESUN HES



[1] También disponible para otras tensiones de red (15kV, 22kV, 24kV, 30kV)

Nota: La Estación de Media Tensión podrá contener dispositivos especiales para cumplimiento de normativa específica de cada país si fuese necesario (Ejemplo CEI 0-16 para Italia). Para información adicional consulte con Power Electronics.

FSDTG0005AE

04 FREESUN

> interfaz de usuario

Display Gráfico extraíble

El concepto "easy to drive" de Power Electronics se refleja en el fácil manejo y puesta en marcha del inversor. Mediante un display gráfico táctil de 3.5 pulgadas podrá obtener toda la información de su instalación de forma ágil e intuitiva, almacenando los datos de producción.

La navegación a través de los menús de configuración y programación es muy intuitiva, facilitando al usuario su manejo y puesta en funcionamiento. Un registro del estado de fallos estará accesible al usuario para comprobar la información contenida.



Display Gráfico con pantalla táctil

Un display de 10" ubicado en el módulo AC ofrece una visualización general del inversor donde consultar la energía total y parcial; la potencia que se está inyectando, reconocer al maestro y los esclavos. Es posible ver los detalles de cada modulo en cuanto a producción y funcionamiento interno.

Por otra parte estarán visibles también todos los String Supervisor de la instalación (diagrama de barras y números).

El display dispone de un Data Logger donde registrar la energía diaria y mensual y otro con muestras cada 10 minutos más extenso (potencia actual, corrientes por fase, tensiones por fases, energía acumulada en ese día hasta ese momento...) y un detallado log de fallos.



05 FREESUN

> Freesun Data Center



Cámaras de video motorizadas

La aplicación puede visualizar y manipular video cámaras motorizadas, para que el usuario pueda ver lo que realmente está pasando en su instalación. El usuario podrá seleccionar cada video cámara, rotándola para ampliar su campo de visión o modificar su zoom.



Datos estación meteorológica



Tensión DC



Información String Supervisor

Freesun Data Center

El FDC (Freesun Data Center) es un datalogger para control y seguimiento remoto de plantas solares fotovoltaicas. Con este sistema es posible controlar: **Estaciones meteorológicas** (radiación solar, temperatura, humedad, presión...) **Inversores solares, Cámaras de video motorizadas, Contadores de energía de la compañía**, posibilitando además la representación gráfica de todos los parámetros monitorizables.



Monitorización remota

La aplicación le permitirá el acceso y seguimiento de los datos más importantes de diferentes instalaciones sin tener que desplazarse a cada una de ellas.

06 FREESUN LVT > características técnicas

FREESUN SERIE LVT		TALLA 1 - FS				TALLA 2 - FS			TALLA 3 - FS	
		0020•T	0025•T	0030•T	0035•T	0040•T	0050•T	0060•T	0080•T	0100•T
SALIDA	Rango de Frecuencia de Red	50Hz – 60Hz								
	Rizado de Tensión, Tensión PV	< 3%								
	Distorsión Armónica de Red en Corriente	< 3% a potencia nominal								
	Factor de Potencia (coseno de phi)	≥ 0.99 a potencia nominal								
ENTRADA	Rango de Tensión DC MPP (VDC)	450V – 820V								
	Tensión DC máxima permitida [1]	900V / 1000V Opcional								
	Corriente DC máxima permitida (A)	52	65	77	90	103	129	155	206	258
	Número de conexiones DC	3 por polo				3 por polo			4 por polo	
EFICIENCIAS Y CONSUMOS	Sección recomendada cable DC (mm²) [2]	16	16	25	25	35	50	70	95	95
	Eficiencia Máxima PAC, nom (η)	95.9%				96.2%			97.1%	
	Rendimiento Europeo (η)	95.0%				95.5%			96.5%	
AUXILIARES	Consumo en Standby (Pnoche)	< 40W (aprox.)								
	Tensión Auxiliar Externa	230VAC, 50 / 60Hz								
ENVOLVENTE	Dimensiones [WxHxD] mm	840 x 1600 x 755				1040 x 1600 x 755			1440 x 1700 x 1040	
	Peso (kg)	535				750			1125	
	Flujo de Aire	Entrada por laterales y trasera – Salida superior (Outdoor) Entrada parte trasera inferior – Salida parte superior (Indoor)								
CONDICIONES AMBIENTALES	Grado de Protección según EN 60529	IP44 / IP54 (Outdoor) IP21 (Indoor)								
	Temperatura Ambiente permisible [3]	-20°C a +50°C								
	Humedad Relativa, sin condensación	10% a 95%								
	Altitud Máxima, sobre el nivel del mar [4]	1000m								
INTERFAZ DE CONTROL	Comunicación	Modbus, CAN, Ethernet (GSM / GPRS opcional)								
	Entradas Digitales	2 entradas programables aisladas galvánicamente								
	Entradas Analógicas	2 entradas programables y diferenciales. Señal de corriente: 0 - 20mA Señal de Tensión: Escala configurable (±10mV a ±10V)								
	Entrada PT100	1 entrada								
	Protocolo Comunicación para Monitorización de Strings	CANopen / Modbus								
	Interfaz para PC o PLC	RS232 / RS485 / USB / Ethernet Protocolo Modbus, Modbus TCP								
	Salidas Digitales	2 Relés aislados eléctricamente conmutados programables (250VAC, 8A ó 30VDC, 8A)								
	Salidas Analógicas	1 salida aislada galvánicamente								
PROTECCIONES	Monitorización de Fallo a Tierra [5]	Estándar integrado / Opcional configurable								
	Resistencias de Caldeo	Integradas (Outdoor) / Opcional (Indoor)								
	Paro de Emergencia	No (Outdoor) / Opcional (Indoor)								
	Interruptor de Potencia en la parte AC	Serie								
	Interruptor de Potencia en la parte DC	Estándar Motorizado								
	Protecciones de Sobretensión AC	Internas estándar Tipo II								
	Protecciones de Sobretensión DC	Internas estándar Tipo II								
	Protecciones de Sobretensión para Tensión Auxiliar	Internas estándar Tipo II								
Protección contra rayos	Opcional Tipo I									
NORMATIVA	Marcado CE	SI								
	Directivas	2006/95/CE, 2004/108/CE								
	Seguridad [6]	EN 62109-1								
	EMC	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN61000-3-4, EN 61000-3-12								
	Alemania	Certificado VDE 0126-1-1 Diseñado conforme a BDEW-MV Guideline								
	Italia	Certificado - Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione								
	España	RD 1663								
Otros países	Consulte con Power Electronics									

Notas: [1] Considerar el aumento de tensión de placas Voc a bajas temperaturas.
[2] Para conductores de cobre. El instalador deberá considerar además factores como la longitud de cable de cada instalación, condiciones ambientales, conductores de aluminio, métodos de instalación y los requerimientos descritos en la normativa vigente y aplicable del país de instalación.

[3] Para otros rangos de temperatura consulte con Power Electronics.
[4] Para mayores altitudes consultar con Power Electronics.
[5] En casos donde la instalación tenga el positivo o el negativo conectado a tierra, esta protección será desconectada.
[6] En proceso de certificación con TÜV.

07 FREESUN LVT

> tipos normalizados y dimensiones

TALLA 1: FS0020 | FS0025 | FS0030 | FS0035

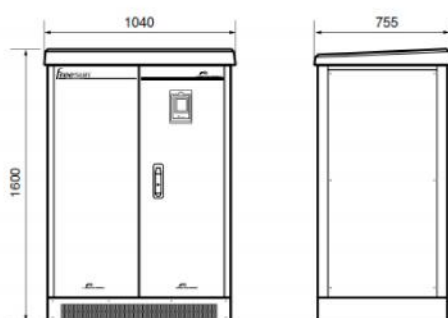


FSDTD0001A

TALLA	REFERENCIA	ENTRADA	SALIDA		
		Potencia Max. PV (PPV) ^[1]	Potencia Salida AC Nominal (PAC)	Tensión de Red ±10% (VAC)	Corriente AC Nominal (IAC, nom)
1	FS0020.T□□□□□□	24kWp	20kW	400V	30A
	FS0025.T□□□□□□	30kWp	25kW	400V	36A
	FS0030.T□□□□□□	36kWp	30kW	400V	43A
	FS0035.T□□□□□□	42kWp	35kW	400V	51A
2	FS0040.T□□□□□□	48kWp	40kW	400V	58A
	FS0050.T□□□□□□	60kWp	50kW	400V	73A
	FS0060.T□□□□□□	72kWp	60kW	400V	87A
3	FS0080.T□□□□□□	96kWp	80kW	400V	116A
	FS0100.T□□□□□□	120kWp	100kW	400V	145A

[1] La potencia máxima de entrada depende de la situación geográfica y del tipo de instalación.

TALLA 2: FS0040 | FS0050 | FS0060



FSDTD0002A

TALLA	REFERENCIA	DIMENSIONES (mm)			PESO (kg)
		Anchura (W)	Altura (H)	Profundo (D)	
1	FS0020.T□□□□□□	840	1600	755	535
	FS0025.T□□□□□□				
	FS0030.T□□□□□□				
	FS0035.T□□□□□□				
2	FS0040.T□□□□□□	1040	1600	755	750
	FS0050.T□□□□□□				
	FS0060.T□□□□□□				
3	FS0080.T□□□□□□	1440	1700	1040	1125
	FS0100.T□□□□□□				

TALLA 3: FS0080 | FS0100



FSDTD0003A



Paneles solares



siliken



De 150 a 305 Wp

De 36 a 72 células



Tolerancia de Potencia Positiva

Módulos con una eficiencia de hasta el 15,7%

Excepcional comportamiento con baja luminosidad

¿Por qué Siliken?

Siliken es una compañía global, integrada en la cadena de valor de la industria solar, con el compromiso y la determinación de ampliar su actividad a otros sectores de las energías renovables, desarrollando e implantando programas de innovación que garanticen soluciones energéticas de la más alta calidad, máximo rendimiento y rentabilidad para nuestros clientes.

Más de 500 MW instalados en todo el mundo

Con más de 500 MW instalados en todo el mundo, hemos creado una marca respetada al ofrecer de manera continuada un producto de calidad con rendimiento constatado.

Decidida apuesta por la I+D

Lo que nos permite una reducción de costes y de mejora de la eficiencia permanentes. Asimismo, nos permite mejorar los productos ya existentes y desarrollar nuevas tecnologías.

Automatización de los procesos productivos claves

Mejoramos nuestros estándares de fabricación. La tecnología nos ayuda a controlar las operaciones más delicadas con extrema precisión proporcionando a nuestros clientes las máximas garantías en la fabricación de nuestros productos.

- Número 1 en el estudio de Laboratorios Photon 2010 ⁽¹⁾
- 10 años de garantía de producto
- 25 años de garantía de potencia lineal ⁽²⁾
- Tolerancia de potencia positiva ⁽³⁾
- Módulos con una eficiencia de hasta el 15,7%
- Diferentes versiones del módulo:
 - Bastidor Plata / Folio trasero Blanco
 - Bastidor Plata / Folio trasero Transparente
 - Sin marco / Folio trasero Blanco
 - Sin marco / Folio trasero Transparente
 - Bastidor Negro / Folio trasero Negro
- Certificaciones IEC 61215, IEC 61730 y UL 1703 para aplicaciones en todo el mundo
- Excepcional comportamiento con baja luminosidad
- Más de 500 MW instalados avalan nuestros módulos
- Automatización de los procesos productivos claves
- Decidida apuesta por la I+D. Investigamos e innovamos constantemente

⁽¹⁾ Modelo SLK60P6L ⁽²⁾ Excepto modelo SLK36P6L ⁽³⁾ Excepto modelo SLK36P6L ±5%

Módulos solares multicristalinos

De 150 a 305 Wp

De 36 a 72 células

siliken

Calidad Siliken

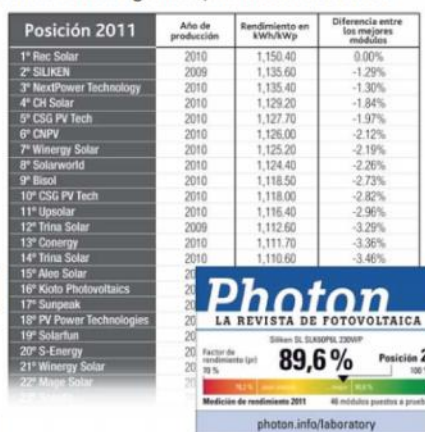
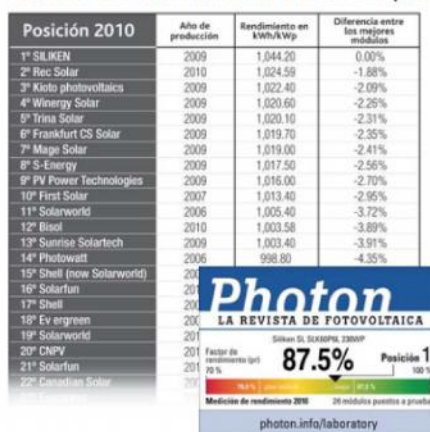
Los resultados del laboratorio Photon confirman los módulos Siliken como los de mayor calidad.

Los resultados del Laboratorio Photon son la confirmación de que Siliken mantiene su alta calidad y su posición de liderazgo durante los últimos dos años. La primera posición durante 2010 y la segunda posición durante 2011 confirman que Siliken lidera día a día el sector ofreciendo a sus clientes calidad, eficiencia y elevada producción energética.

El módulo de Siliken, número 1 en 2010, genera 5,9% más de energía con respecto al promedio del conjunto de los módulos estudiados y un 12,4% con respecto al mínimo.

En 2011 el módulo de Siliken obtuvo la 2ª posición generando 3,15% más de energía con respecto al promedio del conjunto de los módulos estudiados y un 12,74% con respecto al mínimo. Solamente un 1,29% de producción de energía nos separan de la primera posición.

MEDIDAS DE RENDIMIENTO PHOTON: La producción de energía real, un factor decisivo.



El test de Photon es actualmente la prueba de campo más reconocida, comparando módulos internacionales durante varios años, durante diferentes estaciones y con diferentes condiciones de luminosidad.

La comparativa del rendimiento entre más de 130 tipos de módulos es llevada a cabo en las instalaciones al aire libre de Photon.

25 años de Garantía de Potencia Lineal



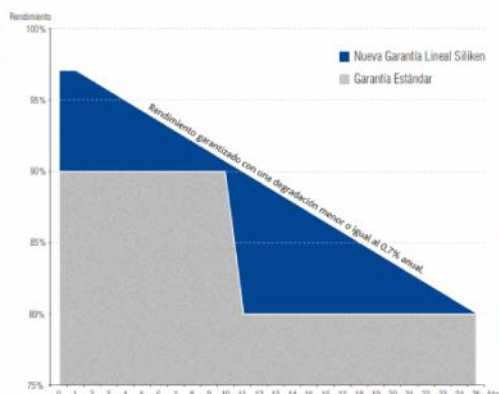
Los módulos Siliken se convierte en una apuesta firme, tanto por la eficiencia de los mismos como por la seguridad que ofrecen.

La garantía lineal asegura la máxima potencia de los módulos Siliken a lo largo de 25 años. Esta garantía sólo es proporcionada por un grupo muy reducido de empresas fabricantes a nivel mundial. En Siliken somos capaces de ofrecer esta garantía lineal gracias a la fiabilidad, robustez y eficiencia que proporcionan nuestros módulos.

Con esta garantía, se asegura el 97% del rendimiento del módulo durante el primer año. Desde el segundo año hasta los 25 años se garantiza el rendimiento del módulo, con una degradación menor o igual al 0.7% anual.

Año	Garantía Estándar
0	90%
1	90.0%
2	90.0%
3	90.0%
4	90.0%
5	90.0%
6	90.0%
7	90.0%
8	90.0%
9	90.0%
10	90.0%
11	80.0%
12	80.0%
13	80.0%
14	80.0%
15	80.0%
16	80.0%
17	80.0%
18	80.0%
19	80.0%
20	80.0%
21	80.0%
22	80.0%
23	80.0%
24	80.0%
25	80.0%

Año	Nueva Garantía Lineal Siliken
0	97%
1	97.0%
2	96.3%
3	95.6%
4	94.9%
5	94.2%
6	93.5%
7	92.8%
8	92.1%
9	91.4%
10	90.7%
11	90.0%
12	89.3%
13	88.6%
14	87.9%
15	87.2%
16	86.5%
17	85.8%
18	85.1%
19	84.4%
20	83.7%
21	83.0%
22	82.3%
23	81.6%
24	80.9%
25	80.2%



- GARANTÍA DE PRODUCTO**
10 años de garantía en materiales y mano de obra
- 25 AÑOS DE GARANTÍA DE POTENCIA LINEAL**
Primer año: 97% de la potencia etiquetada
Del año 2 al 25: reducción máxima de potencia de 0,7% p.a.

Módulos solares multicristalinos

SLK36P6L 150 Wp SLK50P6L 180 - 210 Wp SLK72P6L 280 - 305 Wp
 SLK48P6L 180 - 200 Wp SLK60P6L 230 - 255 Wp

DATOS ELÉCTRICOS

MODELOS	VERSIONES Bastidor / Folio Trasero	Tolerancia de potencia %	Potencia Máxima a STC / NOCT P _{mp} (Wp)	Eficiencia a STC η (%)	Factor de llenado FF	Voltaje a potencia máxima a STC / NOCT V _{mp} (V)	Corriente a potencia máxima a STC / NOCT I _{mp} (A)	Voltaje de circuito abierto a STC / NOCT V _{oc} (V)	Corriente a STC / NOCT I _{sc} (A)	Temperatura de célula normal de operación NOCT (°C)
SLK36P6L	Plata / Blanco	+/- 5%	150 / 109,7	15,0 %	0,764	18,25 / 16,68	8,22 / 6,58	22,3 / 20,4	8,81 / 7,14	45±2
SLK48P6L	Plata / Blanco Plata / Transparente Sin marco** / Blanco Sin marco** / Transparente		200 / 146,2	15,2%	0,743	23,95 / 21,89	8,35 / 6,68	30,1 / 27,5	8,93 / 7,23	45±2
			190 / 138,9	14,5%	0,725	23,11 / 21,13	8,22 / 6,58	29,7 / 27,2	8,81 / 7,14	
			180* / 131,6	13,7%	0,709	22,33 / 20,41	8,06 / 6,45	29,3 / 26,7	8,68 / 7,03	
SLK50P6L	Negro / Negro		190 / 138,3	14,5%	0,725	23,11 / 21,04	8,22 / 6,57	29,7 / 27,1	8,81 / 7,14	46±2
			180* / 131,0	13,7%	0,709	22,33 / 20,33	8,06 / 6,44	29,3 / 26,6	8,68 / 7,03	
			210* / 153,6	15,4%	0,745	24,91 / 22,77	8,43 / 6,74	31,4 / 28,7	8,98 / 7,27	
SLK50P6L	Plata / Blanco Sin marco** / Blanco		200 / 146,2	14,7%	0,733	24,36 / 22,26	8,21 / 6,57	31,0 / 28,3	8,81 / 7,14	45±2
			190* / 138,9	14,0%	0,713	23,78 / 21,73	7,99 / 6,39	30,5 / 27,9	8,74 / 7,08	
			200 / 145,6	14,7%	0,732	24,36 / 22,18	8,21 / 6,56	31,0 / 28,2	8,81 / 7,14	
SLK60P6L	Plata / Blanco Plata / Transparente Sin marco** / Blanco Sin marco** / Transparente	+3/0%	190 / 138,3	14,0%	0,713	23,78 / 21,85	7,99 / 6,39	30,5 / 27,8	8,74 / 7,08	46±2
			180 / 131,0	13,2%	0,708	23,59 / 21,48	7,63 / 6,10	29,9 / 27,2	8,50 / 6,89	
			255* / 186,9	15,7 %	0,750	30,51 / 27,89	8,38 / 6,70	37,9 / 34,68	8,96 / 7,26	
			250 / 183,6	15,4 %	0,746	30,20 / 27,60	8,31 / 6,65	37,7 / 34,4	8,90 / 7,21	
			245 / 180,0	15,1 %	0,743	29,90 / 27,33	8,23 / 6,59	37,4 / 34,2	8,82 / 7,14	
			240 / 177,3	14,8 %	0,734	29,57 / 27,02	8,20 / 6,56	37,2 / 34,0	8,79 / 7,12	
			235* / 173,9	14,5%	0,730	29,26 / 26,74	8,13 / 6,50	36,9 / 33,7	8,73 / 7,07	
			250* / 182,6	15,4 %	0,745	30,20 / 27,50	8,31 / 6,64	37,7 / 34,3	8,90 / 7,21	
			245 / 179,2	15,1 %	0,743	29,90 / 27,22	8,23 / 6,58	37,4 / 34,0	8,82 / 7,15	
SLK72P6L	Plata / Blanco Plata / Transparente		240 / 176,5	14,8 %	0,734	29,57 / 26,92	8,20 / 6,56	37,2 / 33,8	8,79 / 7,13	46±2
			235 / 173,0	14,5 %	0,730	29,26 / 26,64	8,13 / 6,50	36,9 / 33,6	8,73 / 7,07	
			230* / 169,5	14,2%	0,728	28,96 / 26,37	8,04 / 6,43	36,6 / 33,3	8,64 / 7,00	
			305* / 223,0	15,7 %	0,759	36,97 / 33,79	8,25 / 6,60	45,39 / 41,49	8,85 / 7,17	
			300 / 219,4	15,5 %	0,754	36,50 / 33,36	8,22 / 6,58	45,13 / 41,24	8,82 / 7,14	
			295 / 215,7	15,2 %	0,748	35,98 / 32,88	8,20 / 6,56	44,9 / 41,0	8,79 / 7,12	
SLK72P6L	Negro / Negro		290 / 213,6	14,9 %	0,742	35,45 / 32,40	8,18 / 6,59	44,6 / 40,9	8,76 / 7,13	46±2
			285* / 208,4	14,7%	0,736	34,93 / 31,92	8,16 / 6,53	44,33 / 40,52	8,73 / 7,07	
			300* / 218,3	15,5 %	0,754	36,50 / 33,23	8,22 / 6,57	45,13 / 41,09	8,82 / 7,15	
			295 / 214,7	15,2 %	0,748	35,98 / 32,75	8,20 / 6,55	44,9 / 40,8	8,79 / 7,12	
			290 / 211,1	14,9 %	0,742	35,45 / 32,28	8,18 / 6,54	44,6 / 40,6	8,76 / 7,10	
			285 / 207,4	14,7%	0,736	34,93 / 31,80	8,16 / 6,52	44,33 / 40,36	8,73 / 7,07	
	280* / 203,8	14,4%	0,730	34,44 / 31,36	8,13 / 6,50	44,07 / 40,12	8,70 / 7,05			

* Sujeto a disponibilidad.

** Estos módulos han pasado los tests según IEC 61215:2005 e IEC61730:2004 a excepción del Mechanical Load Test 10.16; el cual depende de la estructura utilizada para el montaje de los módulos.

Datos referidos a condiciones estándar de ensayo STC: Radiación de 1.000 W/m², con espectro AM 1.5 y temperatura de célula de 25°C / Datos referidos a condiciones estándar de ensayo NOCT: Radiación de 800W/m², con espectro AM 1.5, velocidad media de viento 1m/s y temperatura ambiente de 20°C.

Nota: Los módulos FV Silken han sido ensayados acorde al ensayo de la Norma EN (IEC) 61730-1 y -2:2007 MST 26 Ensayo de sobrecarga de corriente inversa con una corriente de 20,25A (Im=15A).

Nota: Los fusibles de protección recomendados se calcularán basados en el criterio de dimensionado I_{sc} x 1,25 para el caso de Europa e I_{sc} x 1,25 x 1,25 para USA y Canadá. Los fusibles no se incluyen en el módulo.

Para el correcto dimensionado de los fusibles de la instalación FV referirse a la normativa eléctrica de cada país.

Tolerancia de medida de la P_{max} +/- 3%.

DATOS MECÁNICOS Y TÉRMICOS

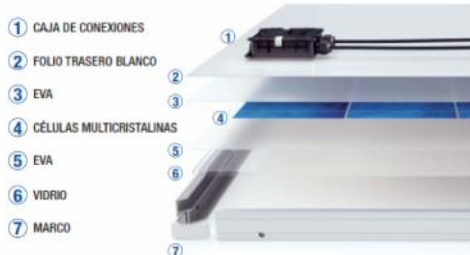
MODELOS	Dimensiones L x A x F (mm)	Peso	Tipo de conector / Cables de salida	Marco	Células solares multicristalinas	Voltaje máximo UL / IEC V _{max} (V) UL/IEC	Coefficiente temperatura de P _{mp} T _{pmp} (1/°C)	Coefficiente temperatura de V _{oc} T _{voc} (1/°C)	Coefficiente temperatura de I _{sc} T _{isc} (1/°C)
SLK36P6L	1490 x 673 x 40	12 Kg	Tipo de conector MC4. / Longitudes de cable simétricas de 1m, Ø4 mm ² , doble capa aislante, libre de halógenos, resistente a la radiación UV. El módulo SLK72P6L tiene una longitud de cable de 1,26 metros.	Perfil hueco de aluminio anodizado de 15 micras de espesor tipo 6063 T5, con perforaciones para drenaje y tomas de tierra.	36 células 156 x 156 mm	600/1000	-0,43	-0,356	0,062
SLK48P6L	1325 x 990 x 40 1320 x 984 x 5*	15 Kg 13 Kg*			48 células 156 x 156 mm				
SLK50P6L	1640 x 830 x 40 1634 x 824 x 5*	16 Kg 14 Kg*			50 células 156 x 156 mm				
SLK60P6L	1640 x 990 x 40 1634 x 984 x 5*	19 Kg 17 Kg*			60 células 156 x 156 mm				
SLK72P6L	1960 x 990 x 40	23 Kg			72 células 156 x 156 mm				

Caja de conexiones: Mínimo IP-65 con 3 diodos bypass de protección 12A/40V.

Vidrio delantero: Vidrio templado de 3,2 mm con bajo contenido de hierro con elevada capacidad de transmisión.

* Medidas y peso del módulo sin marco.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS



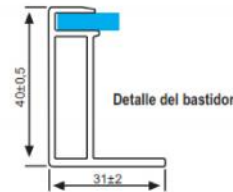
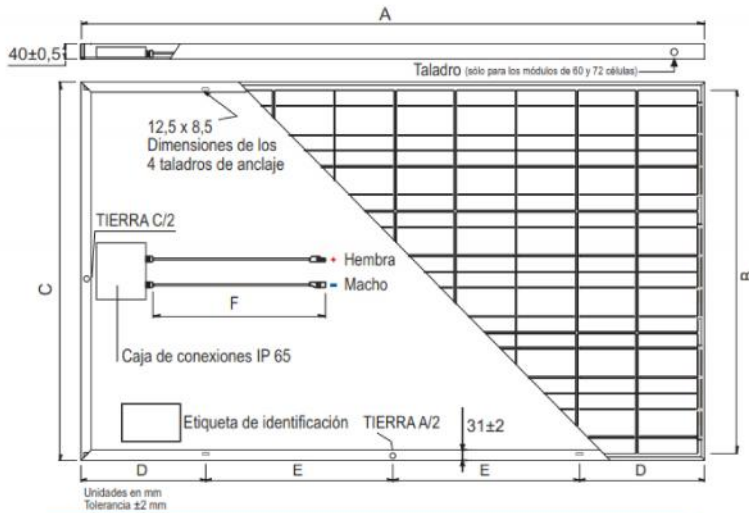
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS MÓDULO BLACK



Módulos solares multicristalinos

SLK36P6L 150 Wp SLK50P6L 180 - 210 Wp SLK72P6L 280 - 305 Wp
 SLK48P6L 180 - 200 Wp SLK60P6L 230 - 255 Wp

siliken



DEPENDENCIA CON LA INTENSIDAD LUMINOSA

Intensidad W/m ²	Vmp	Imp
1000	1,000	1,000
800	0,995	0,799
600	0,986	0,598
200	0,955	0,199
100	0,935	0,092

* Factores de corrección del voltaje y la corriente con la variación de irradiancia

DIMENSIONES

MODELOS	A	B	C	D	E	F
SLK36P6L	1490	633	673	304	441	1000
SLK48P6L	1325	950	990	270	392,5	1000
SLK48P6L sin marco	1319	944	984	-	-	1000
SLK50P6L	1640	790	830	330	490	1000
SLK50P6L sin marco	1634	784	824	-	-	1000
SLK60P6L	1640	950	990	330	490	1000
SLK60P6L sin marco	1634	944	984	330	490	1000
SLK72P6L	1960	950	990	390	590	1260

CONDICIONES DE OPERACIÓN COMPROBADAS

Rango de temperatura	-40 °C a +85 °C
Carga estática	2400 Pa
Carga máxima	5400 Pa
Resistencia al impacto	Impacto por granizo Ø25 mm a 83 km/h

CERTIFICACIONES

	Intertek Listed	UL ORD-C1703-01 / UL1703	Certifican que nuestros módulos cumplen con toda la normativa contra incendios de su equipamiento eléctrico para los mercados de EE.UU y Canadá.
	Certificado TÜV	IEC 61215 / IEC 61730 / IEC 61701 Corrosión niebla salina	Certifica que nuestros módulos FV cumplen los estándares de las normas IEC61215 de construcción del módulo FV y la norma IEC61730 de seguridad del módulo FV.
	ISO 9001:2008	Nº ES08/5170	La organización dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado de acuerdo a la norma ISO 9001 Nº ES08/5170. (*)
	ISO 14001: 2004	Nº ES09/6520	La organización dispone de un sistema de gestión ambiental certificado de acuerdo a la norma ISO 14001 Nº ES09/6520. (*)
	OHSAS 18001: 2007	Nº ES12/11906	La organización dispone de un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo de acuerdo a la norma OHSAS 18001 Nº ES12/11906. (*)
	Miembros de la asociación PV Cycle		Recogida y reciclaje de los módulos fotovoltaicos al final de su vida útil, reduciendo prácticamente a cero el impacto medioambiental.
	Declaración de conformidad CE (Marcado CE)		Garantiza que nuestros productos se adecuan al mercado europeo.
	MCS Reino Unido		Garantiza que los módulos fotovoltaicos son los adecuados para cualquier instalación fotovoltaica que se realice en el Reino Unido.
	Clean Energy Council		Cualificación que demuestra las competencias en diseño y/o instalación de sistemas aislados y/o en sistemas solares fotovoltaicos bajo la normativa de Australia.
	KIWA / IEC 62716		Resistencia al amoníaco
	ISRAEL ELECTRIC CORPORATION, LTD		Garantiza que los módulos fotovoltaicos son los adecuados para cualquier instalación fotovoltaica que se realice en Israel.
	Resistencia al fuego	Clase C	Certifica la capacidad de resistencia al fuego de las cubiertas expuestas a fuego simulado.

NOTA: Confirmar certificados disponibles para cada uno de los modelos.

ADVERTENCIA: Lea atentamente el manual de instrucciones antes de utilizar el producto. NOTA: Debido a nuestra política de mejora continua, Siliken Manufacturing, S.L.U. se reserva el derecho a modificar este producto sin notificarlo.

(*) El alcance de la certificación contempla la unidad de negocio Siliken Manufacturing, S.L.U. para el diseño, fabricación, distribución y servicio postventa de módulos fotovoltaicos en los centros de trabajo de España y Rumanía.


Agosto 2012

Fusibles

Características de los fusibles empleados para proteger la parte de CC de la instalación.

SPF SERIES SOLAR FUSES

1000 VDC • 1-30 Amperes



Specifications

Voltage Rating: 1000 VDC

Amperage Rating: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30

Max. Interrupting Rating: 20 kA; Time Constant less than 2ms


Material: Body: Melamine
Caps: Copper Alloy

Operating Temperature: See Rating Curve

Approvals: UL 2579 Listed (File No. E339112)
1-25 A IEC 60269-6
(VDE Approved to Certification No. 40033098)

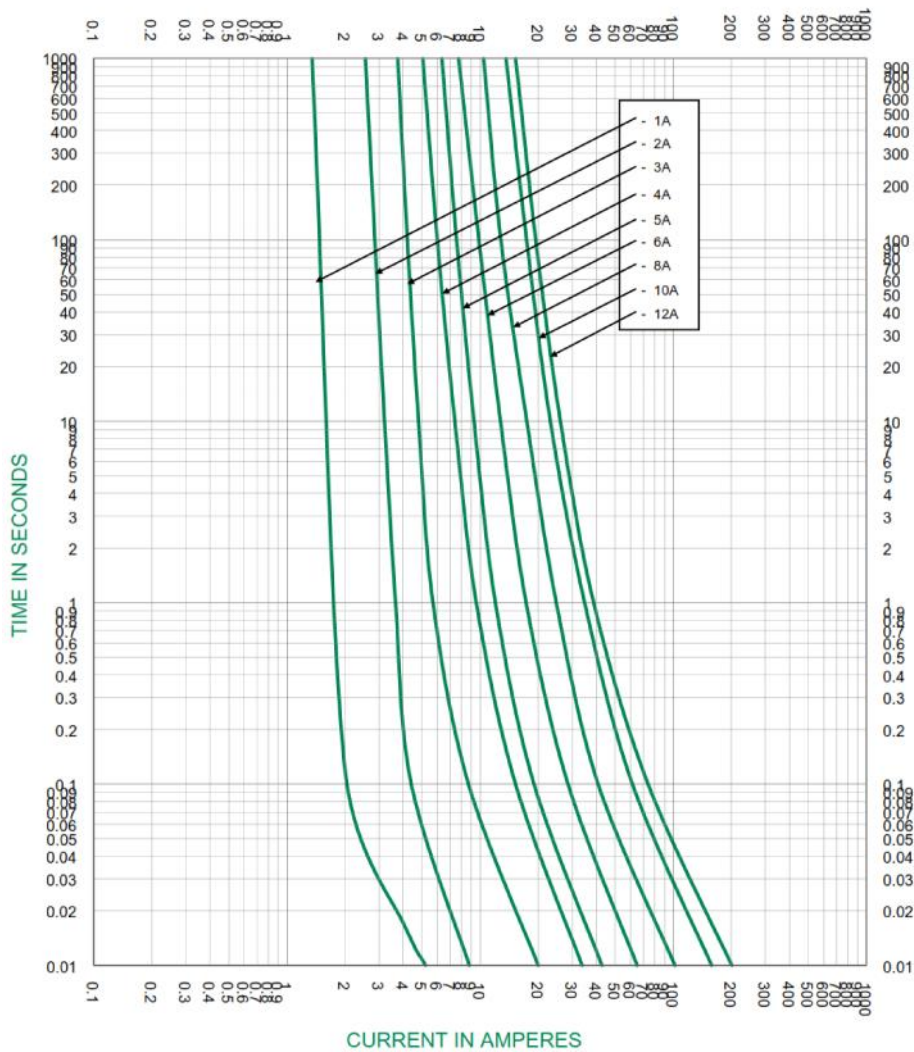
Environmental: RoHS Compliant

Country of Origin: Mexico



SPF SERIES SOLAR FUSES

Time Current Curve



Otra documentación de interés

Datos técnicos de los tubos LED seleccionados en la propuesta de mejora



TUBO LED T8 150-160Lm/W | 8W - 30W



Modelos:

Artículo	Potencia	Lumen	Voltaje	Policarbonato	CRI/Ra	Angulo haz	Dimensiones
PLUBT88W	8W	1200-1280Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x600mm
PLUBT810W	10W	1500-1600Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x600mm
PLUBT812W	12W	1800-1920Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x900mm
PLUBT814W	14W	2100-2240Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x900mm
PLUBT816W	16W	2400-2560Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x1200mm
PLUBT818W	18W	2700-2880Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x1200mm
PLUBT820W	20W	3000-3200Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x1200mm
PLUBT824W	24W	3600-3840Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x1500mm
PLUBT828W	28W	4200-4480Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x1500mm
PLUBT830W	30W	4500-4800Lm	85-265 V/AC	translucido/transp.	>83	120°/180°/270°	Ø26x1500mm

Vida útil indicado 50.000h | Temperaturas luz disponibles: 2700K | 4000K | 5000K | 6500K

Detalles:

- LED-SMD 5630 Epistar
- PCB de aluminio puro de 19x1.2mm y cuerpo de aluminio para máxima disipación de calor.
- LED-driver aislado integrado
- Factor de potencia: PF >0,95
- Casquillo G13 (Sobre pedido también con casquillo giratorio).
- Sobre pedido también con policarbonato transparente
- No emite luz ultravioleta / No contiene mercurio.
- 80% de intensidad lumínica después de vida útil indicada de 50.000h
- Garantía del fabricante 5 años. Certificaciones CE y RoHS y TÜV
- Versión 'instantfit' con LED-Starter en combinación con balastro magnético o directo a 230V

Tubo LED T8 PROLED 160Lm/W de 8W a 30W www.lumora.es

Aplicaciones:

Profesional tubo LED de máximas prestaciones para aplicaciones industriales, espacios públicos y oficinas. Ideal también para la sustitución de tubos fluorescentes en luminarias existentes por ejemplo en supermercados, grandes almacenes y parkings con gran potencial de ahorro y máximo rendimiento lumínico.

Detalles y certificaciones:



Tubo LED T8 PROLED 160Lm/W de 8W a 30W www.lumora.es

Datos técnicos de los detectores de presencia elegidos en la mejora



Detector de movimiento pasillo





 NO REGULABLE

LRM1020 es un detector de movimiento básico adosado a pared o techo.



- Carga máxima 1000VA (Halógena) / 400VA (fluo EM)
- Pico de arranque total máximo 80A/20ms
- Altura de montaje techo: 2-4m
- Altura de montaje pared: 1-2m
- Tiempo de retardo (ajustable): 10s-5min

- Inhibición luz diurna (ajustable): 2-2000lx
- Área detección techo a 2.8m: 5m (pequeños movimientos); 9m (mov transversales)
- Área detección pared 1.2m: 5m (pequeños movimientos); 8m (mov transversales)
- Selector: Auto / ON / OFF

Descripción de producto	EOC	PVR
Detector de movimiento pasillo		€
LRM1020/00 OS MOV DET Corridor	22563500	43,00

Detector de movimiento adosado a techo

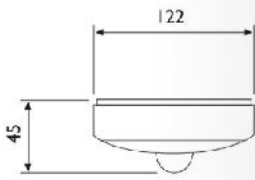
 NO REGULABLE

LRM1000 es un detector de movimiento básico.

- Carga máxima 2000VA (Halógena) / 800VA (fluo EM)
- Pico de arranque total máximo 80A/20ms
- Altura de montaje: 2-4m
- Tiempo de retardo (ajustable): 10s-5min

- Inhibición luz diurna (ajustable): 2-2000lx
- Área detección a 2.8m: 5m (pequeños movimientos); 12m (mov transversales)

Descripción de producto	EOC	PVR
Detector de movimiento adosado a techo		€
LRM1000/00 OS MOV DET	22557700	43,00



Detalles de la tarifa DH 3.0A de la actual empresa comercializadora para el año 2017

Los cálculos de este documento donde se indica que se han utilizado precios de energía y/o potencia según las tarifas de 2017 de la empresa distribuidora están basados en el siguiente documento:



CONDICIONES PARTICULARES PLAN 3.0

CONDICIONES ECONÓMICAS

PRECIO DEL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

Oferta válida hasta el 15 de Julio de 2017.

POTENCIA CONTRATADA (kW)	PERÍODO PUNTA	PERÍODO LLANO	PERÍODO VALLE
TÉRMINO DE POTENCIA (€/kW AÑO)	42,203054	25,60131	18,211416
TÉRMINO DE ENERGÍA (€/kWh)	0,110571	0,092887	0,065842

A estos precios les será añadido el I.V.A.*, el Impuesto Eléctrico (5,11269632%), la energía reactiva y resto de conceptos de facturación que se indican.

Los periodos referidos en la tabla serán los establecidos en las Tarifas Generales de Acceso (3.0 A en su modalidad de 3 periodos), aplicables en cada momento. (Orden ITC 2794/2007 y normativa que la sustituya).

El precio del término de potencia y del término de energía activa se mantendrán fijos durante 12 meses, sin perjuicio de su actualización según la variación correspondiente al IPC(1) el 1 de enero de cada año en que el contrato esté vigente.

(1) IPC: Valor acumulado real, del periodo de noviembre a noviembre anterior a la aplicación de la variación, del Índice de Precios al Consumo, general, publicado por el Instituto Nacional de Estadística.

Se repercutirán en cada momento las variaciones a la baja o al alza en las tarifas y peajes de acceso, cánones y en los valores regulados que puedan ser aprobadas por la Administración para su aplicación durante la duración del Contrato, tomando como base el RD 1164/2001 y la Orden ETU/1976/2016.

La contratación del Plan 3.0 está disponible solo para la tarifa de acceso 3.0A.

La energía se facturará como el producto del precio de cada periodo por el consumo efectuado en el periodo correspondiente.

La potencia se facturará como producto de los términos de potencia diarios por la potencia contratada en cada periodo y multiplicando el resultado por el número de días del periodo de facturación. Los términos de potencia diarios resultarán de dividir el término de potencia anual por el número de días del año. Si la potencia demandada sobrepasa en cualquier periodo horario el 105% de la potencia contratada en el mismo, la potencia a facturar en ese periodo será la registrada más el doble de la diferencia entre el valor registrado y el valor correspondiente al 105% de la potencia contratada.

La facturación de energía reactiva y el resto de conceptos de facturación, si corresponde, se realizará según la normativa vigente aprobada por la Administración.

PRECIO DE ALQUILER DEL CONTADOR

El precio mensual del alquiler del contador de electricidad será el fijado en cada momento por el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital para la tarifa de acceso correspondiente y que cobre la Empresa Distribuidora, al que se le incorporará el I.V.A. (*) y será indicado en las facturas que se emitan al Cliente. El Cliente podrá consultar en todo momento los precios vigentes en www.iberdrola.es.

DURACIÓN DEL CONTRATO

La duración del presente contrato es de 12 meses desde la fecha de inicio del suministro.

La fecha de inicio del suministro será posterior a la de aceptación de este contrato y quedará condicionada a la existencia de un contrato de acceso con la Empresa Distribuidora, a la disponibilidad de la energía y a la actuación sobre las instalaciones cuando esto fuera necesario, y se corresponderá con la fecha del primer día del periodo de lectura establecido que se indique en la primera factura.

El Contrato se podrá prorrogar por anualidades sucesivas de acuerdo con las Condiciones Generales.

(*) El tipo impositivo, que se especificará y desglosará en factura, será el que resulte aplicable en cada momento. El IVA no es aplicable en Canarias, Ceuta y Melilla, donde por su régimen fiscal especial se aplican, respectivamente, el IGIC (Impuesto General Indirecto Canario) y el IPSI (Impuesto sobre la producción, los servicios y la Importación).

Facturas eléctricas de la instalación auditada (2014)

Enero 2014



FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
Fecha factura 30 de enero de 2014
Nº factura 20140130030377034

IMPORTE FACTURA 1.936,98 €

Hoja número 1 / 2

1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
CIF P12040008
AYTO DE CASTELLON
Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)
CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
CNAE 8411
Fecha Fin Contrato 30/04/2014

Tipo DH 3P
Potencia
PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW
Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 03/08/2013
Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Avimta: IBERDROLA GENERACIÓN, S.A.U. Pza. Euzkadi, 5 48009 BILBAO
IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 000660 001378 20140130



ESCUELAS

Plza MAYOR, 12, 1

12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Plza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA

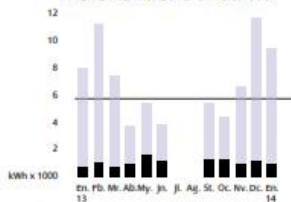


2 FACTURACIÓN

		EUROS
Potencia facturada (20/12/2013-24/01/2014)	PP 67,49 kW x 4,000283 €/kW	269,98
	PLL 79 kW x 2,400169 €/kW	189,61
	PV 67,49 kW x 1,600113 €/kW	107,99
Total importe potencia hasta 24/01/2014		567,58
Energía facturada (20/12/2013-24/01/2014)	P 955 kWh x 0,148356 €/kWh	141,68
	LL 7.358 kWh x 0,109505 €/kWh	805,74
	V 1.038 kWh x 0,068261 €/kWh	70,85
Total 9.351 kWh hasta 24/01/2014		1.018,27
Energía reactiva (20/12/2013-24/01/2014)	P1 67,85 kVarh x 0,041554 €/kVarh	2,82
Imp. Elec. sobre exceso potencia y/o reactiva e ICP	4,864 % s/2,82 € x 1,05113	0,14
Alquiler equipos medida (20/12/2013-24/01/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/1.600,81 €	336,17
IMPORTE		1.936,98

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5.716 kWh

Precio medio (sin IVA) Últimos 12 meses: 43,78 €/kWh Mes actual: 55,34 €/kWh

Nº contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	20/12/2013	000047777	24/01/2014	000048627	850 kWh
0085014617	Energía activa P2	20/12/2013	000200618	24/01/2014	000207664	7.046 kWh
0085014617	Energía activa P3	20/12/2013	000028089	24/01/2014	000028915	826 kWh
0085014617	Energía activa P4	20/12/2013	000004434	24/01/2014	000004539	105 kWh



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171



92000065



FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 30 de enero de 2014
 Nº factura 20140130030377034

IMPORTE FACTURA 1.936,98 €

Hoja número 2 / 2

Nº contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P5	20/12/2013	000013235	24/01/2014	000013547	312 kWh
0085014617	Energía activa P6	20/12/2013	000008884	24/01/2014	000009096	212 kWh
0085014617	Energía reactiva P1	20/12/2013	000023086	24/01/2014	000023417	331 kVArh
0085014617	Energía reactiva P2	20/12/2013	000061531	24/01/2014	000063162	1.631 kVArh
0085014617	Energía reactiva P3	20/12/2013	000011799	24/01/2014	000012051	252 kVArh
0085014617	Energía reactiva P4	20/12/2013	000002075	24/01/2014	000002127	52 kVArh
0085014617	Energía reactiva P5	20/12/2013	000006251	24/01/2014	000006407	156 kVArh
0085014617	Energía reactiva P6	20/12/2013	000004322	24/01/2014	000004431	109 kVArh
0085014617	Maxímetro P1	20/12/2013	000000,00	24/01/2014	0000035,00	35 kW
0085014617	Maxímetro P2	20/12/2013	000000,00	24/01/2014	0000079,00	79 kW
0085014617	Maxímetro P3	20/12/2013	000000,00	24/01/2014	0000015,00	15 kW
0085014617	Maxímetro P4	20/12/2013	000000,00	24/01/2014	0000005,00	5 kW
0085014617	Maxímetro P5	20/12/2013	000000,00	24/01/2014	0000005,00	5 kW
0085014617	Maxímetro P6	20/12/2013	000000,00	24/01/2014	0000005,00	5 kW

Última lectura: real

1 kilovatio-hora (kWh) equivale al consumo de una lámpara de 100 vatios funcionando durante 10 horas.

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ El Real Decreto 1955/2000 obliga a informar a nuestros clientes con carácter anual sobre el importe correspondiente a las tarifas de acceso a redes. En su caso, entre las fechas de lectura de contadores 31/12/2012 y 31/12/2013, el coste, sin impuestos, ha ascendido a 139,02 EUR, distribuidos del siguiente modo:
 - Término de energía: 14,84
 - Término de potencia: 115,08
 - Excesos de potencia: 0
 - Energía reactiva: 0

A estos importes les son aplicables el Impuesto Eléctrico y el I.V.A sobre el total (Impuesto Eléctrico incluido).
 Estos valores son puramente informativos y no representan ningún incremento de coste para Vd. ya que están englobados en la factura de energía que recoge los precios de su Contrato.
- ✓ La base imponible y el importe del Impuesto Eléctrico correspondiente a la totalidad de la factura es de 1.511,53 y 77,28 Euros, respectivamente. El tipo aplicable es el que regulatoriamente se establece: 4,864% x 1,05113.
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 01, 57370
- ✓ Para presentar una reclamación puede llamar al 900 400 408. Otras opciones y más información en www.iberdrola.es/reclamaciones.
- ✓ La energía reactiva es un consumo suplementario de energía no aprovechable, que se incluye en su factura pudiendo llegar a incrementar en cantidades importantes. Este tipo de energía se puede evitar instalando equipamientos especiales y así ahorrar el consumo correspondiente de su factura.
- ✓ Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de maxímetro. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar. Si quiere conocer cómo se realiza este cálculo consulte www.iberdrola.es/clientes.
- ✓ Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 902 20 15 20 o en cualquiera de nuestros Puntos de Atención.



93100065



FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 27 de febrero de 2014
 N° factura 20140227030307809

IMPORTE FACTURA 1.931,26 €

Hoja número 1 / 3

1

DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF: P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 30/04/2014

Tipo DH 3P
 Potencia
 PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW
 Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E del 01/02/2014
 Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Remite: IBERDROLA GENERACIÓN, S.A.U. PIZAZA EUSKADI, 5 48009 BILBAO
 IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 000644 001470 20140227



ESCUELAS

PiZZa MAYOR, 12, 1
 12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: PiZZa MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA



2

FACTURACIÓN

EUROS

Potencia facturada (24/01/2014-31/01/2014)	PP 67,49 kW x 0,800057 €/kW PLL 71 kW x 0,480034 €/kW PV 67,49 kW x 0,320023 €/kW	54,00 34,08 21,60
Total importe potencia hasta 31/01/2014		109,68
Potencia facturada (31/01/2014-24/02/2014)	PP 67,49 kW x 2,814985 €/kW PLL 71 kW x 1,688991 €/kW PV 67,49 kW x 1,125994 €/kW	189,98 119,92 75,99
Total importe potencia hasta 24/02/2014		385,89
Energía facturada (24/01/2014-31/01/2014)	P 232,58 kWh x 0,148356 €/kWh LL 1.775,29 kWh x 0,109505 €/kWh V 224,45 kWh x 0,068261 €/kWh	34,50 194,40 15,32
Total 2.232,32 kWh hasta 31/01/2014		244,22
Energía facturada (31/01/2014-24/02/2014)	P 797,42 kWh x 0,148905 €/kWh LL 6.086,71 kWh x 0,109888 €/kWh V 769,55 kWh x 0,06843 €/kWh	118,74 668,86 52,66
Total 7.653,68 kWh hasta 24/02/2014		840,26
Energía reactiva (24/01/2014-24/02/2014)	P1 92,1 kVarh x 0,041554 €/kVarh	3,83
Imp. Elec. sobre exceso potencia y/o reactiva e ICP	4,864 % s/3,83 € x 1,05113	0,20
Alquiler equipos medida (24/01/2014-24/02/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/1.596,08 €	335,18
IMPORTE		1.931,26





FACTURA DE ELECTRICIDAD

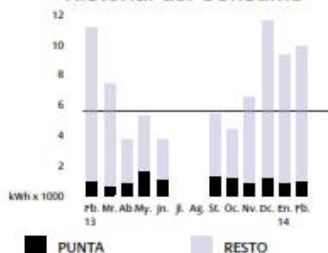
Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 27 de febrero de 2014
 N° factura 20140227030307809

IMPORTE FACTURA 1.931,26 €

Hoja número 2 / 3

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5.609 kWh
 Precio medio (sin IVA) Últimos 12 meses: 43,05 €/kWh Mes actual: 62,29 €/kWh

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	24/01/2014	000048627	24/02/2014	000049554	927 kWh
0085014617	Energía activa P2	24/01/2014	000207664	24/02/2014	000215215	7.551 kWh
0085014617	Energía activa P3	24/01/2014	000028915	24/02/2014	000029697	782 kWh
0085014617	Energía activa P4	24/01/2014	000004539	24/02/2014	000004642	103 kWh
0085014617	Energía activa P5	24/01/2014	000013547	24/02/2014	000013858	311 kWh
0085014617	Energía activa P6	24/01/2014	000009096	24/02/2014	000009308	212 kWh
0085014617	Energía reactiva P1	24/01/2014	000023417	24/02/2014	000023818	401 kVArh
0085014617	Energía reactiva P2	24/01/2014	000063162	24/02/2014	000065061	1.899 kVArh
0085014617	Energía reactiva P3	24/01/2014	000012051	24/02/2014	000012274	223 kVArh
0085014617	Energía reactiva P4	24/01/2014	000002127	24/02/2014	000002158	31 kVArh
0085014617	Energía reactiva P5	24/01/2014	000006407	24/02/2014	000006501	94 kVArh
0085014617	Energía reactiva P6	24/01/2014	000004431	24/02/2014	000004498	67 kVArh
0085014617	Maxímetro P1	24/01/2014	0000000,00	24/02/2014	0000029,00	29 kW
0085014617	Maxímetro P2	24/01/2014	0000000,00	24/02/2014	0000071,00	71 kW
0085014617	Maxímetro P3	24/01/2014	0000000,00	24/02/2014	0000012,00	12 kW
0085014617	Maxímetro P4	24/01/2014	0000000,00	24/02/2014	0000005,00	5 kW
0085014617	Maxímetro P5	24/01/2014	0000000,00	24/02/2014	0000005,00	5 kW
0085014617	Maxímetro P6	24/01/2014	0000000,00	24/02/2014	0000005,00	5 kW

Última lectura: real
 1 kilovatio-hora (kWh) equivale al consumo de una lámpara de 100 vatios funcionando durante 10 horas.

4 INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ De acuerdo con las condiciones contractuales, los precios se han actualizado con la variación de los conceptos regulados recogida en la Orden IET/107/2014, de fecha 31 de enero de 2014.
- ✓ La base imponible y el importe del Impuesto Eléctrico correspondiente a la totalidad de la factura es de 1.507,03 y 77,05 Euros, respectivamente. El tipo aplicable es el que regulatoriamente se establece: 4,864% x 1,05113.
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 02, 64551
- ✓ Para realizar cualquier consulta, gestión o presentar una reclamación puede llamar al Teléfono del Cliente 900 225 235. Otras opciones y más información en www.iberdrola.es/clientes/contacto



Marzo 2014



FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 28 de marzo de 2014
 N° factura 20140328030433720

IMPORTE FACTURA 543,05 €

Hoja número 1 / 2

1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 30/04/2014

Tipo DH 3P

Potencia

PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW

Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 01/02/2014

Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Revista: IBERDROLA GENERACIÓN, S.A.U. Plaza Euzkadi, 5 48009 BILBAO
 IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 000746 001621 20140328



ESCUELAS

Plaza MAYOR, 12, 1

12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Plaza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA

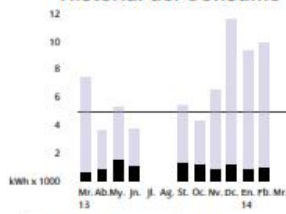


2 FACTURACIÓN

		EUROS
Potencia facturada (24/02/2014-25/03/2014)	PP 67,49 kW x 3,235993 €/kW	218,40
	PLL 67,49 kW x 1,941596 €/kW	131,04
	PV 67,49 kW x 1,294398 €/kW	87,36
	Total importe potencia hasta 25/03/2014	436,80
Alquiler equipos medida (24/02/2014-25/03/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/448,8 €	94,25
IMPORTE		543,05

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 4.993 kWh

Precio medio (sin IVA) Últimos 12 meses: 40,38 €/kWh Mes actual: 18,72 €/kWh

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	24/02/2014	000049554	25/03/2014		
0085014617	Energía activa P2	24/02/2014	000215215	25/03/2014		
0085014617	Energía activa P3	24/02/2014	000029697	25/03/2014		
0085014617	Energía activa P4	24/02/2014	000004642	25/03/2014		
0085014617	Energía activa P5	24/02/2014	000013858	25/03/2014		
0085014617	Energía activa P6	24/02/2014	000009308	25/03/2014		
0085014617	Energía reactiva P1	24/02/2014	000023818	25/03/2014		
0085014617	Energía reactiva P2	24/02/2014	000065061	25/03/2014		
0085014617	Energía reactiva P3	24/02/2014	000012274	25/03/2014		
0085014617	Energía reactiva P4	24/02/2014	000002158	25/03/2014		
0085014617	Energía reactiva P5	24/02/2014	000006501	25/03/2014		
0085014617	Energía reactiva P6	24/02/2014	000004498	25/03/2014		
0085014617	Maximetro P1	24/02/2014	0000029,00	25/03/2014		



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171

Documento emitido por IBERDROLA GENERACIÓN, S.A.U. Plaza Euzkadi, 5, 48009 Bilbao. Inscrta en el Registro Mercantil de Bilbao al Tomo 3863, Folio 193, Hoja BII-20391, Inscripto en el 1º - C.I.F.A.-99075386



FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 28 de marzo de 2014
 N° factura 20140328030433720

IMPORTE FACTURA 543,05 €

Hoja número 2 / 2

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Maximetro P2	24/02/2014	0000071,00	25/03/2014		
0085014617	Maximetro P3	24/02/2014	0000012,00	25/03/2014		
0085014617	Maximetro P4	24/02/2014	0000005,00	25/03/2014		
0085014617	Maximetro P5	24/02/2014	0000005,00	25/03/2014		
0085014617	Maximetro P6	24/02/2014	0000005,00	25/03/2014		

Última lectura: sin lectura
 1 kilovatio-hora (kWh) equivale al consumo de una lámpara de 100 vatios funcionando durante 10 horas.

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ Durante este mes no ha sido posible obtener lecturas de sus aparatos de medida, por lo cual, esta factura incluye sólo los importes fijos (alquileres, y en su caso, término de potencia).
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 03, 71885
- ✓ Para realizar cualquier consulta, gestión o presentar una reclamación puede llamar al Teléfono del Cliente 900 225 235. Otras opciones y más información en www.iberdrola.es/clientes/contacto
- ✓ Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de maximetro. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar. Si quiere conocer cómo se realiza este cálculo consulte www.iberdrola.es/clientes.
- ✓ Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235 o en cualquiera de nuestros Puntos de Atención.





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 29 de abril de 2014
 N° factura 20140429030279787

IMPORTE FACTURA 543,05 €

Hoja número 1 / 2

1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)
 CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 30/04/2014

Tipo DH 3P
 Potencia
 PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW
 Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 01/02/2014
 Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Avenida: IBERDROLA GENERACIÓN, S.A.U. PZa EUSKADI, 5-48009 BILBAO
 IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 000602 001237 20140429



ESCUELAS

Plza MAYOR, 12, 1
 12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Plza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA

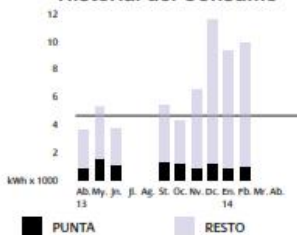


2 FACTURACIÓN

		EUROS
Potencia facturada (25/03/2014-23/04/2014)	PP 67,49 kW x 3,235993 €/kW	218,40
	PLL 67,49 kW x 1,941596 €/kW	131,04
	PV 67,49 kW x 1,294398 €/kW	87,36
Total importe potencia hasta 23/04/2014		436,80
Alquiler equipos medida (25/03/2014-23/04/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/448,8 €	94,25
IMPORTE		543,05

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 4.686 kWh
 Precio medio (sin IVA) Últimos 12 meses: 39,36 €/kWh Mes actual: 18,72 €/kWh

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	25/03/2014	000049554	23/04/2014		
0085014617	Energía activa P2	25/03/2014	000215215	23/04/2014		
0085014617	Energía activa P3	25/03/2014	000029697	23/04/2014		
0085014617	Energía activa P4	25/03/2014	000004642	23/04/2014		
0085014617	Energía activa P5	25/03/2014	000013858	23/04/2014		
0085014617	Energía activa P6	25/03/2014	000009308	23/04/2014		
0085014617	Energía reactiva P1	25/03/2014	000023818	23/04/2014		
0085014617	Energía reactiva P2	25/03/2014	000065061	23/04/2014		
0085014617	Energía reactiva P3	25/03/2014	000012274	23/04/2014		
0085014617	Energía reactiva P4	25/03/2014	000002158	23/04/2014		
0085014617	Energía reactiva P5	25/03/2014	000006501	23/04/2014		
0085014617	Energía reactiva P6	25/03/2014	000004498	23/04/2014		
0085014617	Maxímetro P1	25/03/2014	0000029,00	23/04/2014		



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171



FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 29 de abril de 2014
 N° factura 20140429030279787

IMPORTE FACTURA 543,05 €

Hoja número 2 / 2

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Maxímetro P2	25/03/2014	0000071,00	23/04/2014		
0085014617	Maxímetro P3	25/03/2014	0000012,00	23/04/2014		
0085014617	Maxímetro P4	25/03/2014	0000005,00	23/04/2014		
0085014617	Maxímetro P5	25/03/2014	0000005,00	23/04/2014		
0085014617	Maxímetro P6	25/03/2014	0000005,00	23/04/2014		

Ultima lectura: sin lectura
 1 kilovatio-hora (kWh) equivale al consumo de una lámpara de 100 vatios funcionando durante 10 horas.

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ Durante este mes no ha sido posible obtener lecturas de sus aparatos de medida, por lo cual, esta factura incluye sólo los importes fijos (alquileres, y en su caso, término de potencia).
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 04, 79562
- ✓ Para realizar cualquier consulta, gestión o presentar una reclamación puede llamar al Teléfono del Cliente 900 225 235. Otras opciones y más información en www.iberdrola.es/clientes/contacto
- ✓ Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de maxímetro. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar. Si quiere conocer cómo se realiza este cálculo consulte www.iberdrola.es/clientes.
- ✓ Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235 o en cualquiera de nuestros Puntos de Atención.





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 29 de mayo de 2014
 N° factura 20140529030350585

IMPORTE FACTURA 2.660,23 €

Hoja número 1 / 3

1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 06/05/2015

Tipo DH 3P
 Potencia
 PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW
 Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 01/02/2014
 Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Avenida: IBERDROLA GENERACIÓN, S.A.U. PIZZA ZUSKADI, 5 48009 BILBAO
 IN 990 MNC 0457980941 0 8 SV99 000758 001600 20140529



ESCUELAS

Pizza MAYOR, 12, 1

12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Piza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA



2 FACTURACIÓN

EUROS

Potencia facturada (23/04/2014-06/05/2014)	PP 67,49 kW x 1,524784 €/kW PLL 67,49 kW x 0,91487 €/kW PV 67,49 kW x 0,609913 €/kW	102,91 61,74 41,16
Total importe potencia hasta 06/05/2014		205,81
Potencia facturada (06/05/2014-22/05/2014)	PP 67,49 kW x 1,876657 €/kW PLL 67,49 kW x 1,125994 €/kW PV 67,49 kW x 0,750663 €/kW	126,66 75,99 50,66
Total importe potencia hasta 22/05/2014		253,31
Energía facturada (24/02/2014-06/05/2014)	P 2.500,51 kWh x 0,148905 €/kWh LL 7.855,7 kWh x 0,109888 €/kWh V 1.696,66 kWh x 0,06843 €/kWh	372,34 863,25 116,10
Total 12.052,87 kWh hasta 06/05/2014		1.351,69
Energía facturada (06/05/2014-22/05/2014)	P 563,49 kWh x 0,138231 €/kWh LL 1.770,3 kWh x 0,108565 €/kWh V 382,34 kWh x 0,060165 €/kWh	77,89 192,19 23,00
Total 2.716,13 kWh hasta 22/05/2014		293,08
Energía reactiva (24/02/2014-22/05/2014)	P1 699,88 kVArh x 0,041554 €/kVArh P2 1.192,42 kVArh x 0,041554 €/kVArh	29,08 49,55
Total energía reactiva hasta 22/05/2014		78,63
Imp. Elec. sobre exceso potencia y/o reactiva e ICP	4,864 % s/78,63 € x 1,05113	4,02
Alquiler equipos medida (23/04/2014-22/05/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/2.198,54 €	461,69
IMPORTE		2.660,23





FACTURA DE ELECTRICIDAD

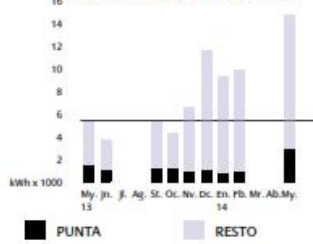
Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 29 de mayo de 2014
 N° factura 20140529030350585

IMPORTE FACTURA 2.660,23 €

Hoja número 2 / 3

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5.471 kWh
 Precio medio (sin IVA) Últimos 12 meses: 43,17 €/kWhMes actual: 30,57 €/kWh

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	24/02/2014	000049554	22/05/2014	000052415	2.861 kWh
0085014617	Energía activa P2	24/02/2014	000215215	22/05/2014	000224248	9.033 kWh
0085014617	Energía activa P3	24/02/2014	000029697	22/05/2014	000031380	1.683 kWh
0085014617	Energía activa P4	24/02/2014	000004642	22/05/2014	000004845	203 kWh
0085014617	Energía activa P5	24/02/2014	000013858	22/05/2014	000014451	593 kWh
0085014617	Energía activa P6	24/02/2014	000009308	22/05/2014	000009704	396 kWh
0085014617	Energía reactiva P1	24/02/2014	000023818	22/05/2014	000025397	1.579 kVArh
0085014617	Energía reactiva P2	24/02/2014	000065061	22/05/2014	000069043	3.982 kVArh
0085014617	Energía reactiva P3	24/02/2014	000012274	22/05/2014	000013064	790 kVArh
0085014617	Energía reactiva P4	24/02/2014	000002158	22/05/2014	000002290	132 kVArh
0085014617	Energía reactiva P5	24/02/2014	000006501	22/05/2014	000006888	387 kVArh
0085014617	Energía reactiva P6	24/02/2014	000004498	22/05/2014	000004759	261 kVArh
0085014617	Maxímetro P1	24/02/2014	0000000,00	22/05/2014	0000035,00	35 kW
0085014617	Maxímetro P2	24/02/2014	0000000,00	22/05/2014	0000034,00	34 kW
0085014617	Maxímetro P3	24/02/2014	0000000,00	22/05/2014	0000008,00	8 kW
0085014617	Maxímetro P4	24/02/2014	0000000,00	22/05/2014	0000004,00	4 kW
0085014617	Maxímetro P5	24/02/2014	0000000,00	22/05/2014	0000004,00	4 kW
0085014617	Maxímetro P6	24/02/2014	0000000,00	22/05/2014	0000003,00	3 kW

Última lectura: real
 1 kilovatio-hora (kWh) equivale al consumo de una lámpara de 100 vatios funcionando durante 10 horas.

4 INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ La base imponible y el importe del Impuesto Eléctrico correspondiente a la totalidad de la factura es de 2.080,19 y 106,35 Euros, respectivamente. El tipo aplicable es el que regulatoriamente se establece: 4,864% x 1,05113.
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 05, 06921
- ✓ Esta factura incluye una actualización de precios que se ha realizado de acuerdo con las condiciones de su contrato. En el apartado CONOZCA AL DETALLE SU FACTURACIÓN Y CONSUMOS, que aparece en el reverso, puede comprobar el detalle. Más información en el teléfono de ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235
- ✓ Para realizar cualquier consulta, gestión o presentar una reclamación puede llamar al Teléfono del Cliente 900 400 408. Otras opciones y más información en www.iberdrola.es/clientes/contacto





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 27 de junio de 2014
 N° factura 20140627030379185

IMPORTE FACTURA 1.260,65 €

Hoja número 1 / 2

1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)
 CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 06/05/2015

Tipo DH 3P
 Potencia
 PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW
 Tarifa ATR 3,0A Precios B.O.E. del 01/02/2014
 Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Abrir: IBERDROLA GENERACIÓN, S.A.U. Pza EUSKADI, 5 48009 BILBAO
 IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 000755 001580 20140627



ESCUELAS

Plza MAYOR, 12, 1

12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Plza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA



2 FACTURACIÓN

		EUROS
Potencia facturada (22/05/2014-23/06/2014)	PP 67,49 kW x 3,753313 €/kW	253,31
	PLL 67,49 kW x 2,251988 €/kW	151,99
	PV 67,49 kW x 1,501325 €/kW	101,32
Total importe potencia hasta 23/06/2014		506,62
Energía facturada (22/05/2014-23/06/2014)	P 1.343 kWh x 0,138231 €/kWh	185,64
	LL 2.346 kWh x 0,108565 €/kWh	254,69
	V 741 kWh x 0,060165 €/kWh	44,58
Total 4.430 kWh hasta 23/06/2014		484,91
Energía reactiva (22/05/2014-23/06/2014)	P1 341,81 kVArh x 0,041554 €/kVArh	14,20
	P2 535,82 kVArh x 0,041554 €/kVArh	22,27
Total energía reactiva hasta 23/06/2014		36,47
Imp. Elec. sobre exceso potencia y/o reactiva e ICP	4,864 % s/36,47 € x 1,05113	1,86
Alquiler equipos medida (22/05/2014-23/06/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/1.041,86 €	218,79
IMPORTE		1.260,65

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5.525 kWh
 Precio medio (sin IVA) Últimos 12 meses: 44,02 €/kWh Mes actual: 39,39 €/kWh

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	22/05/2014	000052415	23/06/2014	000053668	1.253 kWh



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 27 de junio de 2014
 N° factura 20140627030379185

IMPORTE FACTURA 1.260,65 €

Hoja número 2 / 2

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P2	22/05/2014	000224248	23/06/2014	000226315	2.067 kWh
0085014617	Energía activa P3	22/05/2014	000031380	23/06/2014	000031932	552 kWh
0085014617	Energía activa P4	22/05/2014	000004845	23/06/2014	000004935	90 kWh
0085014617	Energía activa P5	22/05/2014	000014451	23/06/2014	000014730	279 kWh
0085014617	Energía activa P6	22/05/2014	000009704	23/06/2014	000009893	189 kWh
0085014617	Energía reactiva P1	22/05/2014	000025397	23/06/2014	000026136	739 kVArh
0085014617	Energía reactiva P2	22/05/2014	000069043	23/06/2014	000070214	1.171 kVArh
0085014617	Energía reactiva P3	22/05/2014	000013064	23/06/2014	000013342	278 kVArh
0085014617	Energía reactiva P4	22/05/2014	000002290	23/06/2014	000002336	46 kVArh
0085014617	Energía reactiva P5	22/05/2014	000006888	23/06/2014	000007027	139 kVArh
0085014617	Energía reactiva P6	22/05/2014	000004759	23/06/2014	000004855	96 kVArh
0085014617	Maxímetro P1	22/05/2014	0000000,00	23/06/2014	0000025,00	25 kW
0085014617	Maxímetro P2	22/05/2014	0000000,00	23/06/2014	0000030,00	30 kW
0085014617	Maxímetro P3	22/05/2014	0000000,00	23/06/2014	0000007,00	7 kW
0085014617	Maxímetro P4	22/05/2014	0000000,00	23/06/2014	0000004,00	4 kW
0085014617	Maxímetro P5	22/05/2014	0000000,00	23/06/2014	0000004,00	4 kW
0085014617	Maxímetro P6	22/05/2014	0000000,00	23/06/2014	0000003,00	3 kW

Última lectura: real
 1 kilovatio-hora (kWh) equivale al consumo de una lámpara de 100 vatios funcionando durante 10 horas.

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ La base imponible y el importe del Impuesto Eléctrico correspondiente a la totalidad de la factura es de 979,77 y 50,09 Euros, respectivamente. El tipo aplicable es el que regulatoriamente se establece: 4,864% x 1,05113.
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 06, 14804
- ✓ Para realizar cualquier consulta, gestión o presentar una reclamación puede llamar al Teléfono del Cliente 900 400 408. Otras opciones y más información en www.iberdrola.es/clientes/contacto
- ✓ La energía reactiva es un consumo suplementario de energía no aprovechable, que se incluye en su factura pudiendo llegar a incrementarla en cantidades importantes. Este tipo de energía se puede evitar instalando equipamientos especiales y así ahorrar el consumo correspondiente de su factura.
- ✓ Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de maxímetro. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar.
- ✓ Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235 o en cualquiera de nuestros Puntos de Atención.





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 30 de julio de 2014
 N° factura 20140730030304852

IMPORTE FACTURA 561,27 €

Hoja número 1 / 2

1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)
 CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 06/05/2015

Tipo DH 3P
 Potencia
 PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW
 Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 01/02/2014
 Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Revista: IBERDROLA CLIENTES, S.A.U. PZa ZUSKADI, 5 48009 BILBAO
 IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 001040 002189 20140730



ESCUELAS

PZa MAYOR, 12, 1
 12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: PZa MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA

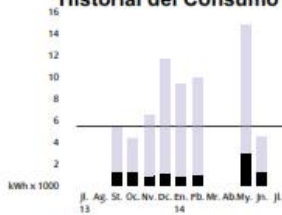


2 FACTURACIÓN

		EUROS
Potencia facturada (23/06/2014-23/07/2014)	PP 67,49 kW x 3,34758 €/kW PLL 67,49 kW x 2,008548 €/kW PV 67,49 kW x 1,339032 €/kW	225,93 135,56 90,37
Total importe potencia hasta 23/07/2014		451,86
Alquiler equipos medida (23/06/2014-23/07/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/463,86 €	97,41
IMPORTE		561,27

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5.525 kWh
 Precio medio (sin IVA) Últimos 12 meses: 44,93 Mes actual: 18,70

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	23/06/2014	000053668	23/07/2014		
0085014617	Energía activa P2	23/06/2014	000226315	23/07/2014		
0085014617	Energía activa P3	23/06/2014	000031932	23/07/2014		
0085014617	Energía activa P4	23/06/2014	000004935	23/07/2014		
0085014617	Energía activa P5	23/06/2014	000014730	23/07/2014		
0085014617	Energía activa P6	23/06/2014	000009893	23/07/2014		
0085014617	Energía reactiva P1	23/06/2014	000026136	23/07/2014		
0085014617	Energía reactiva P2	23/06/2014	000070214	23/07/2014		
0085014617	Energía reactiva P3	23/06/2014	000013342	23/07/2014		
0085014617	Energía reactiva P4	23/06/2014	000002336	23/07/2014		
0085014617	Energía reactiva P5	23/06/2014	000007027	23/07/2014		
0085014617	Energía reactiva P6	23/06/2014	000004855	23/07/2014		
0085014617	Maxímetro P1	23/06/2014	0000025,00	23/07/2014		



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 30 de julio de 2014
 N° factura 20140730030304852

IMPORTE FACTURA 561,27 €

Hoja número 2 / 2

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Maxímetro P2	23/06/2014	0000030,00	23/07/2014		
0085014617	Maxímetro P3	23/06/2014	0000007,00	23/07/2014		
0085014617	Maxímetro P4	23/06/2014	0000004,00	23/07/2014		
0085014617	Maxímetro P5	23/06/2014	0000004,00	23/07/2014		
0085014617	Maxímetro P6	23/06/2014	0000003,00	23/07/2014		

Última lectura: sin lectura

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ *Le comunicamos que, de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 216/2014 de 29 de marzo de 2014, el Operador del Sistema (Red Eléctrica de España) ha procedido a publicar la previsión de los coeficientes de pérdidas de energía en las redes de transporte y distribución que son de aplicación a partir del 1 de junio de 2014. Esto supone una variación del coste regulado asociado a las pérdidas incluido en el precio de su contrato por lo que se ha procedido a la correspondiente actualización del mismo. A la finalización del periodo de su contrato se procederá a regularizar (al alza o a la baja) el coste regulado aplicado por este concepto para ajustar su importe a los coeficientes definitivos de pérdidas que se publiquen.*
- ✓ *Durante este mes no ha sido posible obtener lecturas de sus aparatos de medida, por lo cual, esta factura incluye sólo los importes fijos (alquileres, y en su caso, término de potencia).*
- ✓ *De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.*
- ✓ *Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON*
- ✓ *Grupo: 003, ESCUELAS*
- ✓ *Remesa: 2014, 07, 22438*
- ✓ *Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de maxímetro. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar.*
- ✓ *Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235.*
- ✓ *De acuerdo lo previsto en el artículo 85 del Real Decreto Legislativo 3/2011 de 16 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, para los supuestos de aportación de rama de actividad, le comunicamos que a partir de 30 de junio de 2014, IBERDROLA CLIENTES S.A.U. queda subrogada en la posición de IBERDROLA GENERACIÓN, S.A.U. como suministrador, asumiendo todos los derechos y obligaciones que le correspondían a esta última, permaneciendo inalterados el resto de los extremos de la relación contractual, por lo que usted seguirá recibiendo el suministro energético y otros servicios de IBERDROLA con toda normalidad.*





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 28 de agosto de 2014
 N° factura 20140828030293748

IMPORTE FACTURA 634,16 €

Hoja número 1 / 2

1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)
 CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 06/05/2015

Tipo DH 3P
 Potencia
PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW
 Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 01/02/2014
 Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Aviata: IBERDROLA CLIENTES, S.A.U. Plza EUSKADI, 5 48009 BILBAO
 IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 000777 001622 20140828



ESCUELAS

Plza MAYOR, 12, 1
 12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Plza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA



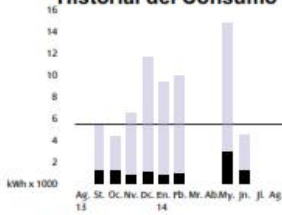
2 FACTURACIÓN

EUROS

Potencia facturada (23/07/2014-26/08/2014)	PP 67,49 kW x 3,793924 €/kW PLL 67,49 kW x 2,276354 €/kW PV 67,49 kW x 1,517569 €/kW	256,05 153,63 102,42
Total importe potencia hasta 26/08/2014		512,10
Alquiler equipos medida (23/07/2014-26/08/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/524,1 €	110,06
	IMPORTE	634,16

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5.525 kWh

Precio medio (sin IVA) Últimos 12 meses: 45,25 Mes actual: 18,65

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	23/07/2014	000053668	26/08/2014		
0085014617	Energía activa P2	23/07/2014	000226315	26/08/2014		
0085014617	Energía activa P3	23/07/2014	000031932	26/08/2014		
0085014617	Energía activa P4	23/07/2014	000004935	26/08/2014		
0085014617	Energía activa P5	23/07/2014	000014730	26/08/2014		
0085014617	Energía activa P6	23/07/2014	000009893	26/08/2014		
0085014617	Energía reactiva P1	23/07/2014	000026136	26/08/2014		
0085014617	Energía reactiva P2	23/07/2014	000070214	26/08/2014		
0085014617	Energía reactiva P3	23/07/2014	000013342	26/08/2014		
0085014617	Energía reactiva P4	23/07/2014	000002336	26/08/2014		
0085014617	Energía reactiva P5	23/07/2014	000007027	26/08/2014		
0085014617	Energía reactiva P6	23/07/2014	000004855	26/08/2014		
0085014617	Maxímetro P1	23/07/2014	0000025,00	26/08/2014		



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171



FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 28 de agosto de 2014
 N° factura 20140828030293748

IMPORTE FACTURA 634,16 €

Hoja número 2 / 2

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Maxímetro P2	23/07/2014	0000030,00	26/08/2014		
0085014617	Maxímetro P3	23/07/2014	0000007,00	26/08/2014		
0085014617	Maxímetro P4	23/07/2014	0000004,00	26/08/2014		
0085014617	Maxímetro P5	23/07/2014	0000004,00	26/08/2014		
0085014617	Maxímetro P6	23/07/2014	0000003,00	26/08/2014		

Última lectura: sin lectura

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ Durante este mes no ha sido posible obtener lecturas de sus aparatos de medida, por lo cual, esta factura incluye sólo los importes fijos (alquileres, y en su caso, término de potencia).
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 08, 30260
- ✓ Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de máximo. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar.
- ✓ Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235.
- ✓ De acuerdo lo previsto en el artículo 85 del Real Decreto Legislativo 3/2011 de 16 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, para los supuestos de aportación de rama de actividad, le comunicamos que a partir de 30 de junio de 2014, IBERDROLA CLIENTES S.A.U, queda subrogada en la posición de IBERDROLA GENERACIÓN, S.A.U. como suministrador, asumiendo todos los derechos y obligaciones que le correspondían a esta última, permaneciendo inalterados el resto de los extremos de la relación contractual, por lo que usted seguirá recibiendo el suministro energético y otros servicios de IBERDROLA con toda normalidad.





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 29 de septiembre de 2014
 N° factura 20140929030287996

IMPORTE FACTURA 1.320,11 €

Hoja número 1 / 2

1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)
 CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 06/05/2015

Tipo DH 3P
 Potencia
 PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW
 Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 01/02/2014
 Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Remite: IBERDROLA CLIENTES, S.A.U. C/ GARDOKI, 8-1, Bajo 48008 BILBAO
 IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 001057 002125 20140929



ESCUELAS

Plza MAYOR, 12, 1

12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Plza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA

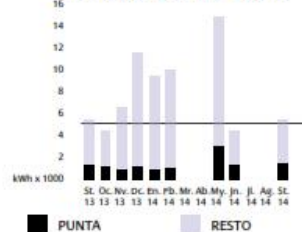


2 FACTURACIÓN

		EUROS
Potencia facturada (26/08/2014-23/09/2014)	PP 67,49 kW x 3,284149 €/kW	221,65
	PLL 67,49 kW x 1,970489 €/kW	132,99
	PV 67,49 kW x 1,313659 €/kW	88,66
Total importe potencia hasta 23/09/2014		443,30
Energía facturada (23/06/2014-23/09/2014)	P 1.460 kWh x 0,141315 €/kWh	206,32
	LL 2.618 kWh x 0,110312 €/kWh	288,80
	V 1.327 kWh x 0,061962 €/kWh	82,22
Total 5.405 kWh hasta 23/09/2014		577,34
Energía reactiva (23/06/2014-23/09/2014)	P1 563,2 kVArh x 0,041554 €/kVArh	23,40
	P2 773,06 kVArh x 0,041554 €/kVArh	32,12
Total energía reactiva hasta 23/09/2014		55,52
Imp. Elec. sobre exceso potencia y/o reactiva e ICP	4,864 % s/55,52 € x 1,05113	2,84
Alquiler equipos medida (26/08/2014-23/09/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/1.091 €	229,11
IMPORTE		1.320,11

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5.121 kWh
 Precio medio (sin IVA) Últimos 14 meses: 43,16 Mes actual: 14,34

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	23/06/2014	000053668	23/09/2014	000054975	1.307 kWh



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 29 de septiembre de 2014
 N° factura 20140929030287996

IMPORTE FACTURA 1.320,11 €

Hoja número 2 / 2

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P2	23/06/2014	000226315	23/09/2014	000228474	2.159 kWh
0085014617	Energía activa P3	23/06/2014	000031932	23/09/2014	000032945	1.013 kWh
0085014617	Energía activa P4	23/06/2014	000004935	23/09/2014	000005088	153 kWh
0085014617	Energía activa P5	23/06/2014	000014730	23/09/2014	000015189	459 kWh
0085014617	Energía activa P6	23/06/2014	000009893	23/09/2014	000010207	314 kWh
0085014617	Energía reactiva P1	23/06/2014	000026136	23/09/2014	000027089	953 kVArh
0085014617	Energía reactiva P2	23/06/2014	000070214	23/09/2014	000071570	1.356 kVArh
0085014617	Energía reactiva P3	23/06/2014	000013342	23/09/2014	000013923	581 kVArh
0085014617	Energía reactiva P4	23/06/2014	000002336	23/09/2014	000002428	92 kVArh
0085014617	Energía reactiva P5	23/06/2014	000007027	23/09/2014	000007308	281 kVArh
0085014617	Energía reactiva P6	23/06/2014	000004855	23/09/2014	000005056	201 kVArh
0085014617	Maxímetro P1	23/06/2014	0000000,00	23/09/2014	0000004,00	4 kW
0085014617	Maxímetro P2	23/06/2014	0000000,00	23/09/2014	0000003,00	3 kW
0085014617	Maxímetro P3	23/06/2014	0000000,00	23/09/2014	0000003,00	3 kW
0085014617	Maxímetro P4	23/06/2014	0000000,00	23/09/2014	0000002,00	2 kW
0085014617	Maxímetro P5	23/06/2014	0000000,00	23/09/2014	0000002,00	2 kW
0085014617	Maxímetro P6	23/06/2014	0000000,00	23/09/2014	0000002,00	2 kW

Última lectura: real

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ La base imponible y el importe del Impuesto Eléctrico correspondiente a la totalidad de la factura es de 1.026,52 y 52,48 Euros, respectivamente. El tipo aplicable es el que regulatoriamente se establece: 4,864% x 1,05113.
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 09, 37999
- ✓ La energía reactiva es un consumo suplementario de energía no aprovechable, que se incluye en su factura pudiendo llegar a incrementarla en cantidades importantes. Este tipo de energía se puede evitar instalando equipamientos especiales y así ahorrar el consumo correspondiente de su factura.
- ✓ Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de máximo. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar.
- ✓ Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235.





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 30 de octubre de 2014
 N° factura 20141030030325024

IMPORTE FACTURA 1.154,88 €

Hoja número 1 / 2

1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 06/05/2015

Tipo DH 3P
 Potencia
 PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW
 Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 01/02/2014
 Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

Remite: IBERDROLA CLIENTES, S.A.U. C/ GARDOKI 4-1, Bajo 48008 BILBAO
 IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 000892 001839 20141030



ESCUELAS

Plza MAYOR, 12, 1
 12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Plza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA

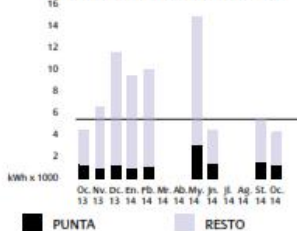


2 FACTURACIÓN

		EUROS
Potencia facturada (23/09/2014-21/10/2014)	PP 67,49 kW x 28 días x 0,117291 €/kW	221,65
	PLL 67,49 kW x 28 días x 0,070375 €/kW	132,99
	PV 67,49 kW x 28 días x 0,046916 €/kW	88,66
Total importe potencia hasta 21/10/2014		443,30
Energía facturada (23/09/2014-21/10/2014)	P 1.224 kWh x 0,141315 €/kWh	172,97
	LL 2.284 kWh x 0,110312 €/kWh	251,95
	V 662 kWh x 0,061962 €/kWh	41,02
Total 4.170 kWh hasta 21/10/2014		465,94
Energía reactiva (23/09/2014-21/10/2014)	P1 296,08 kVarh x 0,041554 €/kVarh	12,30
	P2 464,28 kVarh x 0,041554 €/kVarh	19,29
Total energía reactiva hasta 21/10/2014		31,59
Imp. Elec. sobre exceso potencia y/o reactiva e ICP	4,864 % s/31,59 € x 1,05113	1,62
Alquiler equipos medida (23/09/2014-21/10/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/954,45 €	200,43
	IMPORTE	1.154,88

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5.419 kWh
 Precio medio (sin IVA) Últimos 14 meses: 44,68 Mes actual: 41,24

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	23/09/2014	000054975	21/10/2014	000056114	1.139 kWh



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 30 de octubre de 2014
 N° factura 20141030030325024

IMPORTE FACTURA 1.154,88 €

Hoja numero 2 / 2

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P2	23/09/2014	000228474	21/10/2014	000230503	2.029 kWh
0085014617	Energía activa P3	23/09/2014	000032945	21/10/2014	000033436	491 kWh
0085014617	Energía activa P4	23/09/2014	000005088	21/10/2014	000005173	85 kWh
0085014617	Energía activa P5	23/09/2014	000015189	21/10/2014	000015444	255 kWh
0085014617	Energía activa P6	23/09/2014	000010207	21/10/2014	000010378	171 kWh
0085014617	Energía reactiva P1	23/09/2014	000027089	21/10/2014	000027749	660 kVArh
0085014617	Energía reactiva P2	23/09/2014	000071570	21/10/2014	000072667	1.097 kVArh
0085014617	Energía reactiva P3	23/09/2014	000013923	21/10/2014	000014170	247 kVArh
0085014617	Energía reactiva P4	23/09/2014	000002428	21/10/2014	000002468	40 kVArh
0085014617	Energía reactiva P5	23/09/2014	000007308	21/10/2014	000007429	121 kVArh
0085014617	Energía reactiva P6	23/09/2014	000005056	21/10/2014	000005141	85 kVArh
0085014617	Maxímetro P1	23/09/2014	0000000,00	21/10/2014	0000024,00	24 kW
0085014617	Maxímetro P2	23/09/2014	0000000,00	21/10/2014	0000027,00	27 kW
0085014617	Maxímetro P3	23/09/2014	0000000,00	21/10/2014	0000006,00	6 kW
0085014617	Maxímetro P4	23/09/2014	0000000,00	21/10/2014	0000004,00	4 kW
0085014617	Maxímetro P5	23/09/2014	0000000,00	21/10/2014	0000004,00	4 kW
0085014617	Maxímetro P6	23/09/2014	0000000,00	21/10/2014	0000004,00	4 kW

Última lectura: real

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ Podrá realizar las reclamaciones que estime pertinentes en relación con su contrato, dirigiendo un escrito a "IBERDROLA CLIENTES, S.A.U. Apartado de Correos 61090 - 28080 Madrid", por teléfono en el 900 225 235 o enviando un correo electrónico a clientes@iberdrola.es. En caso de que una reclamación no hubiera sido resuelta en el plazo de un mes, podrá dirigirla a la Junta Arbitral de Consumo Autonómica correspondiente, para las materias para las que IBERDROLA CLIENTES, S.A.U se ha sometido a dicho arbitraje por ser responsabilidad de la empresa comercializadora, o bien dirigirse al Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- ✓ La base imponible y el importe del Impuesto Eléctrico correspondiente a la totalidad de la factura es de 896,61 y 45,84 Euros, respectivamente. El tipo aplicable es el que regulatoriamente se establece: $4,864\% \times 1,05113$.
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 10, 46214
- ✓ La energía reactiva es un consumo suplementario de energía no aprovechable, que se incluye en su factura pudiendo llegar a incrementarla en cantidades importantes. Este tipo de energía se puede evitar instalando equipamientos especiales y así ahorrar el consumo correspondiente de su factura.
- ✓ Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de maxímetro. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar.
- ✓ Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235.



59100099



FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 27 de noviembre de 2014
 N° factura 20141127030340534

IMPORTE FACTURA 1.741,69 €

Hoja número 1 / 2

Nombre: IBERDROLA CLIENTES, S.A.U. C/ GARDOKI, 8-1, Bajo 48008 BILBAO
 IN 999 MNC 0457980941 0 8 SV99 001003 002030 20141127



ESCUELAS

Plza MAYOR, 12, 1

12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Plza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA



1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P1204000B
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 06/05/2015

Tipo DH 3P

Potencia

PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW

Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 01/02/2014

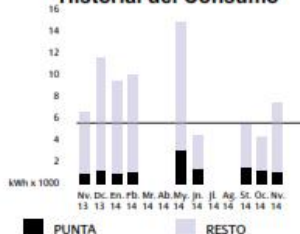
Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

2 FACTURACIÓN

		EUROS
Potencia facturada (21/10/2014-27/11/2014)	PP 67,49 kW x 37 días x 0,117291 €/kW	292,89
	PLL 67,49 kW x 37 días x 0,070375 €/kW	175,74
	PV 67,49 kW x 37 días x 0,046916 €/kW	117,16
Total importe potencia hasta 27/11/2014		585,79
Energía facturada (21/10/2014-27/11/2014)	P 1.079 kWh x 0,141315 €/kWh	152,48
	LL 5.450 kWh x 0,110312 €/kWh	601,20
	V 850 kWh x 0,061962 €/kWh	52,67
Total 7.379 kWh hasta 27/11/2014		806,35
Energía reactiva (21/10/2014-27/11/2014)	P1 221,93 kVArh x 0,041554 €/kVArh	9,22
	P2 585,5 kVArh x 0,041554 €/kVArh	24,33
Total energía reactiva hasta 27/11/2014		33,55
Imp. Elec. sobre exceso potencia y/o reactiva e ICP	4,864 % s/33,55 € x 1,05113	1,72
Alquiler equipos medida (21/10/2014-27/11/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/1.439,41 €	302,28
IMPORTE		1.741,69

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5,562 kWh
 Precio medio (sin IVA) Últimos 14 meses: 45,42 Mes actual: 47,07

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	21/10/2014	000056114	27/11/2014	000057099	985 kWh



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171



51000012



FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 27 de noviembre de 2014
 N° factura 20141127030340534

IMPORTE FACTURA 1.741,69 €

Hoja número 2 / 2

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P2	21/10/2014	000230503	27/11/2014	000235679	5.176 kWh
0085014617	Energía activa P3	21/10/2014	000033436	27/11/2014	000034094	658 kWh
0085014617	Energía activa P4	21/10/2014	000005173	27/11/2014	000005267	94 kWh
0085014617	Energía activa P5	21/10/2014	000015444	27/11/2014	000015718	274 kWh
0085014617	Energía activa P6	21/10/2014	000010378	27/11/2014	000010570	192 kWh
0085014617	Energía reactiva P1	21/10/2014	000027749	27/11/2014	000028288	539 kVArh
0085014617	Energía reactiva P2	21/10/2014	000072667	27/11/2014	000074925	2.258 kVArh
0085014617	Energía reactiva P3	21/10/2014	000014170	27/11/2014	000014448	278 kVArh
0085014617	Energía reactiva P4	21/10/2014	000002468	27/11/2014	000002507	39 kVArh
0085014617	Energía reactiva P5	21/10/2014	000007429	27/11/2014	000007555	126 kVArh
0085014617	Energía reactiva P6	21/10/2014	000005141	27/11/2014	000005235	94 kVArh
0085014617	Maximetro P1	21/10/2014	0000000,00	27/11/2014	0000026,00	26 kW
0085014617	Maximetro P2	21/10/2014	0000000,00	27/11/2014	0000027,00	27 kW
0085014617	Maximetro P3	21/10/2014	0000000,00	27/11/2014	0000006,00	6 kW
0085014617	Maximetro P4	21/10/2014	0000000,00	27/11/2014	0000004,00	4 kW
0085014617	Maximetro P5	21/10/2014	0000000,00	27/11/2014	0000004,00	4 kW
0085014617	Maximetro P6	21/10/2014	0000000,00	27/11/2014	0000004,00	4 kW

Última lectura: real

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ De acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Energía, Industria y Turismo en su Orden IET/2013/2013, de 31 de octubre, y de conformidad con lo dispuesto en la cláusula [7.4] de su contrato de suministro, en los precios a aplicar a la energía a suministrar desde el 1 de enero 2015 se incluirá el coste del nuevo valor regulado de gestión de la demanda de interrumpibilidad. El importe a incluir en los precios será una estimación del coste de este valor regulado con arreglo al resultado de la subasta de asignación de la capacidad interrumpible prevista en la Orden mencionada, así como de las previsiones de Red Eléctrica de España sobre la demanda eléctrica, aplicando las pérdidas de red. Al final de la vigencia de su contrato o, en su caso, en el momento de su renovación, tales valores serán regularizados con los costes definitivos.
- ✓ Puede presentar una reclamación en "IBERDROLA CLIENTES, S.A.U, Apartado de Correos 61090 – 28080 Madrid", clientes@iberdrola.es o en 900 225 235. En caso de no resolverse en el plazo de un mes, podrá dirigirla a la Junta Arbitral de Consumo Autonómica correspondiente, para las materias sometidas a dicho arbitraje por ser responsabilidad de la empresa comercializadora, o dirigirse al Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- ✓ La base imponible y el importe del Impuesto Eléctrico correspondiente a la totalidad de la factura es de 1.357,98 y 69,43 Euros, respectivamente. El tipo aplicable es el que regulatoriamente se establece: $4,864\% \times 1,05113$.
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 11, 54055
- ✓ La energía reactiva es un consumo suplementario de energía no aprovechable, que se incluye en su factura pudiendo llegar a incrementarla en cantidades importantes. Este tipo de energía se puede evitar instalando equipamientos especiales y así ahorrar el consumo correspondiente de su factura.
- ✓ Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de maximetro. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar.
- ✓ Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235.





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 29 de diciembre de 2014
 N° factura 20141229030245803

IMPORTE FACTURA 488,36 €

Hoja número 1 / 2

Riviera: IBERDROLA CLIENTES, S.A.U. C/ GARDONKI 8-1, Bajo 48008 BILBAO
 IN 959 MNC 0457980941 0 8 SV99 000885 001810 20141229



ESCUELAS

Piza MAYOR, 12, 1

12001 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

Dirección fiscal: Piza MAYOR, 12, Bajo 12001 CASTELLON DE LA PLANA



1 DATOS DEL CONTRATO

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
 CIF P12040008
 AYTO DE CASTELLON
 Dirección de suministro C/ HERRERO, 7-1
 12002 CASTELLON DE LA PLANA (CASTELLON)

CUPS ES 0021 0000 0261 3418 PV
 CNAE 8411
 Fecha Fin Contrato 06/05/2015

Tipo DH 3P

Potencia

PP: 79,4 kW PLL: 79,4 kW PV: 79,4 kW

Tarifa ATR 3.0A Precios B.O.E. del 01/02/2014

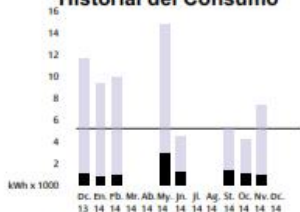
Número de póliza del contrato de acceso 0103632384

2 FACTURACIÓN

		EUROS
Potencia facturada (27/11/2014-23/12/2014)	PP 67,49 kW x 26 días x 0,111586 €/kW	195,80
	PLL 67,49 kW x 26 días x 0,066952 €/kW	117,48
	PV 67,49 kW x 26 días x 0,044634 €/kW	78,32
Total importe potencia hasta 23/12/2014		391,60
Alquiler equipos medida (27/11/2014-23/12/2014)	1 mes x 12 €/mes	12,00
IVA	21% s/403,6 €	84,76
IMPORTE		488,36

3 CONSUMO

Historial del Consumo



Consumo medio mensual: 5.251 kWh
 Precio medio (sin IVA) Últimos 14 meses: 43,66 Mes actual: 18,78

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Energía activa P1	27/11/2014	000057099	23/12/2014		
0085014617	Energía activa P2	27/11/2014	000235679	23/12/2014		
0085014617	Energía activa P3	27/11/2014	000034094	23/12/2014		
0085014617	Energía activa P4	27/11/2014	000005267	23/12/2014		
0085014617	Energía activa P5	27/11/2014	000015718	23/12/2014		
0085014617	Energía activa P6	27/11/2014	000010570	23/12/2014		
0085014617	Energía reactiva P1	27/11/2014	000028288	23/12/2014		
0085014617	Energía reactiva P2	27/11/2014	000074925	23/12/2014		
0085014617	Energía reactiva P3	27/11/2014	000014448	23/12/2014		
0085014617	Energía reactiva P4	27/11/2014	000002507	23/12/2014		
0085014617	Energía reactiva P5	27/11/2014	000007555	23/12/2014		
0085014617	Energía reactiva P6	27/11/2014	000005235	23/12/2014		
0085014617	Maxímetro P1	27/11/2014	0000026,00	23/12/2014		



Su Gestor Personal administracionpublica@iberdrola.es Teléfono de Empresas 900 400 408 / Averías y urgencias: 900 171 171





FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato 457980941
 Fecha factura 29 de diciembre de 2014
 N° factura 20141229030245803

IMPORTE FACTURA 488,36 €

Hoja número 2 / 2

N° contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
0085014617	Maximetro P2	27/11/2014	0000027,00	23/12/2014		
0085014617	Maximetro P3	27/11/2014	0000006,00	23/12/2014		
0085014617	Maximetro P4	27/11/2014	0000004,00	23/12/2014		
0085014617	Maximetro P5	27/11/2014	0000004,00	23/12/2014		
0085014617	Maximetro P6	27/11/2014	0000004,00	23/12/2014		

Última lectura: sin lectura

4

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- ✓ Puede presentar una reclamación en "IBERDROLA CLIENTES, S.A.U. Apartado de Correos 61090 – 28080 Madrid", clientes@iberdrola.es o en 900 225 235. En caso de no resolverse en el plazo de un mes, podrá dirigirla a la Junta Arbitral de Consumo Autonómica correspondiente, para las materias sometidas a dicho arbitraje por ser responsabilidad de la empresa comercializadora, o dirigirse al Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- ✓ De acuerdo con lo establecido en el artículo 216.4 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de superarse el plazo de pago establecido en dicho texto refundido, se han de devengar los correspondientes intereses de demora establecidos en la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, o sea, el tipo de interés aplicado por el Banco Central Europeo (BCE) a su más reciente operación principal de financiación, efectuada antes del primer día del semestre natural de que se trate, más siete puntos porcentuales.
- ✓ Multiservicio: 05602, AYUNTAMIENTO DE CASTELLON
- ✓ Grupo: 003, ESCUELAS
- ✓ Remesa: 2014, 12, 62085
- ✓ Los suministros de más de 15kW de potencia contratada suelen disponer de maximetro. Es un aparato que registra la potencia máxima de entre todas las potencias cuartohorarias (integración de medidas cada 15 min.) demandadas durante el periodo de facturación. La potencia registrada se utiliza para calcular la potencia a facturar.
- ✓ Esta factura no está domiciliada, por lo que deberá realizar el pago correspondiente en las entidades bancarias concertadas antes de la fecha límite de pago indicada en los DATOS DE FACTURA, presentando esta factura. Para su comodidad puede domiciliar sus facturas en ATENCIÓN AL CLIENTE 24 HORAS 900 225 235.



JUSTIFICACIÓN DE LOS **RESULTADOS**

Simulación de la producción energética anual con los paneles alineados con un ángulo acimutal $\alpha=29^\circ\text{C}$

PVSYST V6.62		01/06/17	Página 1/4		
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación					
Proyecto :	Colegio Herrero				
Lugar geográfico	Colegio Herrero_Castellon	País	Espana		
Ubicación	Latitud	39.97° N	Longitud	0.03° E	
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	34 m	
	Albedo	0.20			
Datos climatológicos:	Colegio Herrero_Castellon	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis			
Variante de simulación :	Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp_ALINEADO CON EL EDIFICIO_61.8MWh/a				
	Fecha de simulación	01/06/17 11h11			
Parámetros de la simulación					
Orientación Plano Receptor	Inclinación	36°	Acimut	29°	
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos				
Sombras cercanas	Sin sombreado				
Características generador FV					
Módulo FV	Si-poly	Modelo	SLK72P6L 305		
Original PVsyst database		Fabricante	Siliken		
Número de módulos FV		En serie	15 módulos	En paralelo	8 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	120	Pnom unitaria	305 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	36.6 kWp	En cond. funciona.	32.6 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	479 V	I mpp	68 A
Superficie total		Superficie módulos	233 m²	Superf. célula	210 m²
Inversor					
Original PVsyst database		Modelo	FreeSun FS0035 LVT		
Características		Fabricante	Power Electronics		
		Tensión Funciona.	450-820 V	Pnom unitaria	35.0 kWac
Banco de inversores		N° de inversores	1 unidades	Potencia total	35 kWac
Factores de pérdida Generador FV					
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	120 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC	
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	1.5 %	
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP	
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05	
Necesidades de los usuarios :	Carga ilimitada (red)				

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Colegio Herrero

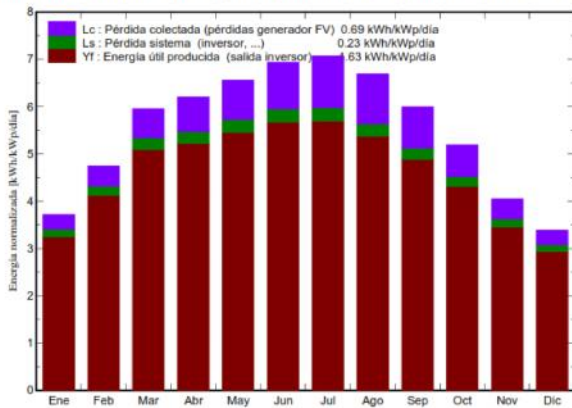
Variante de simulación : Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp_ALINEADO CON EL EDIFICIO_61.8MWh/a

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	36°	acimut 29°
Módulos FV	Modelo	SLK72P6L 305	Pnom 305 Wp
Generador FV	N° de módulos	120	Pnom total 36.6 kWp
Inversor	Modelo	FreeSun FS0035 LVT	Pnom 35.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

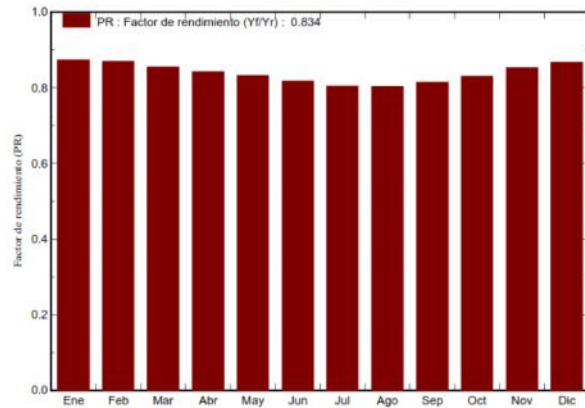
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	61787 kWh/año	Produc. específico 1688 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	83.40 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 36.6 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp_ALINEADO CON EL EDIFICIO_61.8MWh/a
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR
Enero	70.4	27.44	11.40	115.2	112.1	3866	3687	0.874
Febrero	91.0	30.03	11.00	132.7	129.4	4431	4223	0.869
Marzo	149.1	55.17	12.80	184.7	179.9	6061	5779	0.855
Abril	172.5	55.20	15.10	185.9	180.8	6017	5733	0.842
Mayo	210.8	65.35	18.00	203.3	197.3	6504	6192	0.832
Junio	225.6	63.17	21.70	208.2	201.8	6535	6228	0.817
Julio	231.3	60.13	24.90	219.4	213.0	6781	6460	0.805
Agosto	200.3	60.08	25.30	207.4	201.6	6400	6100	0.803
Septiembre	151.8	47.06	23.30	179.9	175.3	5629	5365	0.815
Octubre	117.2	41.01	20.10	161.0	157.0	5133	4894	0.830
Noviembre	76.5	28.30	15.70	121.5	118.2	3982	3792	0.853
Diciembre	61.4	24.55	12.30	105.0	102.2	3500	3334	0.868
Año	1757.8	557.49	17.67	2024.2	1968.7	64839	61787	0.834

- Legendas: GlobHor Irradiación global horizontal
 DiffHor Irradiación difusa horizontal
 T Amb Temperatura Ambiente
 GlobInc Global incidente plano receptor
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
 EArray Energía efectiva en la salida del generador
 E_Grid Energía reinyectada en la red
 PR Factor de rendimiento

	EArray	IL Pmax	IL Oper	EOutInv	E_Grid	ArrayON
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	Hora
Enero	3866	0.000	178.281	3687	3687	272
Febrero	4431	0.000	204.280	4223	4223	284
Marzo	6061	0.000	281.050	5779	5779	353
Abril	6017	0.000	282.037	5733	5733	372
Mayo	6504	0.000	312.074	6192	6192	431
Junio	6535	0.000	306.666	6228	6228	418
Julio	6781	0.000	320.688	6460	6460	434
Agosto	6400	0.000	297.530	6100	6100	404
Septiembre	5629	0.000	264.261	5365	5365	359
Octubre	5133	0.000	237.203	4894	4894	325
Noviembre	3982	0.000	187.369	3792	3792	287
Diciembre	3500	0.000	163.358	3334	3334	260
Año	64839	0.000	3034.798	61787	61787	4199

Leyendas:	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	IL Pmax	Pérdida del inversor a través de la Pnom inversor
	IL Oper	Pérdida del inversor durante el funcionamiento (eficiencia)
	EOutInv	Energía Disponible en la Salida del Inversor
	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	ArrayON	Tiempo de producción FV del generador

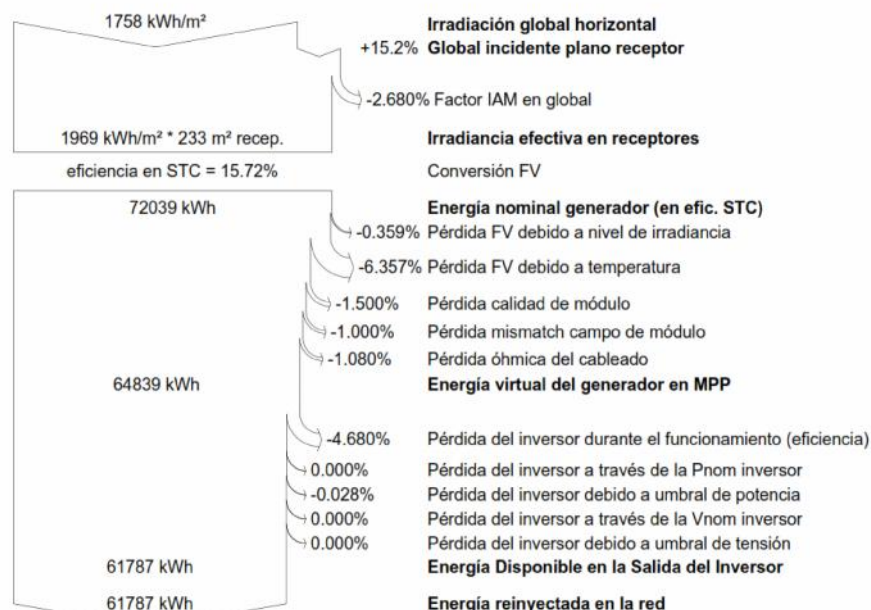
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : **Colegio Herrero**

Variante de simulación : **Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp_ALINEADO CON EL EDIFICIO_61.8MWh/a**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	36°	acimut 29°
Módulos FV	Modelo	SLK72P6L 305	Pnom 305 Wp
Generador FV	N° de módulos	120	Pnom total 36.6 kWp
Inversor	Modelo	FreeSun FS0035 LVT	Pnom 35.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: P50 - P90 evaluation

Proyecto : Colegio Herrero

Variante de simulación : Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp_ALINEADO CON EL EDIFICIO_61.8MWh/a

Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red	
Orientación Campos FV	inclinación	36°	acimut	29°
Módulos FV	Modelo	SLK72P6L 305	Pnom	305 Wp
Generador FV	N° de módulos	120	Pnom total	36.6 kWp
Inversor	Modelo	FreeSun FS0035 LVT	Pnom	35.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Evaluation of the Production probability forecast

The probability distribution of the system production forecast for different years is mainly dependent on the meteo data used for the simulation, and depends on the following choices:

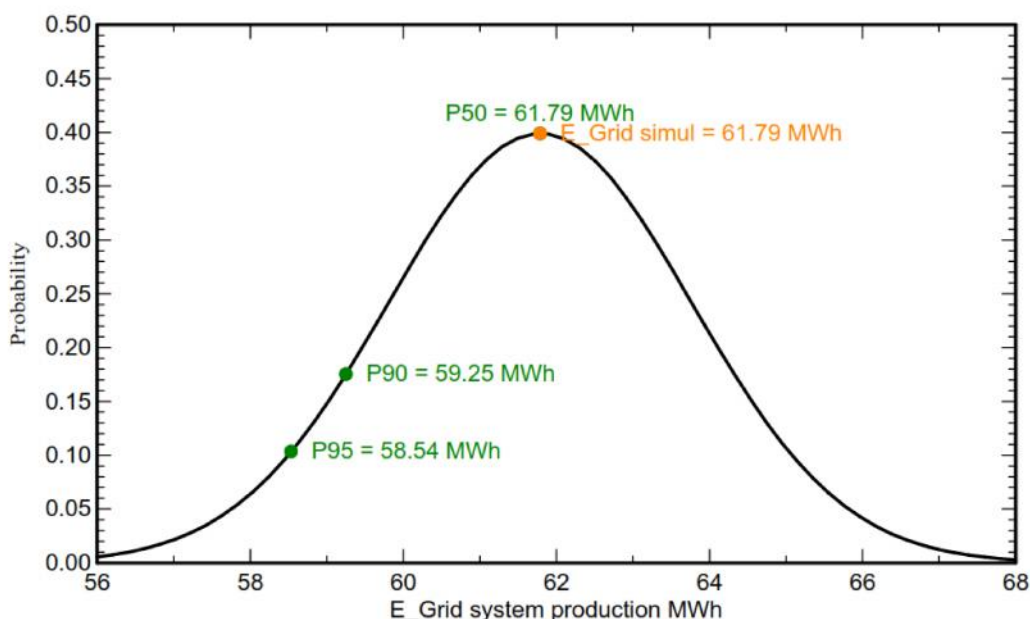
Meteo data source	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011
Datos climatológicos	Kind TMY, multi-year
Specified Deviation	Climate change 0.0 %
Year-to-year variability	Variance 2.0 %

The probability distribution variance is also depending on some system parameters uncertainties

Specified Deviation	PV module modelling/parameters	2.0 %	
	Inverter efficiency uncertainty	0.5 %	
	Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %	
	Degradation uncertainty	1.0 %	
Global variability (meteo + system)	Variance	3.2 %	(quadratic sum)

Annual production probability	Variability	1978 kWh
	P50	61787 kWh
	P90	59250 kWh
	P95	58537 kWh

Probability distribution



Simulación de la producción energética anual con los paneles alineados con un ángulo acimutal $\alpha=0^\circ$

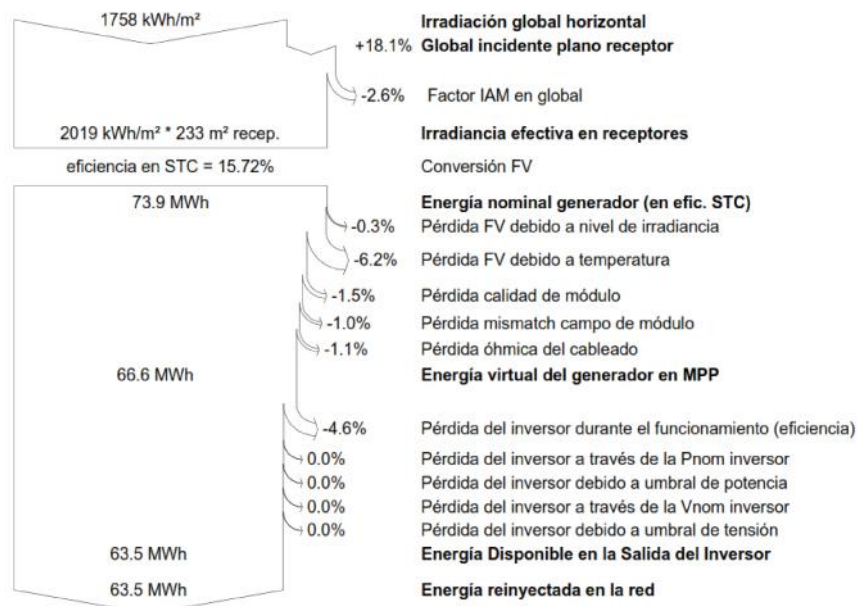
PVSYST V6.62		27/05/17	Página 1/4
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación			
Proyecto :	Colegio Herrero		
Lugar geográfico	Colegio Herrero_Castellon	País	Espana
Ubicación	Latitud	39.97° N	Longitud 0.03° E
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud 34 m
	Albedo	0.20	
Datos climatológicos:	Colegio Herrero_Castellon	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis	
Variante de simulación : Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp			
	Fecha de simulación	27/05/17 12h31	
Parámetros de la simulación			
Orientación Plano Receptor	Inclinación	36°	Acimut 0°
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos		
Sombras cercanas	Sin sombreado		
Características generador FV			
Módulo FV	Si-poly	Modelo	SLK72P6L 305
Original PVSyst database		Fabricante	Siliken
Número de módulos FV		En serie	15 módulos
N° total de módulos FV		N° módulos	120
Potencia global generador		Nominal (STC)	36.6 kWp
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	479 V
Superficie total		Superficie módulos	233 m²
		En paralelo	8 cadenas
		Pnom unitaria	305 Wp
		En cond. funciona.	32.6 kWp (50°C)
		I mpp	68 A
		Superf. célula	210 m²
Inversor			
		Modelo	FreeSun FS0035 LVT
Original PVSyst database		Fabricante	Power Electronics
Características		Tensión Funciona.	450-820 V
Banco de inversores		N° de inversores	1 unidades
		Pnom unitaria	35.0 kWac
		Potencia total	35 kWac
Factores de pérdida Generador FV			
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	29.0 W/m²K
		Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado		Res. global generador	120 mOhm
Pérdida Calidad Módulo		Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdidas Mismatch Módulos		Fracción de Pérdidas	1.5 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE		Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)
		Parám. bo	0.05
Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)			

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Colegio Herrero
Variante de simulación : Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	36°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	SLK72P6L 305	Pnom	305 Wp
Generador FV	N° de módulos	120	Pnom total	36.6 kWp
Inversor	Modelo	FreeSun FS0035 LVT	Pnom	35.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



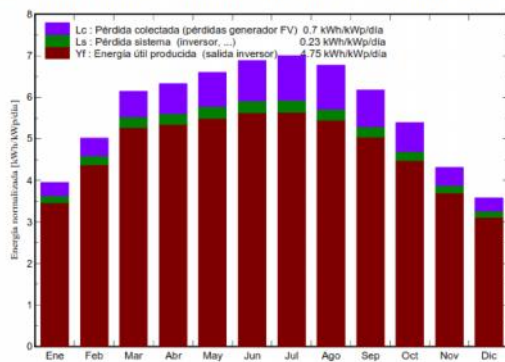
Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Colegio Herrero
Variante de simulación : Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp

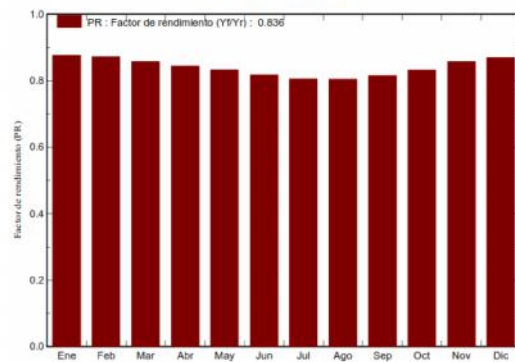
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	36°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	SLK72P6L 305	Pnom	305 Wp
Generador FV	N° de módulos	120	Pnom total	36.6 kWp
Inversor	Modelo	FreeSun FS0035 LVT	Pnom	35.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Resultados principales de la simulación
 Producción del Sistema **Energía producida 63.51 MWh/año** Producc. específico 1735 kWh/kWp/año
 Factor de rendimiento (PR) **83.62 %**

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 36.6 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	70.4	27.44	11.40	122.5	119.7	4.122	3.931	0.877
Febrero	91.0	30.03	11.00	140.5	137.4	4.703	4.486	0.872
Marzo	149.1	55.17	12.80	190.6	186.0	6.274	5.984	0.858
Abril	172.5	55.20	15.10	190.0	184.6	6.160	5.873	0.844
Mayo	210.8	65.35	18.00	204.7	198.3	6.554	6.239	0.833
Junio	225.6	63.17	21.70	206.7	200.0	6.495	6.189	0.818
Julio	231.3	60.13	24.90	217.3	210.6	6.726	6.406	0.805
Agosto	200.3	60.08	25.30	210.0	204.0	6.489	6.185	0.805
Septiembre	151.8	47.06	23.30	185.4	180.5	5.806	5.536	0.816
Octubre	117.2	41.01	20.10	167.1	163.3	5.336	5.089	0.832
Noviembre	76.5	28.30	15.70	129.5	126.5	4.262	4.063	0.858
Diciembre	61.4	24.55	12.30	110.9	108.4	3.707	3.533	0.870
Año	1757.8	557.49	17.67	2075.3	2019.2	66.633	63.514	0.836

Legendas: GlobHor Irradiación global horizontal GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
 DiffHor Irradiación difusa horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador
 T Amb Temperatura Ambiente E_Grid Energía reinyectada en la red
 GlobInc Global incidente plano receptor PR Factor de rendimiento

Sistema Conectado a la Red: P50 - P90 evaluation

Proyecto : **Colegio Herrero**

Variante de simulación : **Propuesta 35kWp_Siliken 305Wp**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	36°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	SLK72P6L 305	Pnom	305 Wp
Generador FV	N° de módulos	120	Pnom total	36.6 kWp
Inversor	Modelo	FreeSun FS0035 LVT	Pnom	35.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Evaluation of the Production probability forecast

The probability distribution of the system production forecast for different years is mainly dependent on the meteo data used for the simulation, and depends on the following choices:

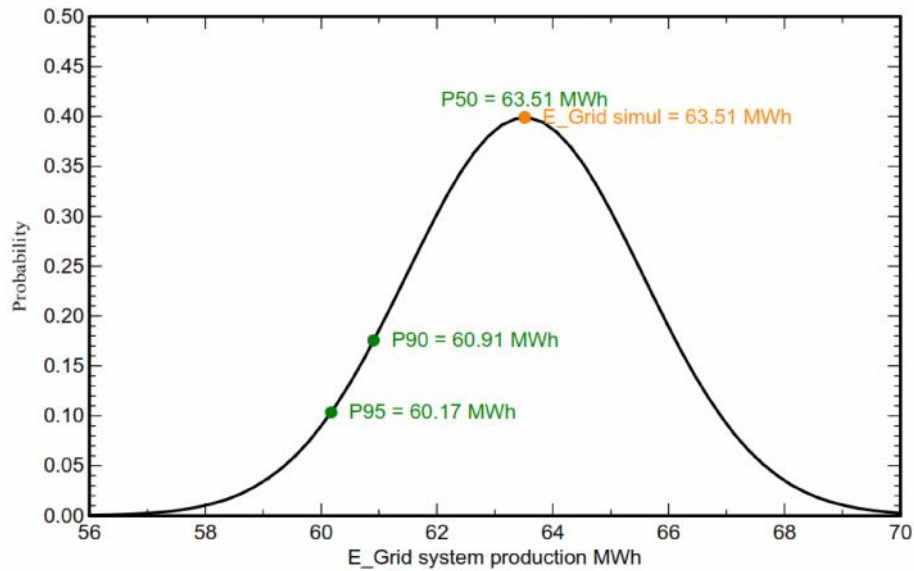
Meteo data source	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011		
Datos climatológicos	Kind	TMY, multi-year	
Specified Deviation	Climate change	0.0 %	
Year-to-year variability	Variance	2.0 %	

The probability distribution variance is also depending on some system parameters uncertainties

Specified Deviation	PV module modelling/parameters	2.0 %	
	Inverter efficiency uncertainty	0.5 %	
	Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %	
	Degradation uncertainty	1.0 %	
Global variability (meteo + system)	Variance	3.2 %	(quadratic sum)

Annual production probability	Variability	2.03 MWh
	P50	63.51 MWh
	P90	60.91 MWh
	P95	60.17 MWh

Probability distribution



Simulación del funcionamiento del inversor

PVSYST V6.62				02/06/17 09h07																				
Características de un inversor de red																								
Fabricante, modelo :	Power Electronics, FreeSun FS0035 LVT																							
Disponibilidad :	Prod. desde 2010																							
Origen de datos :	Manufacturer 2012																							
Características de entrada (lado generador FV)																								
Modo funcionamiento		MPPT																						
Tensión MPP Mínima	Vmin	450 V	Potencia nominal FV	Pnom DC 35 kW																				
Tensión MPP Máxima	Vmax	820 V	Potencia máxima FV	Pmax DC 42 kW																				
Tensión FV máx Absoluta	Vmax array	900 V	Corriente máxima FV	Imax DC 90 A																				
Tensión Mínima para Pnom	Vmin PNom	N/A V	Umbral Potencia	Pthresh. 420 W																				
Comport. en Vmín/Vmáx	Limitación		Comportamiento en Pnom	Limitación																				
Características de salida (lado red CA)																								
Tensión de Red	Unom	400 V	Potencia nominal CA	Pnom AC 35 kWac																				
Frecuencia de la red	Freq	50/60 Hz	Potencia máxima CA	Pmax AC 35 kWac																				
		Trifásico	Corriente CA nominal	Inom AC 51 A																				
Eficiencia máxima	Max Eff.	95.9 %	Corriente CA máxima	Imax AC 51 A																				
Eficiencia media europea	Euro Eff.	95.0 %																						
Notas y Características técnicas			Dimensiones: Ancho 840 mm																					
Monitorización aislamiento generador, Inter. CC interno,			Altura 1600 mm																					
Inter. CA interno, Ajusta desconexión de la tensión de salida,			Fondo 755 mm																					
Protección ENS,			Peso 535.00 kg																					
Tecnología: Transformer, 8 kHz, IGBT																								
Protección: -20 - +50°C, IP 21/54																								
Control: Touch display, 3.5"																								
Perfil de eficiencia vs Potencia de salida																								
<table border="1"> <caption>Datos estimados del perfil de eficiencia vs potencia de salida</caption> <thead> <tr> <th>P salida (CA) [kW]</th> <th>Eficiencia [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>75</td></tr> <tr><td>2</td><td>85</td></tr> <tr><td>3</td><td>90</td></tr> <tr><td>4</td><td>92</td></tr> <tr><td>5</td><td>93</td></tr> <tr><td>10</td><td>95</td></tr> <tr><td>20</td><td>96</td></tr> <tr><td>35</td><td>96</td></tr> </tbody> </table>					P salida (CA) [kW]	Eficiencia [%]	0	0	1	75	2	85	3	90	4	92	5	93	10	95	20	96	35	96
P salida (CA) [kW]	Eficiencia [%]																							
0	0																							
1	75																							
2	85																							
3	90																							
4	92																							
5	93																							
10	95																							
20	96																							
35	96																							

ESTUDIO ECONÓMICO

VIABILIDAD ECONÓMICA DE LAS **MEJORAS PROPUESTAS**

Instalación fotovoltaica de autoconsumo

Estudio de viabilidad económica

La viabilidad económica del proyecto de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo pasa por determinar el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

Para proceder a ello, primero se estima la vida útil de la instalación fotovoltaica en 25 años.

Cálculo del VAN y el TIR

Para que la inversión de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo sea rentable, el VAN debe ser mayor que cero. En caso contrario, no interesará llevar a cabo el proyecto desde el punto de la viabilidad económica del mismo.

Partiendo de la inversión inicial (que es un valor negativo), se suman los valores de los flujos de caja anuales derivados del proyecto en cuestión.

La siguiente fórmula permite llevar a cabo los cálculos.

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{q_j}{(1+i)^j}$$

- I_0 : Inversión inicial.
- q_j : Flujo de caja en el año j .
- i : tasa de actualización del dinero. Se establece en un valor del 2% para el caso de estudio.
- n : Número de años de amortización.

Cálculo del TIR

El TIR se define como la tasa de actualización a la cual el VAN se anula. Por tanto, siempre que el TIR sea mayor que la tasa de actualización empleada en el cálculo del VAN (en este caso 2%), también indicará que el proyecto es rentable.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_{Ft}}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0$$

En el momento en que el flujo acumulado sea positivo, indicará que la inversión se recupera a partir de ese periodo. Además, durante los periodos posteriores a la recuperación del capital invertido, el flujo acumulado indicará los ingresos directos derivados del proyecto o actividad.

Año	Ahorro económico	Inversión	Flujo de caja	Interés acumulado	Flujo de caja actualizado	Flujo acumulado
0	0,00	-53.295,50 €	-53.295,50 €	1,0000	-53.295,50 €	-53.295,50 €
1	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,0200	3.832,32 €	-49.463,18 €
2	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,0404	3.757,18 €	-45.706,00 €
3	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,0612	3.683,51 €	-42.022,50 €
4	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,0824	3.611,28 €	-38.411,22 €
5	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,1041	3.540,47 €	-34.870,75 €
6	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,1262	3.471,05 €	-31.399,70 €
7	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,1487	3.402,99 €	-27.996,71 €
8	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,1717	3.336,26 €	-24.660,44 €
9	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,1951	3.270,85 €	-21.389,60 €
10	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,2190	3.206,71 €	-18.182,88 €
11	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,2434	3.143,84 €	-15.039,05 €
12	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,2682	3.082,19 €	-11.956,85 €
13	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,2936	3.021,76 €	-8.935,10 €
14	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,3195	2.962,51 €	-5.972,59 €
15	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,3459	2.904,42 €	-3.068,17 €
16	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,3728	2.847,47 €	-220,70 €
17	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,4002	2.791,64 €	2.570,94 €
18	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,4282	2.736,90 €	5.307,84 €
19	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,4568	2.683,23 €	7.991,07 €
20	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,4859	2.630,62 €	10.621,69 €
21	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,5157	2.579,04 €	13.200,73 €
22	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,5460	2.528,47 €	15.729,21 €
23	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,5769	2.478,89 €	18.208,10 €
24	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,6084	2.430,29 €	20.638,39 €
25	3.908,97 €	0	3.908,97 €	1,6406	2.382,64 €	23.021,02 €

Tabla 123. Cálculo del VAN tomando una tasa de actualización del dinero del 2%.

VAN	23.021,02 €
TIR	5,334%
P.R.	17 años

Tabla 124. Resumen de los valores del VAN y el TIR.

En este caso, con la tasa de actualización del dinero del 2%, la inversión no se recupera durante el periodo de vida útil de la instalación estimado anteriormente.

Los valores de VAN y TIR arrojados, junto con el periodo de retorno, aconsejan la ejecución de la mejora. A los 25 años el flujo de caja acumulado estaría en 23.021,02 €, mientras que la inversión se amortizará a principios de los 16 años de vida útil de la instalación.

Además debe tenerse en consideración también que el precio de la energía se incrementa con el paso de los años, por lo que aún se mejorarían las expectativas de rentabilidad.

Cálculo del VAN con un escenario diferente

Desde hace algunos meses se presentó en el Congreso de los Diputados la “Proposición de Ley para el fomento del Autoconsumo Eléctrico”. Esta propuesta de ley, en pro del autoconsumo, contempla una situación de compensación energética donde a los autoconsumidores con excedentes no se les retribuya por la energía vertida a la red, pero sí que se les reste esa energía vertida de la consumida de la red.

Atendiendo a esta posibilidad y desde el punto más personal y subjetivo, dado lo interesante de la propuesta, se adjunta el cálculo del VAN y el TIR en las mismas condiciones que en el apartado anterior, pero suponiendo que el 100% de la energía generada pueda ser autoconsumida.

Año	Ahorro económico	Inversión	Flujo de caja	Interés acumulado	Flujo de caja actualizado	Flujo acumulado
0	0,00 €	-53.295,50 €	-53.295,50 €	1,000	-53.295,50 €	-53.295,50 €
1	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,020	6.600,49 €	-46.695,01 €
2	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,040	6.471,07 €	-40.223,95 €
3	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,061	6.344,18 €	-33.879,77 €
4	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,082	6.219,79 €	-27.659,98 €
5	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,104	6.097,83 €	-21.562,15 €
6	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,126	5.978,26 €	-15.583,89 €
7	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,149	5.861,04 €	-9.722,84 €
8	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,172	5.746,12 €	-3.976,72 €
9	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,195	5.633,45 €	1.656,73 €
10	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,219	5.522,99 €	7.179,72 €
11	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,243	5.414,70 €	12.594,42 €
12	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,268	5.308,53 €	17.902,95 €
13	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,294	5.204,44 €	23.107,39 €
14	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,319	5.102,39 €	28.209,78 €
15	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,346	5.002,34 €	33.212,12 €
16	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,373	4.904,26 €	38.116,38 €
17	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,400	4.808,10 €	42.924,48 €
18	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,428	4.713,82 €	47.638,30 €
19	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,457	4.621,39 €	52.259,69 €
20	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,486	4.530,78 €	56.790,47 €
21	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,516	4.441,94 €	61.232,41 €
22	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,546	4.354,84 €	65.587,25 €
23	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,577	4.269,45 €	69.856,70 €
24	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,608	4.185,74 €	74.042,44 €
25	6.732,50 €	0	6.732,50 €	1,641	4.103,66 €	78.146,10 €

Tabla 125. Cálculo del VAN tomando una tasa de actualización del dinero del 2%.

VAN	78.146,10 €
TIR	11,87%
P.R.	9 años

Tabla 126. Resumen de los valores del VAN, TIR y P.R.

Sin duda, esta situación es más favorable aun de cara a tomar la decisión de si realizar el proyecto.
A los 25 años, el VAN sería de 78.146,10 €, mientras que la inversión ser recuperará antes de finalizar el 9 año.

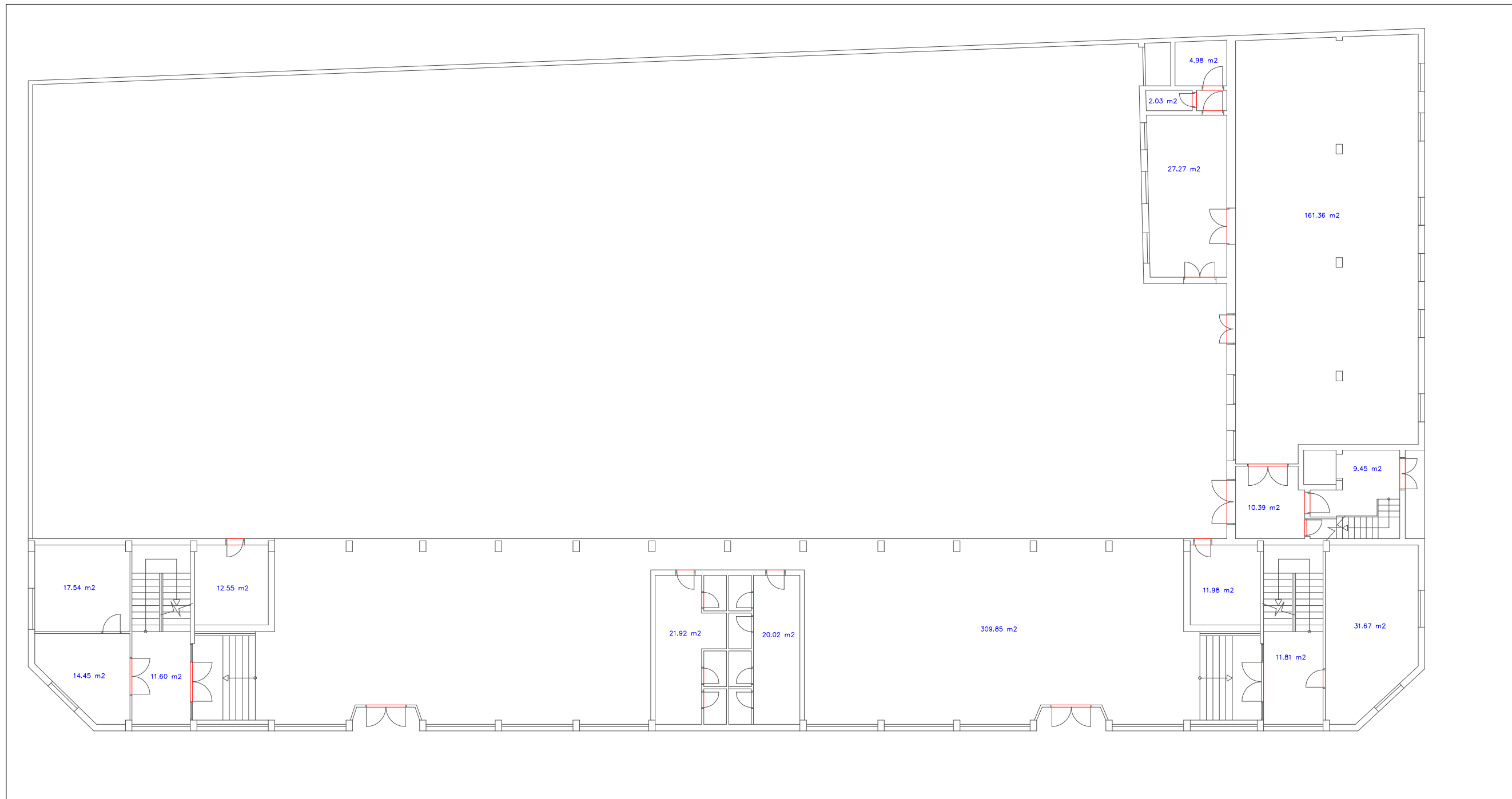
PLANOS

1. Planos de la distribución en planta

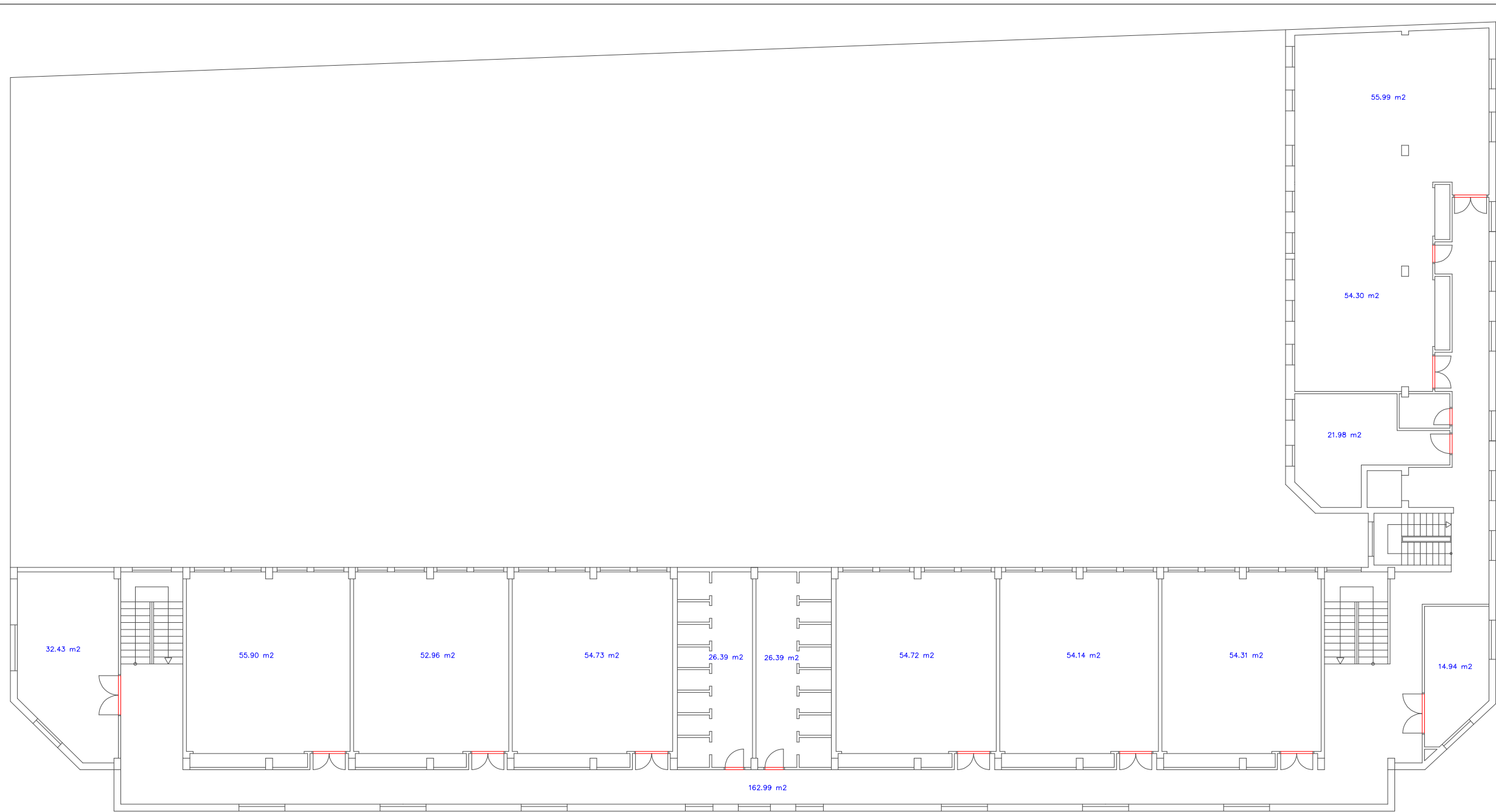
- 1.1. Distribución planta baja
- 1.2. Distribución primera planta
- 1.3. Distribución segunda y tercera planta
- 1.4. Distribución cuarta planta

2. Planos de la instalación eléctrica

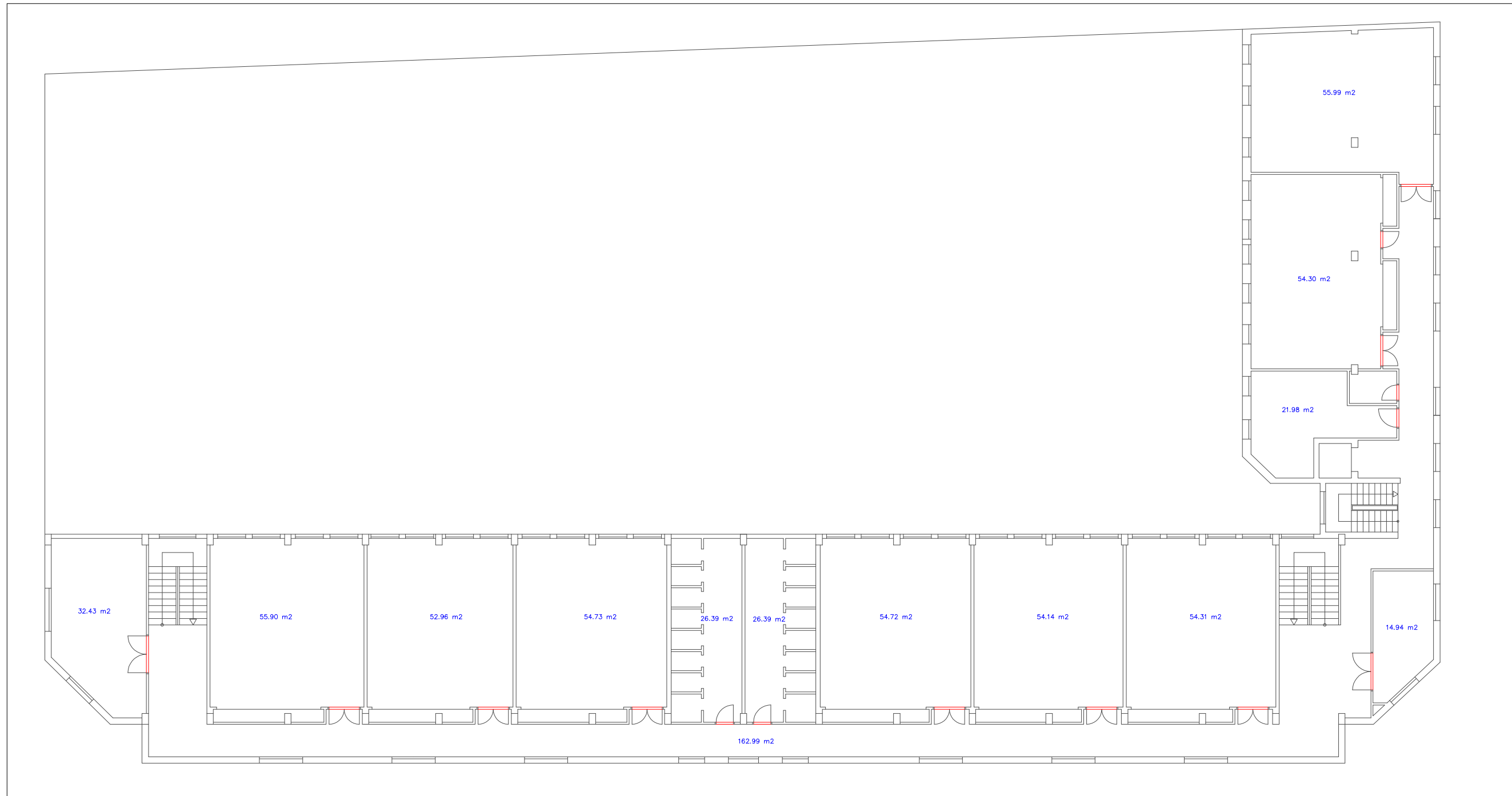
- 2.1. Circuitos planta baja
- 2.2. Circuitos primera planta
- 2.3. Circuitos segunda y tercera planta
- 2.4. Circuitos cuarta planta



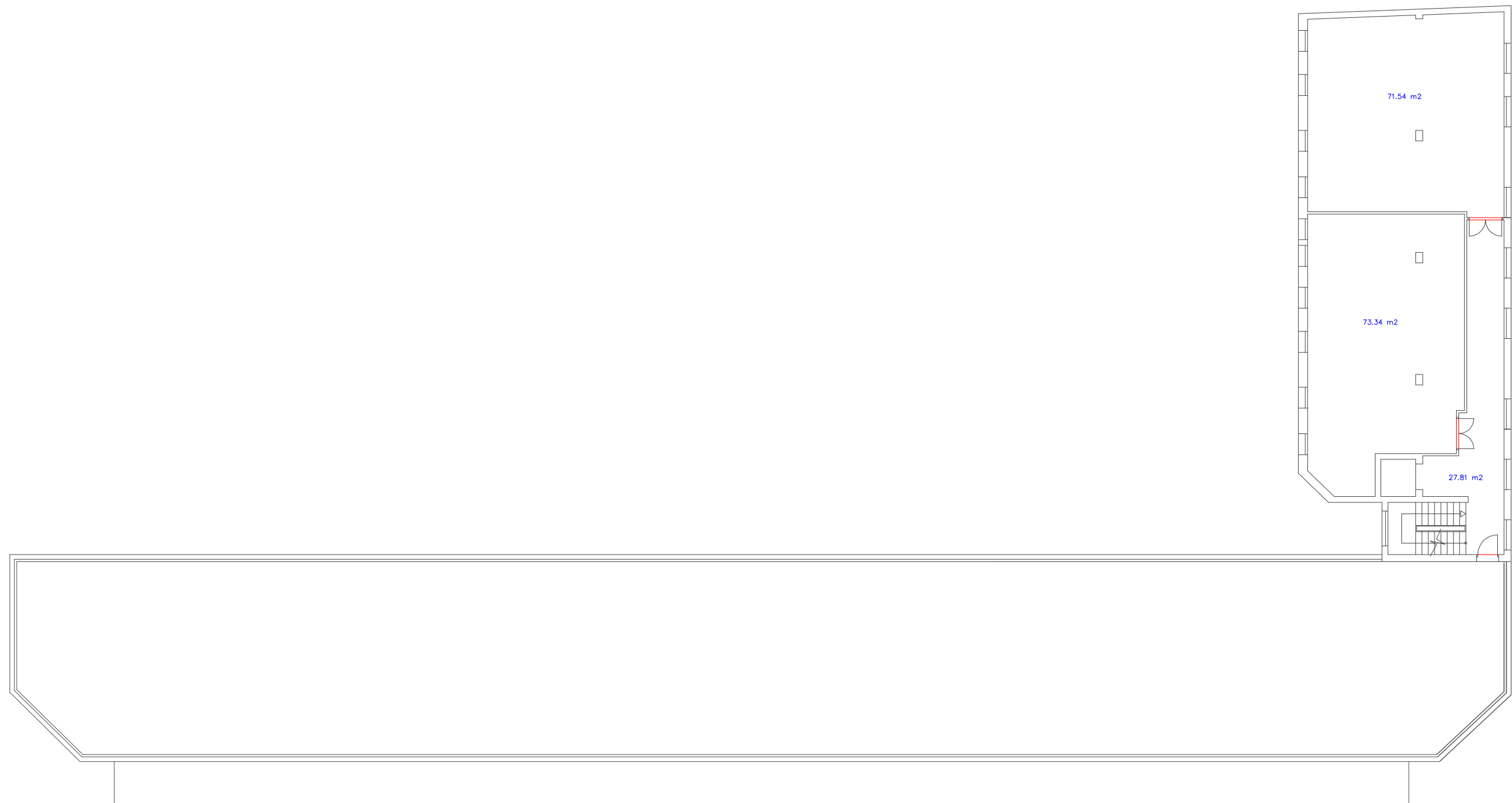
Fecha: Abril 2015	Autor: TELECSO, S.L. 	 UNIVERSITAT JAUME I
Título del proyecto Auditoría energética de un edificio docente y diseño de las instalaciones de autoconsumo		
Plano 1.1	Título del plano Distribución planta baja	Escala 1/200



Fecha: Abril 2015	Autor: TELECSO, S.L. 	
Título del proyecto Auditoría energética de un edificio docente y diseño de las instalaciones de autoconsumo		
Plano 1.2	Título del plano Distribución primera planta	Escala 1/200



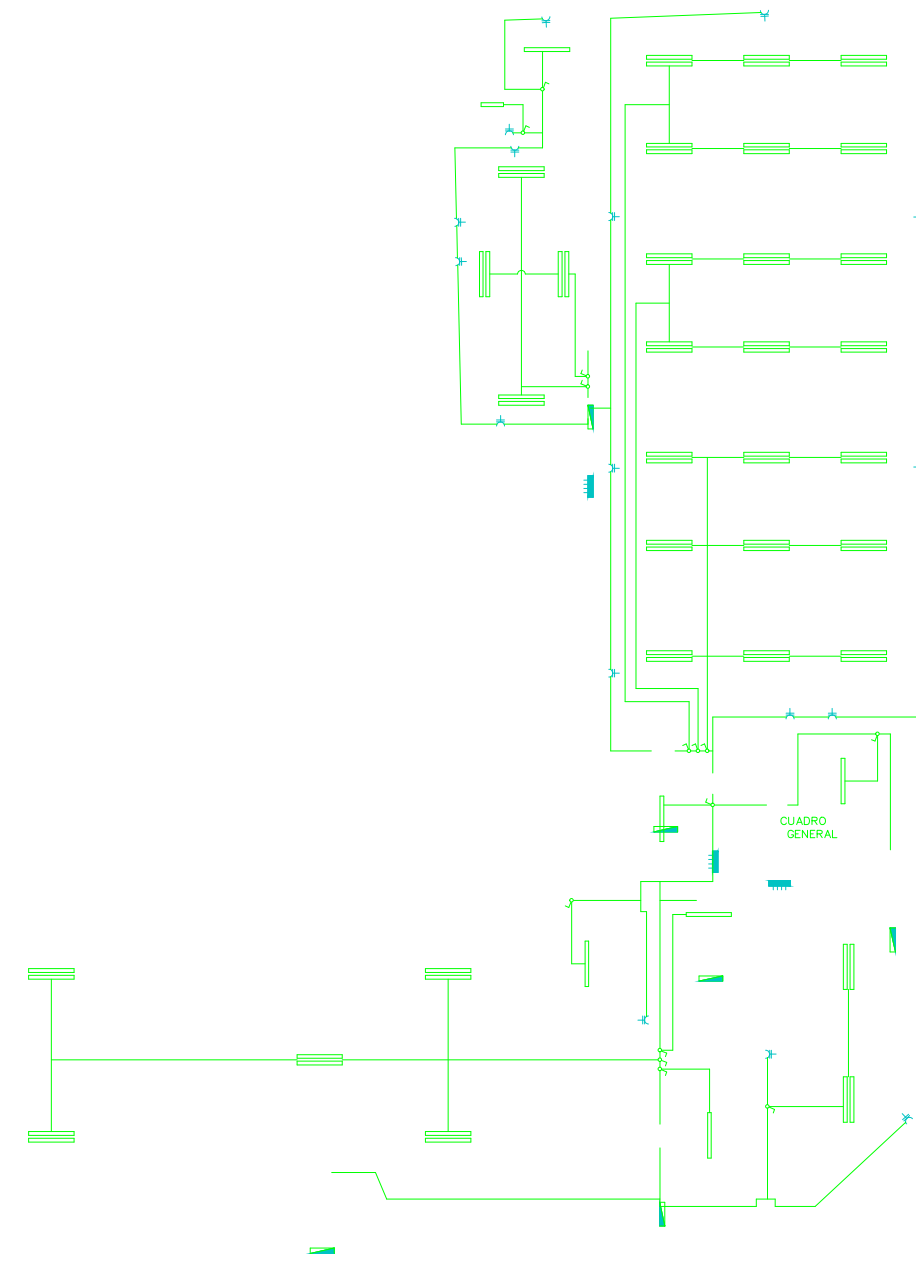
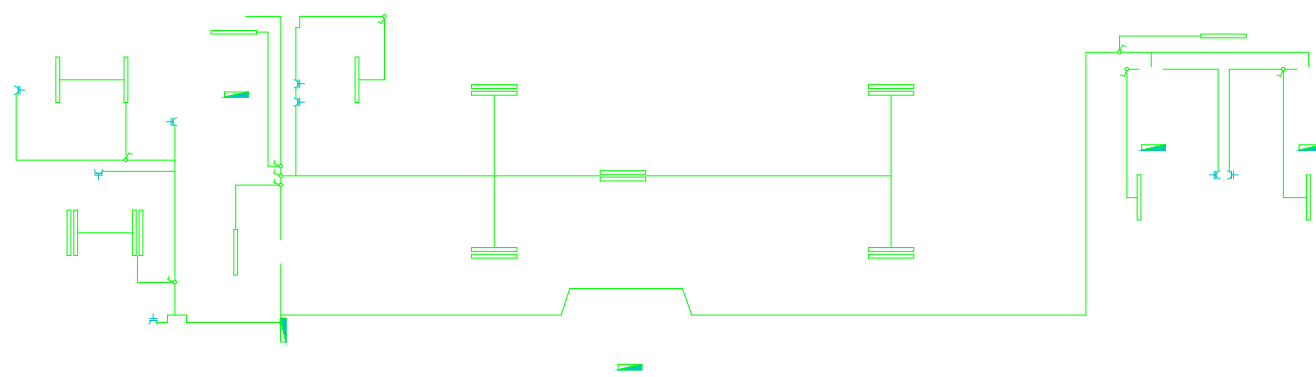
Fecha: Abril 2015	Autor: TELECSO, S.L. 	
Título del proyecto Auditoría energética de un edificio docente y diseño de las instalaciones de autoconsumo		
Plano 1.3	Título del plano Distribución primera y segunda planta	Escala 1/200



Fecha: Abril 2015	Autor: TELECSO, S.L. 	
Título del proyecto Auditoría energética de un edificio docente y diseño de las instalaciones de autoconsumo		
Plano 1.4	Título del plano Distribución cuarta planta	Escala 1/200

SIMBOLOS

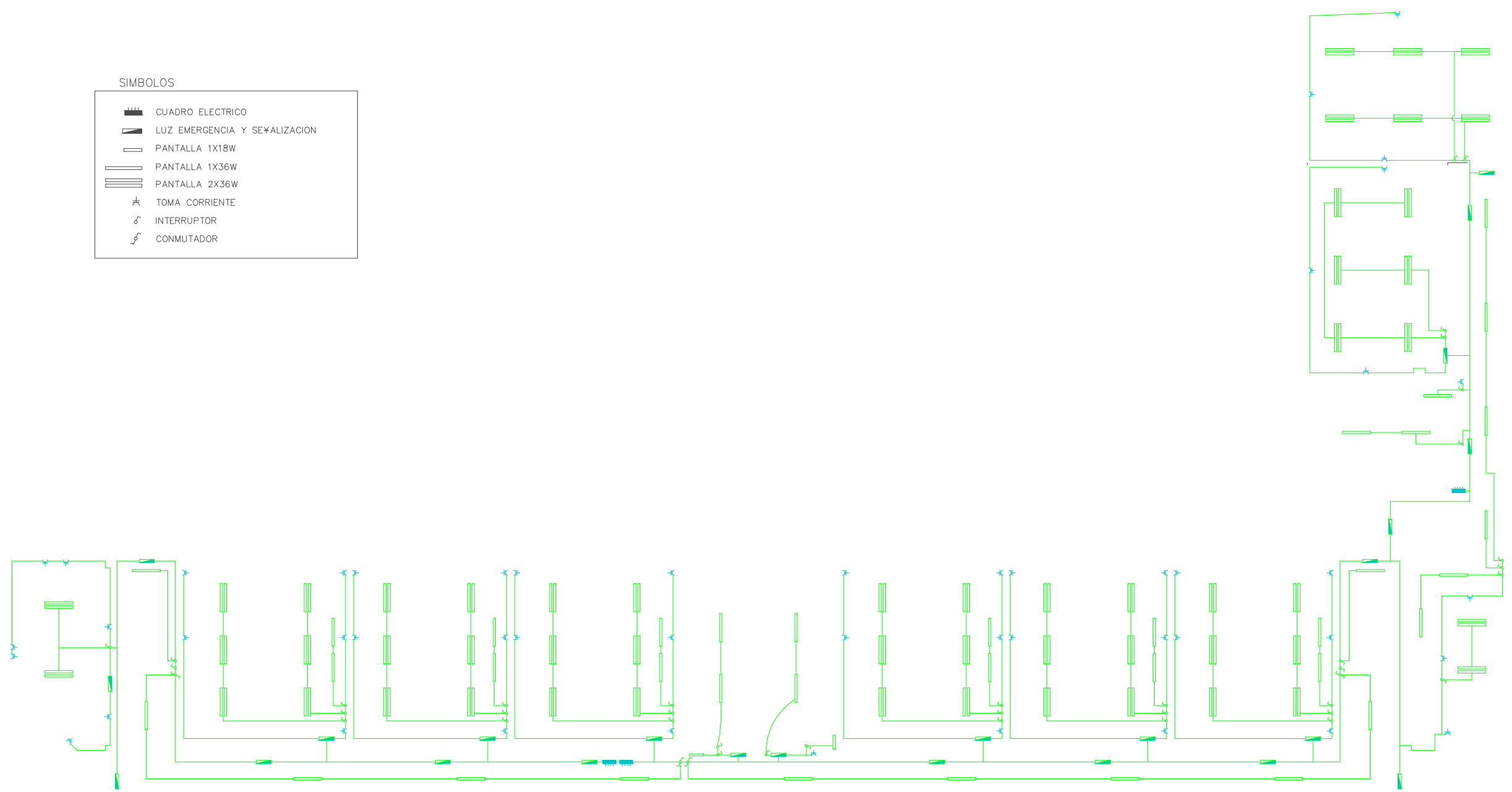
	CUADRO ELECTRICO
	LUZ EMERGENCIA Y SEÑALIZACION
	PANTALLA 1X18W
	PANTALLA 1X36W
	PANTALLA 2X36W
	TOMA CORRIENTE
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR



Fecha: Abril 2015	Autor: TELECSO, S.L.	
Título del proyecto Auditoría energética de un edificio docente y diseño de las instalaciones de autoconsumo		
Plano 2.1	Título del plano Circuitos planta baja	Escala 1/200









SIMBOLOS

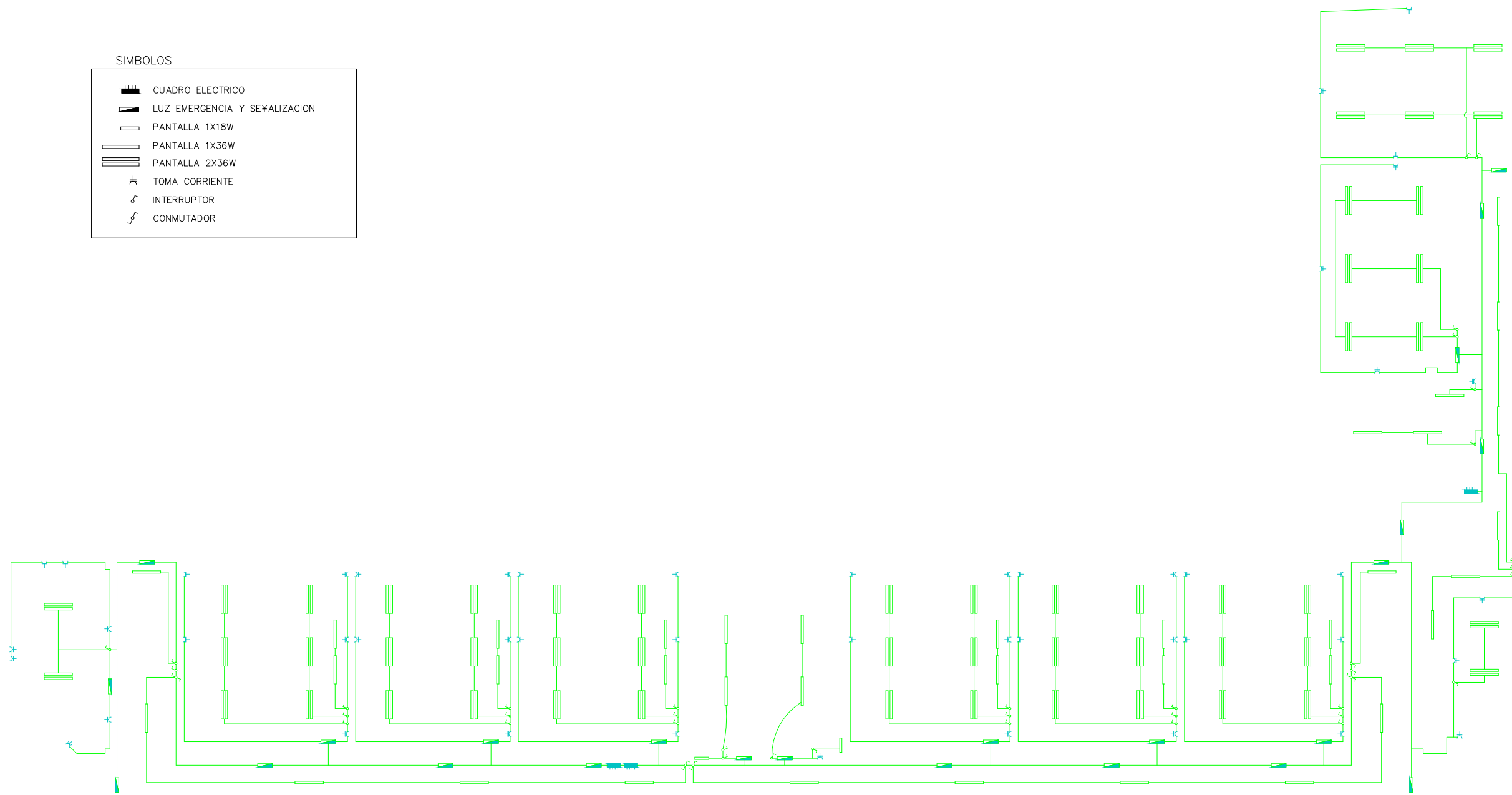
	CUADRO ELECTRICO
	LUZ EMERGENCIA Y SEYALIZACION
	PANTALLA 1X18W
	PANTALLA 1X36W
	PANTALLA 2X36W
	TOMA CORRIENTE
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR



Fecha: Abril 2015	Autor: TELECSO, S.L.	
Título del proyecto Auditoría energética de un edificio docente y diseño de las instalaciones de autoconsumo		
Plano 2.2	Título del plano Circuitos primera planta	Escala 1/200










SIMBOLOS

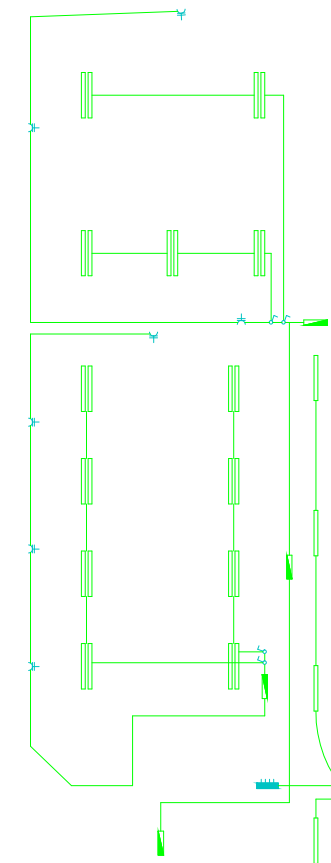
	CUADRO ELECTRICO
	LUZ EMERGENCIA Y SE#ALIZACION
	PANTALLA 1X18W
	PANTALLA 1X36W
	PANTALLA 2X36W
	TOMA CORRIENTE
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR



Fecha: Abril 2015	Autor: TELECSO, S.L. 	
Título del proyecto Auditoría energética de un edificio docente y diseño de las instalaciones de autoconsumo		
Plano 3.3	Título del plano Circuitos primera y segunda planta	Escala 1/200

SIMBOLOS

	CUADRO ELECTRICO
	LUZ EMERGENCIA Y SEÑALIZACION
	PANTALLA 1X18W
	PANTALLA 1X36W
	PANTALLA 2X36W
	TOMA CORRIENTE
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	PUNTO DE LUZ



Fecha: Abril 2015	Autor: TELECSO, S.L. 	
Título del proyecto Auditoría energética de un edificio docente y diseño de las instalaciones de autoconsumo		
Plano 2.4	Título del plano Circuitos cuarta planta	Escala 1/200

PLIEGO DE CONDICIONES

Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red.

Definir las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Generalidades

Este Pliego es de aplicación en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser vendida en su totalidad a la red de distribución.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.
- Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 3490/2000, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para el 2001.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Para el caso de integración en edificios se tendrá en cuenta las Normas Básicas de la Edificación, según Código Técnico de la Edificación (CTE).

Definiciones

Radiación solar

- Radiación solar. Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Irradiancia. Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².
- Irradiación. Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m².

Instalación

- Instalaciones fotovoltaicas. Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.
- Instalaciones fotovoltaicas interconectadas. Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.
- Línea y punto de conexión y medida. La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.
- Interruptor automático de la interconexión. Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.
- Interruptor general. Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.
- Generador fotovoltaico. Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

- Rama fotovoltaica. Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.
- Inversor. Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.
- Potencia nominal del generador. Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.
- Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal. Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

Módulos

- Célula solar o fotovoltaica. Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- Célula de tecnología equivalente (CTE). Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.
- Módulo o panel fotovoltaico. Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- Condiciones Estándar de Medida (CEM). Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:
 - Irradiancia solar: 1000 W/m²
 - Distribución espectral: AM 1,5 G
 - Temperatura de célula: 25 °C
- Potencia pico. Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

Diseño

Diseño del generador fotovoltaico

Generalidades

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla I

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el párrafo anterior, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los Anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, y podrán ser utilizados por el IDAE para su verificación.

Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al Anexo III.

Componentes y materiales

Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de los mismos. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará 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.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación:

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.
- La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Estructura soporte

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico Acciones en la Edificación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de engancho por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Conexión a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

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

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

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

Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cálculo de la producción anual esperada

Se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

- $G_{dm}(0)$

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m²·Adía), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

- Instituto Nacional de Meteorología
- Organismo autonómico oficial
- $G_{dm}(\alpha, \beta)$

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m²·día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El parámetro α representa el azimut y β la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

- Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.

- Otros.

- La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

P_{mp} = Potencia pico del generador.

G_{CEM} = 1 kW/m².

Los datos se presentarán en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual, de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Tabla II. Generador $P_{mp} = 1$ kWp, orientado al Sur ($\alpha = 0^\circ$) e inclinado 35° ($\beta = 35^\circ$).

Mes	$G_{dm}(0)$ [kWh/(m ² ·día)]	$G_{dm}(\alpha=0^\circ, \beta=35^\circ)$ [kWh/(m ² ·día)]	PR	E_p (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82
Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
Promedio	4,51	4,96	0,794	3,94

Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del generador

Introducción

El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 1). Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de azimut α , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2). Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y $+90^\circ$ para módulos orientados al oeste.

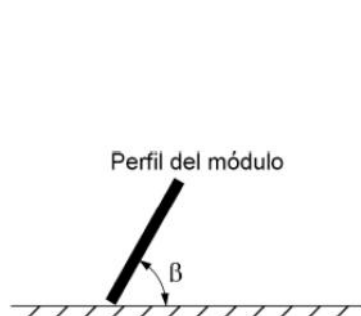


Fig. 1

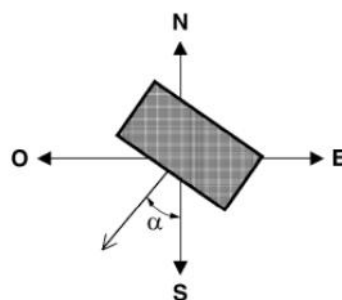


Fig. 2

Procedimiento

Habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT. Para ello se utilizará la figura 3, válida para una latitud, ϕ , de 41° , de la siguiente forma:

- Conocido el azimut, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación en el caso de $\phi = 42^\circ$. Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10 %; para superposición, del 20 %, y para integración arquitectónica del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud $\phi = 41^\circ$ y se corrigen de acuerdo al apartado siguiente.

Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41° , de acuerdo a las siguientes fórmulas:

- Inclinación máxima = Inclinación ($\phi = 41^\circ$) - (41° - latitud).

- Inclinación mínima = Inclinación ($\phi = 41^\circ$) – (41° – latitud), siendo 0° su valor mínimo.

En casos cerca del límite, y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

- Pérdidas (%) = $100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2]$ para $15^\circ < \beta < 90^\circ$
- Pérdidas (%) = $100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2]$ para $\beta \leq 15^\circ$

[Nota: α , β , ϕ se expresan en grados, siendo N la latitud del lugar]

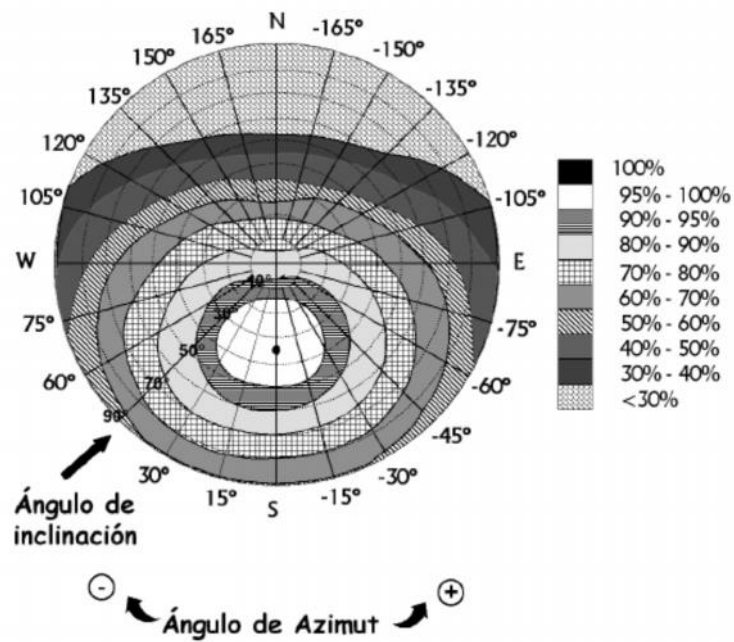


Fig. 3

Conclusión

Por este documento se considera que con el presente documento queda perfectamente definido el Pliego de Condiciones Técnicas referente a una instalación fotovoltaica conectada a red de menos de 100 kW nominales. El técnico/proyectista que suscribe queda a disposición de la Administración, o cuantas Autoridades Competentes lo consideren oportuno, para la aclaración de aquellos puntos que se consideren necesarios.

BIBLIOGRAFÍA

- IDAE. (2011). Guía práctica de la energía: Consumo eficiente y responsable. 3ª edición.
- ITC – BT (2004) Instrucción Técnica Complementaria para Baja Tensión.
- CTE. (2006). Código Técnico de la Edificación.
- Norma Europea EN-16247:2014 “Auditorías Energéticas”. Parte 1 y 2.
- RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

IDAE: Instituto para la diversificación y el ahorro de energía.

<http://www.idae.es/>

CENSOLAR: Centro de Estudios de la Energía Solar

<http://www.censolar.es/>

B.O.E.: Boletín Oficial del Estado

<http://www.boe.es/>

OMIE: Operador del Mercado Ibérico de Energía

<http://www.omie.es/>

IBERDROLA

<http://www.iberdrola.es/>

IVE: Instituto Valenciano de la Edificación

<http://www.five.es/>

Fundación f2E: Fundación para la Eficiencia Energética de la Comunidad Valenciana

<http://www.f2e.es>

PVGIS: Joint Research Centre. Institute for Energy and Transport

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

“Conoce la trayectoria del sol en tu nueva casa”

<http://www.vitaleloft.com/conoce-la-trayectoria-del-sol-en-tu-terreno/>