



**COMILLAS**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE NAVE INDUSTRIAL  
LOGÍSTICA MEDIANTE CRITERIO DE  
SOSTENIBILIDAD BREEAM**

Autor: Loreto Rodríguez-Campra Hermoso

Director: Alberto Jáñez Cordero

Madrid

31 de agosto de 2020

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

..... DISEÑO DE NAVE INDUSTRIAL LOGÍSTICA .....

..... MEDIANTE CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD BREEAM .....

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2019/2020 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada

de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Loreto Rodríguez-Campra Hermoso

Fecha: 23 / 08 / 20

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Alberto Jáñez Cordero

Fecha: 24 / 08 / 2020



MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE NAVE INDUSTRIAL  
LOGÍSTICA MEDIANTE CRITERIO  
DE SOSTENIBILIDAD BREEAM**

Autor: Loreto Rodríguez-Campra Hermoso

Director: Alberto Jáñez Cordero

Madrid

31 de agosto de 2020

# DISEÑO DE NAVE INDUSTRIAL LOGÍSTICA MEDIANTE CRITERIO DE SOSTENIBILIDAD BREEAM

Autor: Rodríguez-Campra Hermoso, Loreto

Director: Jáñez Cordero, Alberto

Entidad colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia de Comillas

## RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto consistirá en el diseño de las instalaciones de una nave industrial, que será utilizada como nave logística, para dar cumplimiento a la reglamentación vigente y los criterios de sostenibilidad para conseguir un certificado BREEAM. Ambas alternativas de diseño, para las instalaciones que se evalúen, serán comparadas y se realizará una evaluación técnico-económica de las distintas soluciones.

Por tanto, el presente proyecto tiene por objeto definir el diseño de las instalaciones eléctricas, fotovoltaica, fontanería (agua fría sanitaria y agua caliente sanitaria), sistema de reutilización de aguas pluviales y climatización de un edificio de tipología industrial, ubicados en el Polígono Industrial Guadalhorce del municipio de Málaga. Esta nave será utilizada como nave logística.

El proyecto comprende el diseño de los sistemas de instalaciones según la normativa vigente por un lado y con criterios de sostenibilidad para obtener una certificación BREEAM por otro. Ambas alternativas de diseño, para las instalaciones que se evalúen, serán comparadas y se realizará una evaluación técnico-económica de las distintas soluciones.

Según dice el manual BREEAM, hay un tópico muy extendido de que los edificios sostenibles y de buena calidad son notablemente más costosos de diseñar y construir que aquellos que simplemente cumplen las exigencias y normativas obligatorias.

El proyecto cuenta con dos objetivos principales, por un lado, el diseño de instalaciones mediante una metodología basada en criterios sostenible y la realización de un comparativo técnico-económico de dos soluciones distintas de las instalaciones de un edificio.

De esta manera, podremos analizar las mejoras que se producen tanto a nivel de diseño como a nivel de coste y extrapolaremos estas diferencias para estimar el tiempo de amortización de las medidas adicionales que requiere el diseño con criterio BREEAM.

Respecto a las instalaciones eléctricas, la empresa suministradora de red eléctrica de MT será Iberdrola. Se ha previsto la instalación de un Centro de Seccionamiento y Transformación acorde con las normas particulares para instalaciones de Alta Tensión y BT de Iberdrola (MT 2.03.20) y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. El dimensionamiento de este centro se hará para cubrir un 40% más de la carga prevista.

Se han estudiado medidas adicionales para obtener el certificado BREEAM. Estas medidas son la instalación de dispositivos de control, sensores de luz y de presencia y asegurar suficiente iluminación natural. Dentro de los posibles protocolos de control de iluminación, se implementará el protocolo DALI “Digital Addressable Lighting

Interface”. Con respecto a la luz artificial, BREEAM exige, además del cumplimiento de la norma UNE 12464.1, la instalación de dispositivos de control y temporizadores que reduzcan el consumo de electricidad y permitan un mayor ahorro energético. Los equipos que se prevén con este objetivo son detectores de presencia y controladores. Para conseguir los niveles de luz natural exigidos, el mismo diseño de las estancias y el edificio debe permitir la entrada de luz natural mediante un diseño bioclimático que apantalle la fuerte radiación solar en verano y los bajos niveles de luz en invierno. Con este objetivo, se instalarán lucernarios en el techo de ambas naves y se asegurarán las ventanas en todas las estancias exteriores.

En el caso de los puntos de recarga de coche eléctricos, las exigencias de calificación BREEAM son menos restrictivas que las del propio reglamento de baja tensión, ya que exige un 3% del total de las plazas de aparcamiento<sup>1</sup> en lugar de un 10% como el REBT en la ITC-BT-52.

Con respecto a la climatización, debe llevarse a cabo un modelado térmico teniendo en cuenta los índices del voto medio estimado PMV, el porcentaje estimado de satisfechos PPD y las variaciones estacionales. Todos estos factores se han tenido en cuenta para el diseño de las instalaciones de climatización desarrollado en el apartado de cálculos.

El resto de las medidas a implementar que afectan a la climatización son de carácter constructivo, que no es objeto de este proyecto. Sin embargo, sí se analizará el tipo de cerramiento por su influencia en el ahorro energético. Esto permitirá mayor eficiencia de los equipos de climatización, un ahorro en términos de energía consumida por los equipos para compensar estas cargas y posiblemente un cambio en el dimensionamiento de los equipos. Esto supone un ahorro que se detallará en el estudio económico.

De acuerdo con los requisitos de BREEAM, se instalarán contadores que informen del consumo neto total de agua del edificio y el porcentaje de recuperación de agua, con el objetivo de realizar los cálculos pertinentes con la herramienta BREEAM ES AG 1 y comprobar que el sistema respeta las pautas necesarias para obtener la calificación Very Good en esta sección.

Con respecto a los sistemas de fontanería, BREEAM establece los caudales de los aparatos sanitarios en función de la puntuación que se quiera alcanzar en esa sección. También valora el ahorro en el consumo de agua municipal debido al aprovechamiento de aguas grises o pluviales. Esta puntuación depende de la zona de precipitación en la que se encuentra el edificio.

La distribución interior del agua se hará mediante dos acometidas independientes: las del agua municipal y las del agua pluvial, que se cogerá del pozo existente para usos en los que no se requiera agua potable. El agua de lluvia se utilizará para el llenado de cisternas y demás equipos que lo permitan. En caso de que el agua de lluvia no sea suficiente, se cubrirá la demanda con agua municipal, ya que ambas acometidas estarán conectadas por un by-pass.

Además, se instalarán captadores solares para la producción de agua caliente sanitaria, considerando una temperatura de consumo de 35 °C acorde al CTE. El CTE DB HE 4

---

<sup>1</sup> TRA 3, opción 3, criterio 5 (BREEAM ES, 2017)

establece un porcentaje mínimo de contribución solar, calculada como la relación entre la energía solar aportada y la demanda energética anual del edificio.

Por último, se analizará el ahorro energético producido por estas medidas y el tiempo que tarda en amortizarse la inversión en estos equipos y medidas.

Debido a sensores de luz y lucernarios, habría un ahorro estimado de energía de 634,81 kWh al día, que teniendo en cuenta el precio de la electricidad de Iberdrola en 2020 (0,1147 €/kWh) se traduce a un ahorro de 16.026,79 € al año teniendo en cuenta 253 días laborables y que en Málaga hay un 87 % de días de sol.

Debido a sensores de presencia y recuperadores en los sistemas de climatización, habría un ahorro estimado de energía de 229.681,36 kWh anual, que teniendo en cuenta el precio de la electricidad de Iberdrola en 2020 (0,1147 €/kWh) se traduce a un ahorro de 26.344,45 € al año.

Debido a la optimización de los cerramientos se calcula un ahorro energético en términos económicos de 2.562,17 €.

Debido a la limitación de los caudales de los aparatos sanitarios y la recogida y uso del agua de lluvia, se ahorran 2.284.725 l/año, que se traducen en 2.284.725 l/año.

Teniendo en cuenta el coste de todas estas medidas adicionales mencionadas, se calcula la amortización como:

$$Amortización = \frac{Coste BREEAM - Coste}{Ahorro}$$

A continuación, se presenta el cálculo de amortización del coste global de proyecto con las soluciones analizadas de manera que se pueda estudiar de manera general el tiempo de amortización del proyecto:

$$Amortización = \frac{761.167,47 \text{ €} - 655.861,97 \text{ €}}{39.205,47 \text{ €/año}} = 3 \text{ años}$$

A la vista de los resultados anteriores, se puede observar que en 3 años se podría disponer de las inversiones adicionales estudiadas totalmente amortizadas.

## SUMMARY

The project will consist of the design of the facilities of an industrial building, which will be used as a logistics warehouse, to comply with current regulations and the sustainability criteria to obtain a BREEAM certificate. Both alternatives of design criteria will be compared, and a technical-economic evaluation of the different solutions will be carried out.

Therefore, the present project aims to define the design of the electrical, photovoltaic, plumbing installations (sanitary cold water and sanitary hot water), rainwater reuse system and air conditioning of an industrial type building, located in the Industrial Area of Guadalhorce in Malaga.

The project includes the design of the installation systems according to current regulations on the one hand and with sustainability criteria to obtain a BREEAM certification on the other. Both design alternatives, for the facilities to be evaluated, will be compared and a technical-economic evaluation of the different solutions will be carried out.

According to the BREEAM manual, there is a widespread cliché that good quality and sustainable buildings are notably more expensive to design and construct than those that simply meet mandatory requirements and regulations.

The project has two main objectives, on the one hand, the design of facilities using a methodology based on sustainable criteria, and on the other hand, the performance of a technical-economic comparison of two different solutions for the facilities of a building.

In this way, we will be able to analyse the improvements that occur both at the design level and at the cost level and we will extrapolate these differences to estimate the payback time of the additional measures required by the design with BREEAM criteria.

Regarding electrical installations, the company supplying the high voltage electrical network will be Iberdrola. The installation of a Sectioning and Transformation Centre has been planned in accordance with Iberdrola's regulations for High Voltage and LV installations (MT 2.03.20) and the Low Voltage Electrotechnical Regulations. The dimensioning of this centre will be done to cover 40% more than the planned load.

Additional measures have been considered to obtain the BREEAM certificate. These measures are the installation of control devices, light and presence sensors and ensuring enough natural lighting. Among the possible lighting control protocols, the DALI "Digital Addressable Lightning Interface" protocol will be implemented. Regarding artificial light, BREEAM requires, in addition to compliance with the UNE 12464.1 standard, the installation of control devices and timers that reduce electricity consumption and allow greater energy savings. The equipment provided for this purpose are presence detectors and controllers. To achieve the required levels of natural light, the same design of the rooms and the building must allow natural light to enter through a bioclimatic design that shields the strong solar radiation in summer and the low light levels in winter. To this end, skylights will be installed on the roof of both warehouses and windows will be installed in all the exterior rooms.

In the case of electric car charging points, the BREEAM qualification requirements are less restrictive than those of the low voltage regulation itself since it requires 3% of the total parking spaces instead of 10% as the REBT on ITC-BT-52.

Regarding air conditioning, a thermal modelling must be carried out considering the indices of the estimated average vote PMV, the estimated percentage of satisfied PPD and seasonal variations. All these factors have been considered for the design of the air conditioning installations developed in the calculations section.

The rest of the measures to be implemented that affect the air conditioning are of a constructive nature, which is not the object of this project. However, the type of enclosure an isolation will be analysed due to its influence on energy saving. This will allow greater efficiency of the air conditioning equipment, a saving in terms of energy consumed by the equipment to compensate for these loads and possibly a change in the sizing of the equipment. This represents savings that will be detailed in the economic study.

In accordance with the BREEAM requirements, meters will be installed that report the total net water consumption of the building and the percentage of water recovery, in order to perform the pertinent calculations with the BREEAM ES AG 1 tool and verify that the system respects the guidelines necessary to obtain the Very Good rating in this section.

Regarding plumbing systems, BREEAM establishes the flow rates of the sanitary appliances based on the score to be achieved in that section. It also values the savings in municipal water consumption due to the use of grey or rainwater. This score depends on the precipitation zone in which the building is located.

The interior distribution of the water will be done through two independent pipes systems: one for municipal water and one for rainwater, which will be taken from the existing well for uses in which drinking water is not required. Rainwater will be used to fill cisterns and other equipment that allows it. If the rainwater is not sufficient, the demand will be covered with municipal water, since both connections will be connected by a by-pass.

In addition, solar collectors will be installed to produce sanitary hot water, considering a consumption temperature of 35 °C according to the CTE. The CTE DB HE 4 establishes a minimum percentage of solar contribution, calculated as the relationship between the solar energy provided and the annual energy demand of the building.

Finally, the energy savings produced by these measures and the time it takes to amortize the investment in these equipment and measures will be analysed.

Due to light sensors and skylights, there would be an estimated energy saving of 634.81 kWh per day, which taking into account Iberdrola's electricity price in 2020 (€ 0.1147 / kWh) translates into a saving of 16,026.79 € per year taking into account 253 working days and that in Malaga there are 87% of sunny days.

Due to presence sensors and recuperators in the air conditioning systems, there would be an estimated energy saving of 229,681.36 kWh per year, which taking into account

the price of electricity from Iberdrola in 2020 (€ 0.1147 / kWh) translates to a saving of € 26,344.45 per year.

Due to the optimization of the enclosures, an energy saving in economic terms of € 2,562.17 is calculated.

Due to the limitation of the flow rates of the sanitary devices and the collection and use of rainwater, 2,284,725 l / year are saved, which translates into 2,284,725 l / year.

Considering the cost of all these additional measures mentioned, the amortization is calculated as:

$$Amortization = \frac{Cost\ BREEAM - Regular\ cost}{Savings}$$

Next, the amortization calculation of the overall project cost is presented with the analyzed solutions so that the project's amortization time can be studied in a general way:

$$Amortization = \frac{761.167,47\ € - 655.861,97\ €}{39.205,47\ €/año} = 3\ years$$

In view of the results, in 3 years the additional investments studied could be fully amortized.



# Contenido

---

## MEMORIA

1. Introducción .....	4
Requisitos para obtener una certificación BREEAM.....	5
2. Objeto.....	7
Objetivos del proyecto.....	7
3. Emplazamiento.....	8
4. Clasificación de la nave .....	9
5. Descripción de la nave.....	10
Urbanización interior de parcela.....	11
6. Instalación eléctrica.....	12
6.1 Punto de conexión en Media Tensión.....	12
6.2 Diseño de CT de abonado y seccionamiento.....	12
Transformadores .....	12
Centro de seccionamiento.....	13
Centro de transformación .....	14
6.3 Previsión de cargas eléctricas .....	15
6.3.1 Potencia instalada para tomas de fuerza.....	15
6.3.2 Potencia instalada para los receptores de consumo.....	16
6.3.3 Potencia instalada para luminarias .....	16
6.3.4 Alumbrado exterior .....	20
6.3.5 Alumbrado de Emergencia .....	23
6.3.6 Potencia instalada para puntos de recarga de coche eléctrico .....	23
6.3.7 Potencia instalada para sistema de climatización .....	25
6.4 Descripción general de la instalación de BT.....	26
Distribución de cuadros eléctricos .....	26
6.5 Cableado.....	27
LGA, línea general de alimentación .....	30
Derivaciones Individuales.....	30
6.6 Protecciones.....	30
Protección contra contactos directos .....	31
Protección contra contactos indirectos.....	31
Protección contra sobrecargas y cortocircuitos en BT.....	31

Protección contra sobretensiones .....	32
6.7 Canalizaciones .....	32
6.8 Puesta a tierra .....	32
6.9 Protección contra el rayo .....	32
6.10 Instalación fotovoltaica .....	33
7. Sistema de climatización del local .....	35
Elección de los equipos .....	36
Unidades exteriores.....	36
Ventilación .....	38
Geotermia.....	39
7.1 Red de conductos de ventilación .....	39
8. Drenaje de cubierta .....	40
9. Instalación de suministro de agua.....	41
9.1 Descripción de la instalación .....	43
9.2 Cálculo de caudales de agua fría.....	43
9.3 Dimensionado de la red de tuberías.....	44
9.4 Cálculo de caudales de ACS .....	45
9.5 Dimensionado de la red de ACS .....	46
10. Energía solar térmica .....	46

## ESTUDIO ECONÓMICO

1. Ahorro en el consumo energético.....	49
Iluminación.....	49
Sistema de climatización.....	50
Cerramientos .....	52
Fontanería.....	52
2. Costes de instalación .....	54
3. Amortización de la instalación .....	55

## CÁCULOS

### INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Previsión de cargas.....	61
Potencia instalada para tomas de fuerza .....	61
Potencia instalada para los receptores de consumo .....	62
Potencia instalada para puntos de recarga de coche eléctrico .....	62

Potencia instalada para luminarias.....	63
Alumbrado exterior .....	67
<hr/>	
Instalación eléctrica .....	70
Punto de conexión en Media Tensión.....	70
Diseño de CT de abonado y seccionamiento .....	70
Centro de seccionamiento.....	70
Centro de transformación .....	71
<hr/>	
Instalación de BT.....	72
Distribución de cuadros eléctricos .....	72
Cableado.....	73
LGA, línea general de alimentación .....	73
Derivaciones Individuales.....	73
<hr/>	
Protecciones.....	79
Celda de protección del CT .....	79
Celdas de salida al transformador .....	79
Cajas generales de protección.....	80
Cuadros generales de BT.....	81
Cuadros secundarios de BT.....	82
<hr/>	
Puesta a tierra .....	82
Pararrayos.....	84

## INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Previsión cargas térmicas .....	86
Cargas por ocupación .....	87
Cargas de iluminación.....	88
Cargas por los equipos .....	88
Cargas por ventilación.....	89
Carga por radiación solar a través de cristal.....	90
Carga por transmisión a través de paredes y techos exteriores .....	90
<hr/>	
Cálculo y justificación de la renovación del aire en todos los espacios del edificio según RITE .....	94
Estancias de categoría IDA 2 .....	95
Estancias de categoría IDA 3 .....	95
<hr/>	
Dimensionamiento UTA .....	97
Dimensionamiento conductos de aire .....	97

## SISTEMA DE FONTANERÍA

---

Cálculo de caudales de agua fría.....	102
Dimensionado de la red de tuberías.....	102
Grupo de presión.....	109
Cálculo de caudales de ACS .....	113
Dimensionado de la red de ACS .....	113
Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS – Dcc HE .....	115

---

Energía solar térmica .....	115
-----------------------------	-----

ANEXO A: Objetivos de desarrollo sostenible.....

ANEXO B: Informes iluminación DIALux.....

ANEXO C: Cerramientos.....

ANEXO D: Equipos eléctricos.....

ANEXO E: Equipos de climatización.....

ANEXO F: Equipos de fontanería.....

# ***MEMORIA***



## 1. Introducción

En la actualidad, el diseño de instalaciones mediante técnicas sostenibles para la obtención de un certificado de eficiencia no sólo implica el diseño para el cumplimiento legal de la instalación. También implica un análisis de la eficiencia de la instalación, primando el consumo energético y la contaminación frente al coste de dicha inversión.

En este proyecto en concreto se diseñará siguiendo los criterios del certificado BREEAM avalado por BRE Global.

BRE Global es una organización independiente que ofrece certificaciones de productos, servicios y sistemas en el marco de un mercado internacional. Para ello, expertos en la materia llevan a cabo comprobaciones y testeos, para certificar de esta forma el producto. Dentro de los certificados ofertados por esta organización se encuentran el certificado de fuego y seguridad (LPCB – *Loss Prevention Certification Board*) y el medioambiental (BREEAM).

BREEAM (*Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*) es un método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la edificación reconocido en el ámbito internacional. Actualmente está presente en más de 63 países y ha certificado alrededor de 270.000 edificios desde su lanzamiento en 1990. El objetivo que pretende alcanzar BREEAM es el aumento de la concienciación sobre las ventajas derivadas de adoptar un enfoque basado en el ciclo de vida para la sostenibilidad. Además, ayuda en la implantación de soluciones y facilita que se reconozcan los logros en esta materia a ojos del mercado mediante esta certificación.



*Ilustración 1. Relación entre el marco del “BRE Global Code for a Sustainable Built Environment”, los esquemas de BREEAM y el sistema de operadores de esquemas nacionales NSO, (BREEAM ES, 2017)*

Mediante este certificado se aumenta la eficiencia y sostenibilidad de los edificios, sin olvidar el atractivo comercial que estos adquieren. Según indica el Manual Técnico BREEAM, los edificios que cuentan con su certificación proporcionan unos índices de rentabilidad mayor a los inversores, así como unos precios de alquiler y unas primas por ventas mayores para los promotores y los propietarios.

Uno de los principios de esta empresa es “pensar global y actuar local”, por lo que, aunque el certificado es global, cuenta con el apoyo de operadores nacionales para su adaptación específica en cada país (NSO). Se trata de organizaciones independientes encargadas de desarrollar las características y requerimientos específicos de BREEAM. En España, la entidad depositaria de la metodología BREEAM es el Instituto Tecnológico de Galicia (ITG). El ITG gestiona el sistema de sostenibilidad y certifica el nivel de adecuación de proyectos y obras de edificación a los requisitos que exige BREEAM ES, una adecuación conforme a la legislación, normas, estándares y prácticas del mercado español.

Por otro lado, es necesario un Consejo Asesor formado por entidades que se implican activamente. Estas entidades son representativas de los grupos de interés del sector de la construcción entre las que se encuentran proyectistas, promotores, constructores, instituciones medioambientales, entidades financieras, aseguradoras y administraciones. Las funciones de este consejo son:

- Asegurar que los objetivos de las partes interesadas se corresponden con la metodología a seguir
- Fomentar el uso del modelo BREEAM para impulsar la concienciación tanto de los ciudadanos como del sector de la construcción en cuanto a sostenibilidad
- Garantizar una adecuación constante de la metodología común a la cultura y sociedad española

Estas labores adquieren importancia debido a que la iniciativa en primer lugar debe tenerla el cliente, el equipo de diseño o el contratista. Finalmente, esta decisión de un diseño sostenible se materializará en el contacto con un Asesor, que podrá registrar el proyecto en la página web y abrir el proceso de certificación.

### ***Requisitos para obtener una certificación BREEAM***

Para evaluar y clasificar el impacto medioambiental de una construcción se distinguen dos fases:

- Fase de diseño – Clasificación BREEAM ES provisional
- Fase de post construcción – Clasificación BREEAM final

En el estudio que se llevará a cabo posteriormente se considerará únicamente la fase de diseño, por tanto, se considerará sólo la clasificación provisional. En general, los edificios BREEAM se clasifican según la Tabla 1.

<b>Clasificación BREEAM ES</b>	<b>% puntuación</b>	<b>Nuevos edificios con comportamiento equivalente</b>
<b>EXCEPCIONAL</b>	≥ 85	1 % (innovador)
<b>EXCELENTE</b>	≥ 70	10 % (mejores prácticas)
<b>MUY BUENO</b>	≥ 55	25 % (buenas prácticas avanzadas)
<b>BUENO</b>	≥ 45	50 % (buenas prácticas intermedias)
<b>CORRECTO</b>	≥ 30	75 % (buenas prácticas estándar)
<b>SIN CLASIFICAR</b>	< 30	-

*Tabla 1. Valores de referencia de la clasificación BREEAM ES*

Los requisitos más básicos que deben cumplir todos los niveles de la clasificación BREEAM son:

- GST 1: Gestión sostenible
- SyB 1: Confort visual (prerrequisito)
- SyB 4: Calidad del agua

Estas tres características mínimas son las que deben poseer los edificios que pueden obtener un certificado BREEAM con una clasificación del nivel “CORRECTO”.

Para evaluar la categoría en la que se encuentra cada edificio se usa un sistema de ponderación de categorías. Cada una de las categorías posee una ponderación asociada. Esta ponderación permite definir el impacto relativo de cada requisito de sostenibilidad exigido por BREEAM. La suma de las ponderaciones de todas las características que cumpla el edificio constituye la puntuación global del mismo, que determina su clasificación.

<b>CATEGORÍA</b>	<b>Ponderación medioambiental [%]</b>
Gestión	11,50
Salud y Bienestar	14,00
Energía	18,00
Transporte	8,00
Agua	10,50
Materiales	12,00
Residuos	7,00
Uso del suelo y ecología	9,50
Contaminación	9,50
Innovación	10,00

*Tabla 2. Ponderaciones medioambientales certificación BREEAM*

Cada uno de estos requisitos aborda un factor representativo a la hora de analizar el impacto medioambiental del edificio. Se le otorgarán los puntos pertinentes al edificio en función de cuánto contribuya a cada objetivo su comportamiento y especificaciones.

Podrán obtenerse puntos extraordinarios por cumplir de manera ejemplar los requisitos que contribuyen a cumplir un criterio o por el carácter innovador de la construcción.

## **2. Objeto**

El presente trabajo fin de máster tiene por objeto definir el diseño de las instalaciones eléctricas, fotovoltaica, fontanería (agua fría sanitaria y agua caliente sanitaria), sistema de reutilización de aguas pluviales y climatización de un edificio de tipología industrial, ubicados en el Polígono Industrial Guadalhorce del municipio de Málaga. Esta nave será utilizada como nave logística.

El proyecto comprende el diseño de los sistemas de instalaciones según la normativa vigente por un lado y con criterios de sostenibilidad para obtener una certificación BREEAM por otro. Ambas alternativas de diseño, para las instalaciones que se evalúen, serán comparadas y se realizará una evaluación técnico-económica de las distintas soluciones.

Según dice el manual BREEAM, hay un tópico muy extendido de que los edificios sostenibles y de buena calidad son notablemente más costosos de diseñar y construir que aquellos que simplemente cumplen las exigencias y normativas obligatorias.



*Ilustración 2. Sello de certificación (BREEAM ES, 2017)*

El proyecto cuenta con dos objetivos principales, por un lado, el diseño de instalaciones mediante una metodología basada en criterios sostenible y la realización de un comparativo técnico-económico de dos soluciones distintas de las instalaciones de un edificio.

De esta manera, podremos analizar las mejoras que se producen tanto a nivel de diseño como a nivel de coste y extrapolaremos estas diferencias para estimar el tiempo de amortización de las medidas adicionales que requiere el diseño con criterio BREEAM.

### **Objetivos del proyecto**

- Diseñar las instalaciones objeto de este trabajo cumpliendo los requisitos de la certificación BREEAM.
- Realizar un análisis técnico de las diferencias entre diseñar cumpliendo exclusivamente normativa y diseñar cumpliendo los requisitos de la certificación BREEAM.

- Realizar un análisis económico de las diferencias entre diseñar cumpliendo exclusivamente normativa y hacerlo cumpliendo los requisitos de la certificación BREEAM.
- Realizar un estudio de retorno de la inversión analizando los consumos energéticos de ambas alternativas.

### 3. Emplazamiento

La nave estará situada en Málaga, en la carretera de la Azucarera Intelhorce, en el polígono industrial de Guadalhorce. Se puede observar la localización en las Figuras 1 y 2.

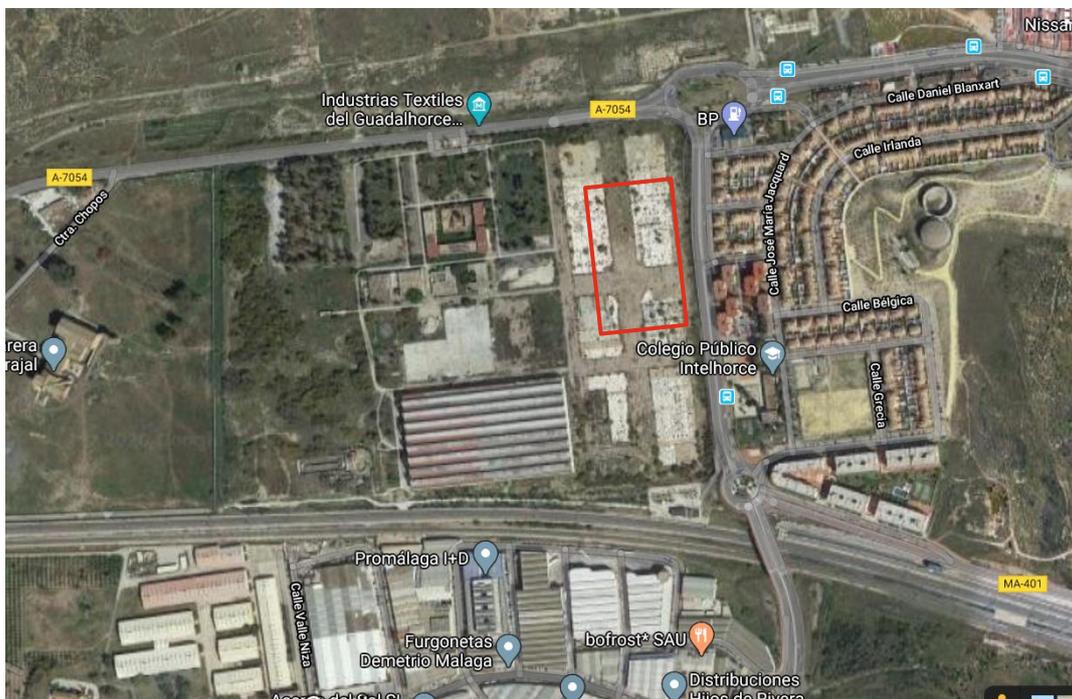


Figura 1. Emplazamiento de la nave, Google Maps



Figura 2. Medidas del terreno, Google Maps

## 4. Clasificación de la nave

Debido al enfoque de sostenibilidad del proyecto, se debe definir el edificio según la clasificación de edificios BREEAM. El caso de estudio se trata de un edificio tanto industrial como de oficinas del sector comercial, ya que se trata de una nave de almacenamiento y distribución con dos módulos de oficinas.

Sector	Tipo de edificio	Descripción
Comercial	Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Edificios de oficinas generales</li> <li>— Oficinas con zonas de investigación y desarrollo (es decir, solo laboratorios de categoría 1)</li> </ul>
	Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Unidad industrial: nave de almacenamiento/distribución</li> <li>— Unidad industrial: proceso/fabricación/mantenimiento de vehículos</li> </ul>
	Comercial	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Tienda/centro comercial</li> <li>— Almacén/polígono comercial</li> <li>— Proveedor de servicios «extrabursátiles», por ejemplo, agencias financieras e inmobiliarias, ETT</li> <li>— Concesionarios</li> <li>— Restaurantes, cafeterías y establecimientos de bebidas</li> <li>— Comida preparada para llevar</li> </ul>
Edificios Públicos	Docente	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Educación infantil</li> <li>— Educación primaria</li> <li>— Educación secundaria</li> <li>— Educación superior</li> </ul>
	Sanitario	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Consultorio médico</li> <li>— Centro de salud</li> <li>— Clínica</li> <li>— Hospital</li> </ul>
	Justicia	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Juzgados de Primera Instancia e Instrucción</li> <li>— Juzgados de lo Mercantil</li> <li>— Juzgados de Familia</li> <li>— Juzgados de lo Social</li> <li>— Juzgados de lo Contencioso Administrativo</li> <li>— Audiencias Provinciales</li> <li>— Tribunal Superior de Justicia</li> <li>— Audiencia Nacional</li> <li>— Tribunal Supremo</li> <li>— Tribunal Constitucional</li> <li>— Juzgados combinados</li> </ul>
Otros edificios	Instituciones residenciales (larga estancia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Residencia de ancianos</li> <li>— Residencia universitaria</li> <li>— Hotel, hostel, pensión</li> </ul>
	Instituciones residenciales (corta estancia)	
	Instituciones no residenciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Galería de arte, museo</li> <li>— Biblioteca</li> <li>— Centro de día, centro cívico, centro comunitario</li> <li>— Lugar de culto</li> </ul>
	Espacios de reunión y ocio	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Cine</li> <li>— Teatro/museo/sala de conciertos</li> <li>— Salas de exhibición y conferencias</li> <li>— Deportes al aire libre y en interior, gimnasios y zonas de recreo (con o sin piscina)</li> </ul>
	Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Centros de transporte</li> <li>— Centros de investigación y desarrollo (laboratorios de categoría 2 y 3)</li> <li>— Guarderías</li> </ul>

Tabla 3. Tipos de edificios evaluados en virtud del esquema BREEAM ES

## 5. Descripción de la nave

La nave objeto de este trabajo es una edificación aislada. Su superficie total construida es de 19.194,65 m<sup>2</sup>, con una altura máxima bajo chapa de cubierta en el punto más alto de la nave de 13,70m y altura mínima de 11,40m. su distribución se muestra en la Figura 3. Está formada por una nave principal, edificios adosados a la misma y parcela.

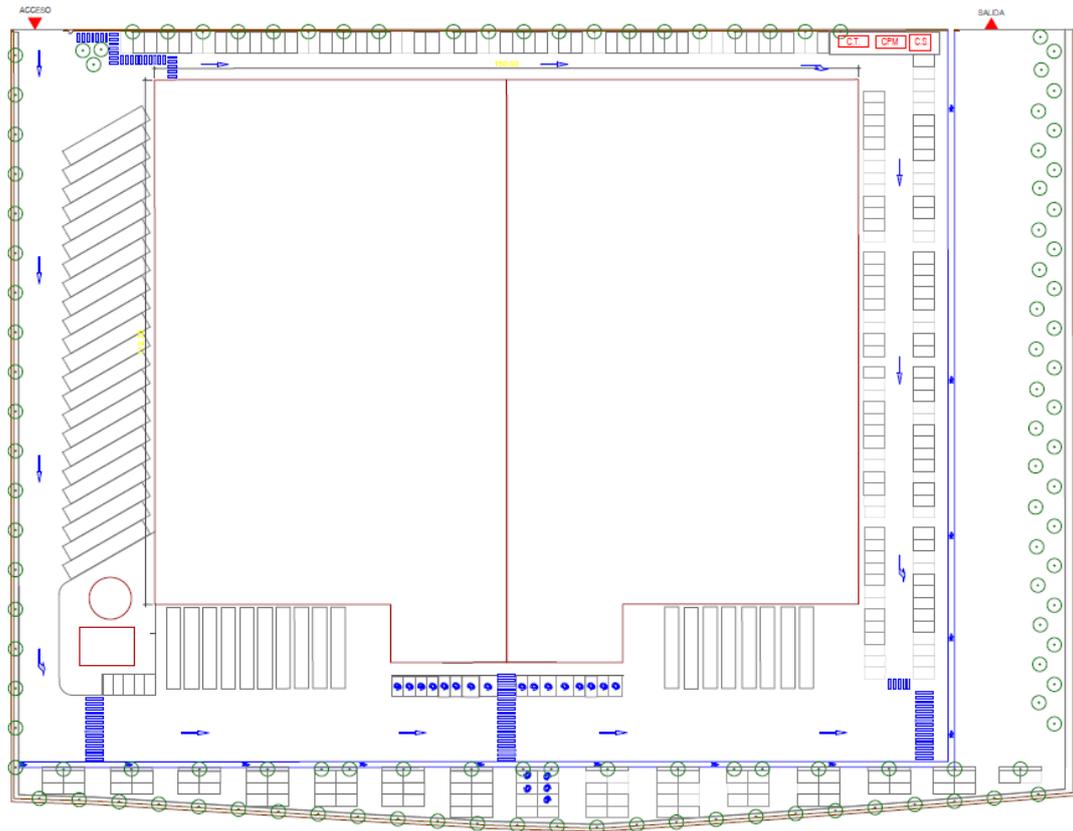


Figura 3. Plano de la nave industrial

Para facilitar la carga y descarga de mercancías, tiene una cota de 1,20 m respecto al patio de maniobras. Los muelles de carga y descarga están repartidos uniformemente en las fachadas norte y sur, y dispone de rampas de acceso a la plataforma.

Constructivamente, la nave es una estructura principal formada por pórticos con una trama estructural de 24,80x11,70 m. La estructura está construida con hormigón armado prefabricado y tiene una cubierta ligera a dos aguas tipo deck. Los módulos de oficinas tendrán la misma cota de implantación que la nave y tendrán una estructura y envoltorio similar, pero con un mejor aislamiento en las fachadas debido a las mayores exigencias de calidad del aire y confort.

La nave principal está dividida en dos locales, en previsión de ocupación por dos operadores.

### *Módulo 1*

Está formado por dos plantas. La planta baja comprende una sala de cargadores de baterías, aseos, recepción y un núcleo de comunicación vertical. La primera planta consiste en una zona para oficinas con núcleo de comunicación vertical.

### *Modulo 2*

Está formado por tres plantas. La planta baja está comprendida por una recepción, aseos, vestuarios, comedor, zona para oficinas de supervisores, un pequeño almacén y un RMA de producción. La primera planta tiene zona de aseos, zona diáfana para oficinas, despachos y salas de reunión. Todas ellas tienen un núcleo de comunicación vertical formado por escaleras, ascensor...

<b>Edificio</b>	<b>Planta Baja [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Planta 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> [m<sup>2</sup>]</b>	<b>TOTAL</b>
Módulo 1	8763,33	361,99	9125,32
Módulo 2	8760,39	1157,60	9917,99
Sala instalaciones	72,80		
Depósito PCI	65,40		
Cabina control accesos	13,50		
<b>TOTAL</b>	<b>17675,1 m<sup>2</sup></b>	<b>1519,59 m<sup>2</sup></b>	<b>19194,65 m<sup>2</sup></b>

*Tabla 4. Superficie construida de la edificación*

### ***Urbanización interior de parcela***

Alrededor de la nave principal habrá una superficie libre que será destinada a la ubicación de viales de circulación, patio de maniobras, plataformas de carga y descarga, plazas de aparcamiento, aceras peatonales y zonas ajardinadas. Además, contará con la construcción de un depósito de agua contra incendios junto al edificio de locales técnicos.

El acceso a la parcela será posible a través de dos puertas correderas motorizadas, una de acceso al aparcamiento y la otra al patio de maniobras. En la zona de acceso y salida de camiones se prevé la ejecución de una caseta de control.

# Diseño instalaciones

## 6. Instalación eléctrica

### 6.1 Punto de conexión en Media Tensión

La empresa suministradora de red eléctrica de MT será Iberdrola. Se ha previsto la instalación de un Centro de Seccionamiento y Transformación acorde con las normas particulares para instalaciones de Alta Tensión y BT de Iberdrola (MT 2.03.20) y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. El dimensionamiento de este centro se hará para cubrir un 40% más de la carga prevista.

### 6.2 Diseño de CT de abonado y seccionamiento

El diseño del CT y CS se realizará siguiendo las indicaciones de la empresa distribuidora y del propio reglamento, ya que BREEAM no detalla ninguna especificación respecto a estas instalaciones.

Para el diseño del CT deberán tenerse en cuenta las características de la red de alta tensión de la empresa distribuidora:

Tensión eficaz (kV)		Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial. Valor eficaz (kV) 1 min		Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo. Valor Cresta (kV)		Intensidad de cortocircuito trifásico durante 1 segundo (kA)
Tensión nominal de red	Tensión más elevada para el material	A tierra y entre fases	A distancia de seccionamiento	A tierra y entre fases	A distancia de seccionamiento	12,5
20	24	50	60	125	145	

Tabla 5. Características de la red de Iberdrola

### Transformadores

Para cubrir el consumo de potencia previsto para el local, se escogen dos transformadores de 630 kVA de la marca Ormazabal. Con ello conseguimos cubrir un 40% más del consumo previsto y en caso de avería de uno de los transformadores, la posibilidad de que el otro siga abasteciendo el sistema con una potencia mínima. Ambos transformadores serán herméticos de llenado integral.

## Características 24 kV: A<sub>0</sub> B<sub>K</sub>

Características eléctricas											24 kV A <sub>0</sub> B <sub>K</sub>					
Potencia asignada [kVA]	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500*				
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV] < 24															
	Secundaria en vacío [V] 42															
Grupo de Conexión	Dyn 1															
Pérdidas en Vacío - P <sub>v</sub> [W]	Lista A <sub>0</sub>	90	145	210	300	430	600	650	770	950	1200	1450	1750			
Pérdidas en Carga - P <sub>c</sub> [W]	Lista B <sub>K</sub>	875	1475	2000	2750	3850	5400	7000	9000	11000	14000	18000	22000			
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C	4															
Nivel de Potencia Acústica L <sub>WA</sub> [dB]	Lista A <sub>0</sub>	39	41	44	47	50	52	53	55	56	58	60	60			
Caída de tensión a plena carga (%)	cosφ=1	1,81	1,54	1,32	1,17	1,04	0,93	1,05	1,08	1,06	1,05	1,08	1,06			
	cosφ=0,8	3,57	3,43	3,31	3,22	3,13	3,06	4,35	4,37	4,35	4,35	4,37	4,35			
Rendimiento (%)	CARGA 100%	6														
	cosφ=0,8	98,11	98,41	98,64	98,79	98,94	99,06	99,05	99,03	99,05	99,06	99,04	99,06			
	cosφ=1	97,64	98,02	98,30	98,50	98,68	98,82	98,82	98,79	98,82	98,83	98,80	98,83			
	CARGA 75%	cosφ=1	98,47	98,72	98,90	99,02	99,14	99,24	99,24	99,23	99,24	99,25	99,25			
	cosφ=0,8	98,10	98,40	98,63	98,78	98,93	99,05	99,05	99,04	99,06	99,06	99,04	99,07			

Dimensiones [mm]											24 kV A <sub>0</sub> B <sub>K</sub>					
Arrollamientos de Aluminio																
Potencia asignada [kVA]	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500				
A (Largo)	910	940	1046	1276	1426	1526	1706	1776	1996	1940	1960	2060				
B (Ancho)	643	733	743	876	876	936	1046	1106	1256	1180	1160	1320				
C (Alto a tapa)	759	767	873	932	1032	1133	1163	1163	1208	1540	1760	1810				
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)	1144	1152	1258	1317	1417	1518	1548	1548	1593	1925	2145	2195				
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)	849	857	963	1022	1122	1223	1253	1253	1298	1630	1850	1900				
D2 (Alto a BT con Palas)	919	927	1033	1166	1266	1394	1496	1496	1541	1910	2130	2240				
F (Separación MT)	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275				
H (Separación entre BT)	80	80	80	150	150	150	150	150	150	200	200	200				
J (Distancia entre ruedas)	520	520	520	670	670	670	670	670	670	820	820	1070				
K (Ancho rueda)	40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70				
Ø (Diámetro rueda)	125	125	125	125	125	125	125	125	200	200	200	200				
L (Rueda)	110	110	110	110	110	110	110	110	165	165	165	165				
Distancia entre ganchos para poste	530	530	530	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Volumen Aceite (Litros)	138	148	213	300	377	441	572	582	692	980	1190	1380				
Peso total (Kg)	486	572	753	1075	1389	1817	2233	2342	2826	4120	4970	5830				

Otras dimensiones bajo pedido.  
 (\*) Por favor, contacte con **Ormazabal** para valores técnicos superiores a 2500 kVA.

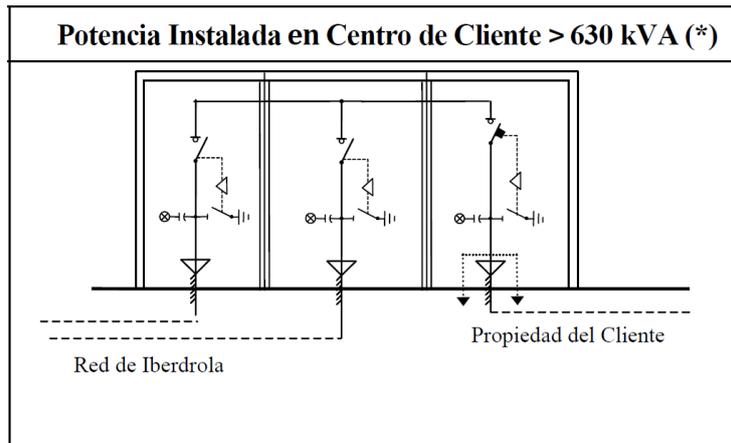
Tabla 6. Datos técnicos transformadores, CA-109-ES-2003 Ormazabal

### Centro de seccionamiento

Estos equipos, propiedad de la empresa suministradora, se instalarán en el borde de parcela, al lado de la salida de vehículos. Para albergar las celdas necesarias, se utilizará una envolvente prefabricada de hormigón pfu.3 del fabricante Ormazabal. Las características de este se han escogido conforme a la normativa particular para instalaciones de clientes en AT de Iberdrola (MT 2.00.03).

El centro de seccionamiento estará formado por una celda compacta RMU 2lp del fabricante Ormazabal. Incluye indicador de presencia de tensión. Tiene dos funciones de línea y una función de protección con fusibles, alojadas en una única cuba de gas:

- CS\_L1 – interruptor-seccionador (CA-100-ES-1904 s/ IEC 62271-103), seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA. Aislamiento integral en SF<sub>6</sub>, endurancia mecánica 1000-M1, 5 ciclos de maniobras, clase E3.
- CS\_L2 – interruptor-seccionador (CA-100-ES-1904 s/ IEC 62271-103), seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA. Aislamiento integral en SF<sub>6</sub>, endurancia mecánica 1000-M1, 5 ciclos de maniobras, clase E3.
- CS\_P – interruptor-relé combinado (CA-100-ES-1904 s/ IEC 62271-103), seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA, aislamiento integral en SF<sub>6</sub>.



(\*) No se han representado los elementos necesarios para la alimentación en BT

Figura 4. Centro de seccionamiento independiente, MT 2.00.03 Iberdrola

### Centro de transformación

Estará formado por un centro de medida y un centro de transformación, ambos propiedad del cliente. En la misma zona de la parcela, pero en edificio independiente, como recomienda Iberdrola, se instalarán las celdas que constituyen el centro de transformación a BT. Para albergarlas se utilizará una envolvente prefabricada de hormigón pfu.5 del fabricante Ormazabal, también de acuerdo con las exigencias de la empresa suministradora.

Para favorecer el buen rendimiento de los equipos mediante unas condiciones ambientales correctas, se asegurará la ventilación forzada de la sala de transformadores. De esta forma, se reduce el calentamiento y se favorece la evacuación de gases. El equipo usado para esto deberá ser un ventilador extractor de aire caliente situado en la parte superior y anterior de la sala. La renovación de aire se hará mediante las rejillas de la puerta de la envolvente prefabricada.

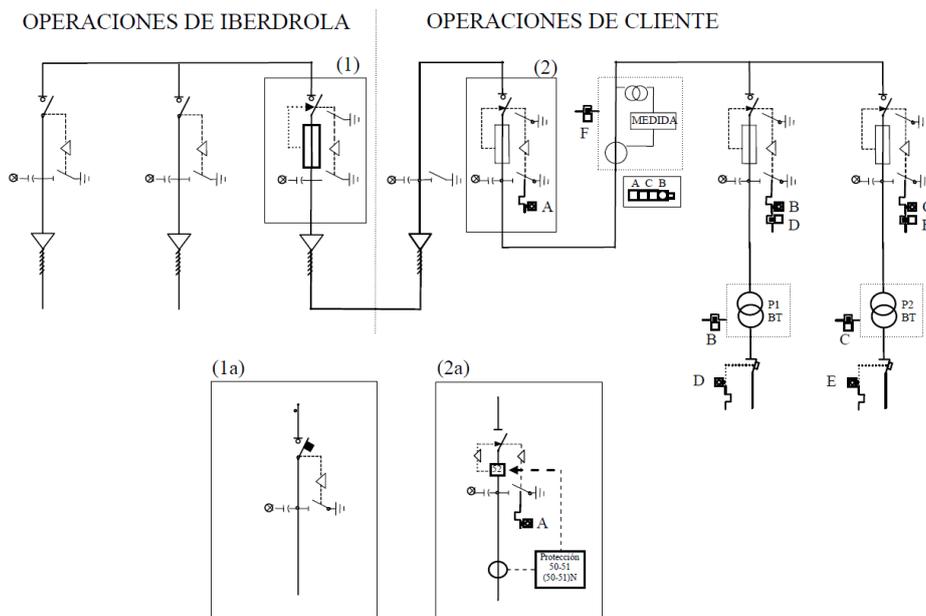


Figura 5. Esquema 7, acometidas tipo 3, anexo 2 MT 2.00.03 Iberdrola

El centro de transformación deberá seguir el esquema de acometida tipo 3 mostrado en la Figura 5. Las celdas correspondientes se elegirán de entre las del catálogo del fabricante Ormazabal. Los equipos que forman el CT serán:

- CT\_RB – celda rb-pt (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de remonte de barras con seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA. Aislamiento integral en SF<sub>6</sub>. Incluye indicador de presencia de tensión.
- CT\_P – celda v (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de protección con interruptor automático con mecanismo de maniobra AV3 (manual) y AMV3 (motorizado) y seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA. Aislamiento integral en SF<sub>6</sub>. Incluye indicador de presencia de tensión. Endurancia mecánica 2000-M1.
- CT\_CM – celda m (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de medida. Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 20 kA.
- CT\_PT1 - celda f (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de protección del transformador 1 con fusible, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones y protección con fusibles limitadores (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 20 kA.
- CT\_PT2 - celda f (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de protección del transformador 2 con fusible, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones y protección con fusibles limitadores (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 20 kA.
- T1 – transformador trifásico de distribución, hermético de llenado integral
  - 630 kVA – 24kV – UNE Ecodiseño (Nº 548/2014)
- T2 – transformador trifásico de distribución, hermético de llenado integral
  - 630 kVA – 24kV – UNE Ecodiseño (Nº 548/2014)

### **6.3 Previsión de cargas eléctricas**

El cálculo de la previsión de cargas eléctricas del edificio sigue un mismo procedimiento, sin importar el consumo de la carga en particular. Partiendo de los datos de tensión V, intensidad I, potencia P, rendimiento  $\eta$ ,  $\cos \varphi$ ,  $k_u$  (coeficiente de utilización) y  $C_s$  (coeficiente de simultaneidad), se realizan los cálculos pertinentes, detallados en el apartado de cálculos.

#### **6.3.1 Potencia instalada para tomas de fuerza**

Para calcular las tomas de fuerza monofásicas de despachos y demás estancias se ha seguido el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión siguiendo las indicaciones de la ITC-BT-25.

Típicamente se prevé la instalación de una toma de fuerza y una toma de datos por puesto de trabajo. Teniendo en cuenta esta consideración y la previsión de instalación de tomas de fuerza en el resto de las estancias, se calcula la potencia total que consumirán estas cargas.

### 6.3.2 Potencia instalada para los receptores de consumo

La potencia instalada deberá ser ligeramente mayor a la prevista debido a las pérdidas. Los receptores de consumo que encontraremos en nuestra nave son:

- *Tomas de fuerza en las naves*
  - Conjunto de tomas TCI1: se instalarán distribuidas para poder realizar tareas de mantenimiento y conexión de servicios generales.
  - Cofret estanco MC1: para aparamenta modular de superficie para servicio en muelles
  - Puesto de trabajo completo PT1 empotrado en la pared
- *Cargadores:* son de naturaleza parecida a las tomas de fuerza monofásicas, por lo que se modelan de forma similar. Se considerarán cargas con un rendimiento de 1 y un  $\cos\phi$  de 0,9. Suponiendo que cada fenwich necesite 8 horas de recarga, se establecerá un coeficiente de simultaneidad de 0,9 y un coeficiente de utilización de 0,6. En total se instalarán 22 cargadores en la sala destinada a ello en la planta baja del módulo 1 del edificio.
- *Puertas eléctricas:* diecinueve puertas eléctricas en los puentes de carga y descarga de los camiones. Puertas de seccionales industriales accionadas por motorreductor electromecánico SOON SO2000.

### 6.3.3 Potencia instalada para luminarias

La norma UNE 12464.1 (norma europea sobre la iluminación para interiores) propone unos requisitos de iluminación determinados para la satisfacción de tres necesidades humanas: confort visual, prestaciones visuales y seguridad, que dependen del tipo de actividad del local. Esta norma establece unas características mínimas que debe cumplir la iluminación: iluminancia  $E_m$ , límites de UGR (índice de deslumbramiento unificado) e índice de rendimiento de colores  $R_a$ .

Para calcular la iluminación del interior de la nave, se utilizará el software DIALux. Este programa permite seleccionar luminarias de un amplio número de fabricantes. En este caso, serán escogidas de entre las integrantes del catálogo de Philips.

	Áreas de almacenamiento	Sala cargadores	Oficinas
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BY481P LED250S/840 PSD WB GC SI	PHILIPS 4MX850 G3 581 1XLED55S/840 PSU A20	PHILIPS RC127V W60L60 1XLED36S/840 OC
<b>Flujo total, <math>\Phi</math> [lm]</b>	25000	5300	3600
<b>Potencia [W]</b>	162	33	36

	Servicios, vestuarios	Recepción, Comedor	CT y Cuartos Técnicos
Tipo de luminaria	PHILIPS RC127V W60L60 1XLED36S/840 OC	PHILIPS RC362B G2 PSD W62L62 1XLED34S/840	PHILIPS RC132V G4 LED36S/840 PSU W60L60 NOC
Flujo total, $\Phi$ [lm]	3600	3400	3600
Potencia [W]	36	28	33

Tabla 7. Tipos de lámparas y luminarias

Una vez obtenidos los modelos de cada estancia y sabiendo las características mínimas que debe cumplir cada local según la norma, obtenemos el número de luminarias por estancia (Tabla 8) y la distribución de estas.

Zonas	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Número de luminarias	Potencia [W]	Iluminancia media Em [lux]	Potencia Total [W]
Almacén izquierdo	8376,58	180	162	244	29160,00
Almacén derecho	7865,57	180	162	244	29160,00
PB - Cargadores	89,99	9	33	281	297,00
PB - Aseo 1	16,34	3	36	214	108,00
PB - Aseo 2	10,96	2	36	-	72,44
PB - Aseo 3	6,83	1	36	-	45,14
PB - Aseo 4	6,83	1	36	-	45,14
PB - Vestuario 1	36,73	5	36	223	180,00
PB - Vestuario 2	26,86	4	36	-	131,63
PB - Vestuario 3	13,27	2	36	-	65,03
PB - Vestuario 4	45,87	6	36	-	224,79
PB - Recepción 1	61,24	6	28	-	168,00
PB - Recepción 2	61,24	6	28	-	168,00
PB - Comedor	123,7	12	28	218	336,00
PB - Oficina	338,49	66	36	546	2376,00
PB - Despacho 1	29,01	2	33	135	66,00
PB - Despacho 2	16,1	3	36	-	113,01
P1 - Oficina 1	256,13	50	36	-	1797,88
P1 - Oficina 2	263,29	51	36	-	1848,14
P1 - Sala de formación	75,85	15	36	-	532,42
P1 - Sala reunión 1	15,2	3	36	-	106,70
P1 - Sala reunión 2	15,2	3	36	-	106,70
P1 - Despacho R	24,51	5	36	-	172,05
P1 - Despacho C	27,49	5	36	-	169,57
P1 - Archivo	11,87	1	33	-	33,00
P1 - Aseo 1	9,55	2	36	-	63,12
P1 - Aseo 2	7,47	1	36	-	49,37
P2 - Oficina	256,55	50	36	-	1800,83
P2 - Box 2	12,32	2	36	-	86,48
P2 - Box 1	12,36	2	36	-	86,76
P2 - Sala diáfana 1	127,06	25	36	-	891,89
P2 - Sala diáfana 2	489,18	95	36	-	3433,75
P2 - Despacho E	26,79	5	36	-	188,05
P2 - Despacho P	30,17	6	36	-	211,78

P2 – Sala de juntas	52,87	10	36	-	371,12
P2 – Sala reuniones 2	19,78	4	36	-	138,84
P2 – Sala reuniones 1	17,66	3	36	-	123,96
P2 – Aseo H1	9,55	2	36	-	63,12
P2 – Aseo M1	7,42	1	36	-	49,04
P2 – Aseo H2	4,62	1	36	-	30,54
P2 – Aseo M2	4,37	1	36	-	28,88
				<b>P<sub>TOTAL</sub></b>	<b>75,12 kW</b>

Tabla 8. Iluminación del local

### Diseño bajo criterios sostenibles BREEAM

La certificación BREEAM en materia de iluminación tiene el objetivo de maximizar el confort visual, garantizando la iluminación natural en el local. Además, exige la instalación de dispositivos de control de la iluminación artificial para asegurar la eficiencia energética y el confort visual.

Dentro de los posibles protocolos de control de iluminación, se implementará el protocolo DALI “*Digital Adressable Lightning Interface*”. Dali permite, además del encendido y apagado de las luminarias, el reporte de averías y necesidad de mantenimiento de cada unidad. El Bus Dali es de fácil instalación y puede ir junto a los cables de baja tensión, por lo que tendremos circuitos de 5 hilos. Se usará la pasarela KNX con la interfaz Gira KNX instalada como se muestra en la Ilustración 3.

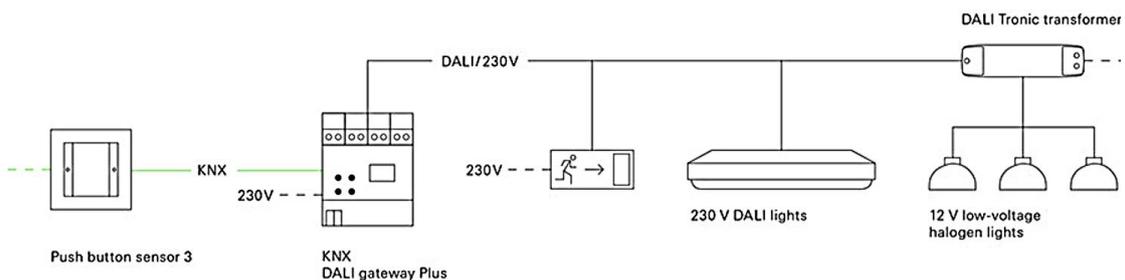


Ilustración 3. Esquema instalación DALI, (GIRA, 2020)

Con respecto a la luz artificial, BREEAM exige, además del cumplimiento de la norma UNE 12464.1, la instalación de dispositivos de control y temporizadores que reduzcan el consumo de electricidad y permitan un mayor ahorro energético. Los equipos que se prevén con este objetivo son detectores de presencia y controladores. En concreto, se instalarán sensores de movimiento Philips Hue, que además de detectar movimiento es un sensor de luz natural, de forma que permite programar el apagado de luces en el caso de que la estancia esté suficientemente iluminada.

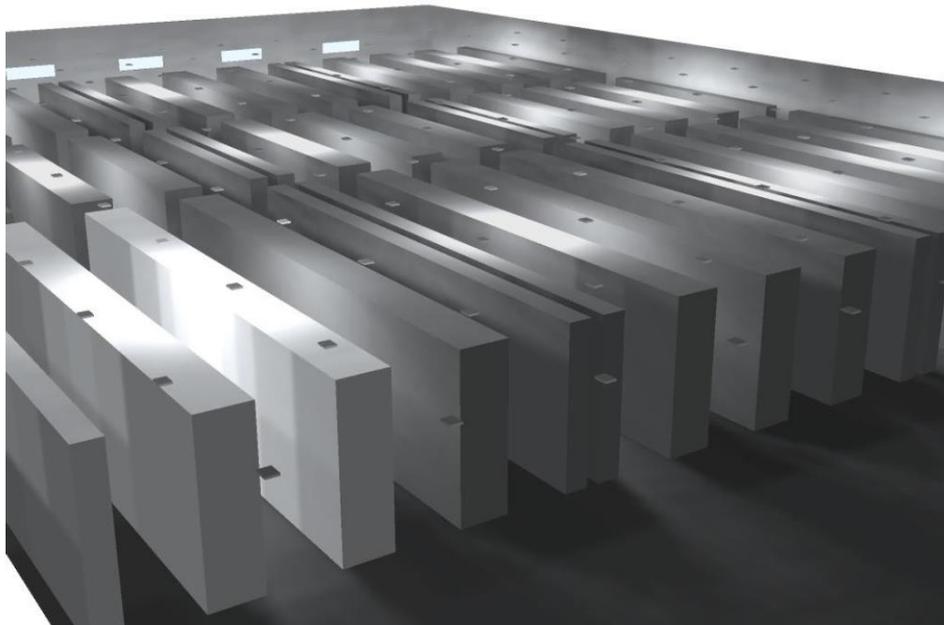


Figura 6. Philips Hue, sensor de presencia e iluminación

También deberá minimizarse el potencial de deslumbramiento en las zonas de oficina o donde se usen ordenadores. El parámetro que medirá este requisito será el índice de deslumbramiento unificado UGR. Todo el estudio de estos parámetros y condiciones también ha sido realizado mediante el software DIALux, modelando cada estancia para comprobar que cumple con la uniformidad y el índice de deslumbramiento que se indica en la normativa.

La luz natural también juega un papel importante en materia de confort y ahorro. Las normativas que detallan las condiciones que se deben cumplir son la IDAE 2005 y '*Lighting Guide 10 Daylighting and window design*', CIBSE 1999.

Para conseguir los niveles de luz natural exigidos, el mismo diseño de las estancias y el edificio debe permitir la entrada de luz natural mediante un diseño bioclimático que apantalle la fuerte radiación solar en verano y los bajos niveles de luz en invierno. Con este objetivo, se instalarán lucernarios en el techo de ambas naves y se asegurarán las ventanas en todas las estancias exteriores. En la Figura 7 se muestra una simulación de la luz natural que pasaría por los lucernarios de una de las naves modelado con el programa DIALux una escena de luz diurna pura, sin participación de las luminarias.



*Figura 7. Rendering en 3D, nave logística, elaboración propia, DIALux*

La comprobación del nivel de luz natural se ha realizado mediante el programa de simulación lumínica DIALux. En el modelo, es importante especificar el lugar de la construcción, así como la orientación que influyen en gran medida en este cálculo. Con esto se comprueba la iluminancia por luz natural y la uniformidad. La distribución de estos lucernarios se muestra en la Figura 8.

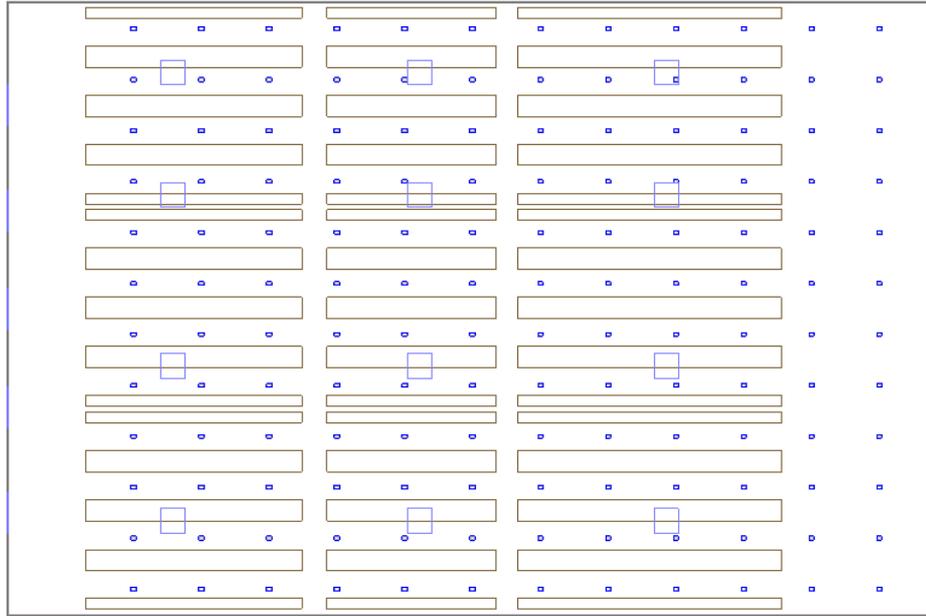


Figura 8. Distribución de luminarias y lucernarios en una de las naves, elaboración propia, DIALux

### 6.3.4 Alumbrado exterior

El sistema de alumbrado exterior se implementará con proyectores LED en fachada. Se han estudiado las áreas de circulación de vehículos para 20 lux y uniformidad mayor de 0,25 como pide la normativa UNE-EN 12464-2.

Nº ref.	Tipo de área, tarea o actividad	$\bar{E}_m$ lux	$U_o$ -	$GR_L$ -	$R_a$ -	Observaciones
5.7.1	Manipulación de corta duración de grandes unidades y materias primas, carga y descarga de mercancías a granel	20	0,25	55	20	
5.7.2	Manipulación continua de grandes unidades y materias primas, carga y descarga del flete, emplazamiento de maniobra de las grúas, plataformas de carga al aire libre	50	0,40	50	20	
5.7.3	Lectura de direcciones, plataformas de carga cubiertas, uso de herramientas tareas de refuerzo y colada ordinarias en plantas de hormigón	100	0,50	45	20	
5.7.4	Instalaciones eléctricas, de maquinaria y tuberías que necesitan inspección	200	0,50	45	60	Usar alumbrado localizado

Tabla 9. Requisitos de iluminación de emplazamientos industriales y áreas de almacenamiento, tabla 5.7 UNE-EN 12464-2

Nº ref.	Tipo de área, tarea o actividad	$\bar{E}_m$ lux	$U_o$ -	$GR_L$ -	$R_a$ -	Observaciones
5.9.1	Tráfico ligero, por ejemplo, áreas de aparcamiento de tiendas, casas adosadas y edificios de apartamentos; parques de bicicletas	5	0,25	55	20	
5.9.2	Tráfico medio, por ejemplo, áreas de aparcamiento de almacenes comerciales, edificios de oficinas, plantas, complejos deportivos y multiusos	10	0,25	50	20	
5.9.3	Tráfico pesado, por ejemplo, áreas de aparcamiento de escuelas, iglesias, centros comerciales importantes, complejos deportivos y multiusos importantes	20	0,25	50	20	

Tabla 10. Requisitos de iluminación de áreas de aparcamiento, tabla 5.9 UNE-EN 12464-2

Con estas consideraciones se cumplen también las condiciones en las zonas de fachada y muelles.

El estudio se ha realizado mediante el programa DIALux, igual que el resto de iluminación. Las luminarias utilizadas serán:

	Fachada	Muelles y aparcamiento de camiones
<b>Tipo de luminaria</b>	ENERLUXE PROLUXE S 100W 85X35DEG	ENERLUXE SL PROLUXE S ENX 100W 60X60DEG
<b>Flujo total, <math>\Phi</math> [lm]</b>	13814 lm	15493 lm
<b>Potencia [W]</b>	100 W	103 W
<b>Nº luminarias</b>	16	21
<b>ID</b>	①	②

Tabla 11. Luminarias iluminación exterior

Estas luminarias cumplen con los requisitos BREEAM para alumbrado exterior. Para luminaria LED con lámpara integrada con un índice de reproducción cromática (IRC/Ra) mayor que 60 se exige una eficacia luminosa mínima de la lámpara de 40 lm/W en edificios, vías y caminos de acceso y de 55 lm/W en aparcamientos y zonas de iluminación por proyección.

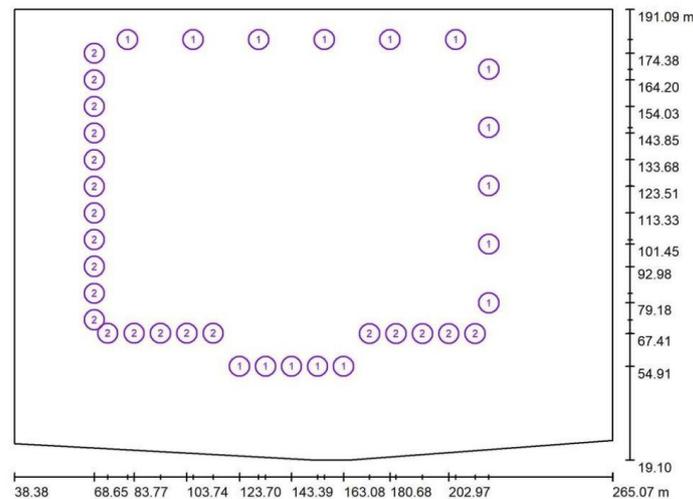


Figura 9. Ubicación luminarias nave exterior, DIALux

Las luminarias del alumbrado exterior tendrán control tanto manual como automático. Estarán controladas por un temporizador y un sensor de luz natural que evitarán su funcionamiento durante las horas de sol. Además, se implementará un sistema de regulación DALI.

La instalación tendrá una calificación energética mínima de B, tal como indica el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (REEA). En este caso, las luminarias LED tienen una calificación energética de A.

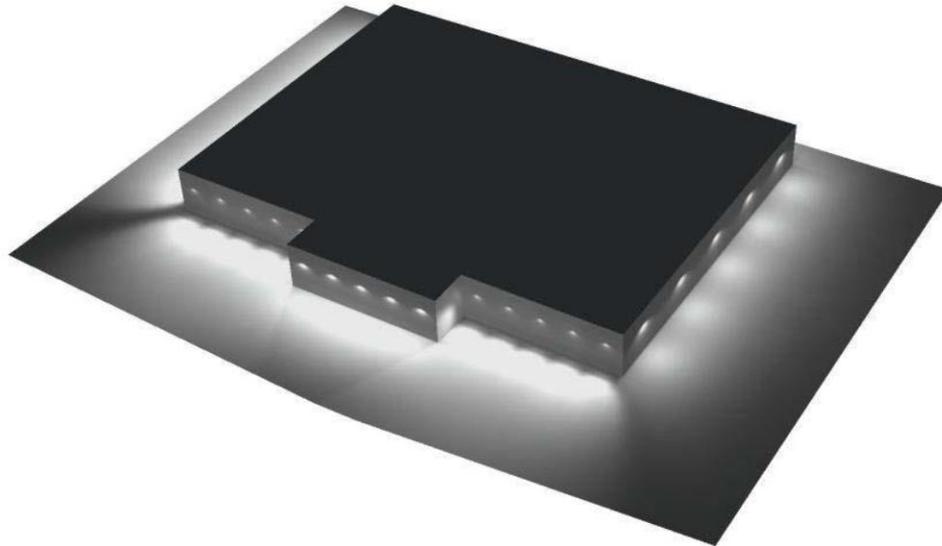


Figura 10. Iluminación exterior, procesado en 3D, DIALux

Se comprueba que la instalación cumple con los requisitos de eficiencia energética tal como se indica en la ITC-EA-01. La eficiencia energética de la instalación se calcula de la siguiente forma:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{6006,3 \text{ m}^2 \cdot 21,25 \text{ lux}}{3763,0 \text{ W}} = 33,92 \text{ m}^2 \cdot \text{lux/W}$$

Siendo:

$\varepsilon$  – eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior [ $\text{m}^2 \cdot \text{lux/W}$ ]

S – superficie iluminada [ $\text{m}^2$ ]

$E_m$  – iluminancia media en servicio de la instalación [lux]

P – potencia activa total instalada [W]

Iluminancia media en servicio $E_m$ [lux]	Eficiencia energética mínima [ $\text{m}^2 \cdot \text{lux/W}$ ]
$\geq 30$	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Tabla 12. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vía funcional, tabla 1 ITC-EA-01

A la vista de los requisitos mínimos exigidos mostrados en la Tabla 12, se comprueba que la instalación cumple con los valores de eficiencia energética. Para comprobar que la instalación tiene una calificación energética de B (REEA) se calcula el índice de consumo energético ICE a partir del índice de eficiencia energética  $I_e$ .

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} = \frac{33,92}{32} = 1,06$$

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}} = 0,94$$

A partir del índice de consumo energético, se define la calificación energética de la instalación. Como puede comprobarse en la Tabla 13, la instalación de alumbrado exterior tiene una calificación energética B.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética	
A	ICE > 0,91	$I_{\varepsilon} > 1,1$	
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_{\varepsilon} > 0,92$	
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_{\varepsilon} > 0,74$	
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_{\varepsilon} > 0,56$	
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_{\varepsilon} > 0,38$	
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_{\varepsilon} > 0,20$	
G	ICE ≥ 5,00	$I_{\varepsilon} \leq 0,20$	

Tabla 13. Calificación energética de una instalación de alumbrado, tabla 4 ITC-EA-01

### 6.3.5 Alumbrado de Emergencia

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia, tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

Por tanto, el alumbrado de emergencia es aquel previsto para ser utilizado en caso de un fallo en la alimentación del alumbrado normal, es decir, se pondrá en marcha con un corte breve ( $t \leq 0,5$  s), o bien cuando la tensión baje al 70% de su valor nominal. Dentro de este alumbrado, se incluye el alumbrado de seguridad, el alumbrado de reemplazamiento y el alumbrado de balizamiento.

El diseño de estas instalaciones vendrá definido por:

- ITC BT -28
- CTE DB SI (Seguridad contra incendios)
- CTE DB SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad)
- Norma UNE-EN-1838:2016

### 6.3.6 Potencia instalada para puntos de recarga de coche eléctrico

El reglamento eléctrico de baja tensión indica que deben instalarse al menos un 10% del número total de plazas de aparcamiento construidas (ITC-BT-10, ITC-BT-52). Esto supone 21 plazas con puntos de recarga para coches eléctricos. Se adjuntará una Memoria Técnica de Diseño por el instalador previa a la instalación, según indica la ITC-BT-04.

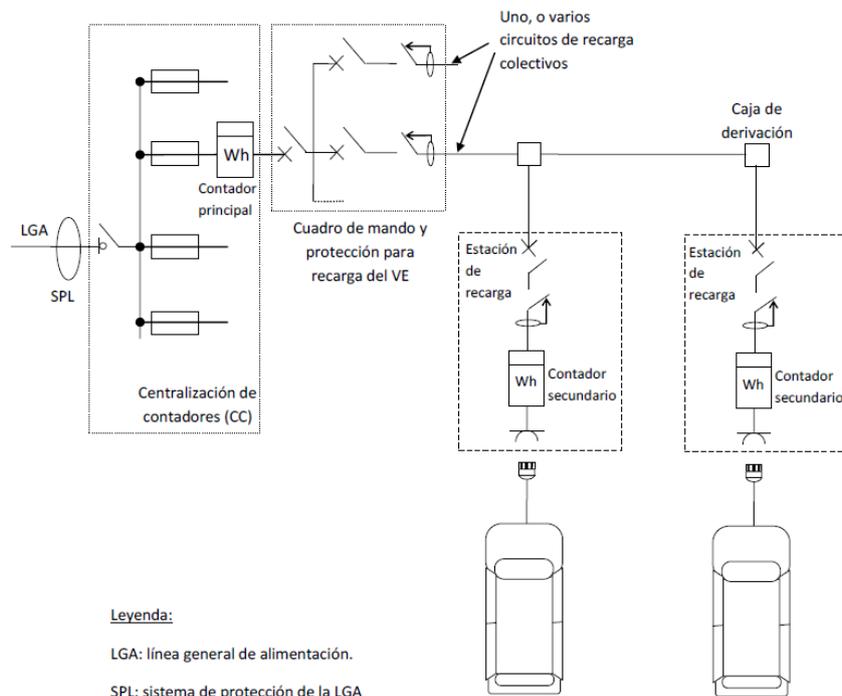


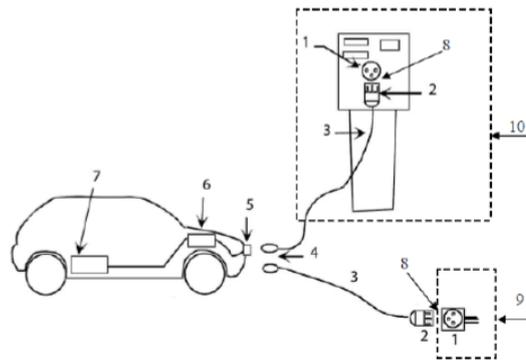
Figura 11. Esquema 1a: instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga, figura 5 ITC-BT-52

Estos puntos de recarga tendrán un conector tipo B y carga en Modo 3 con bases de toma de corriente tipo II (ITC-BT-52), un modo de carga de conexión directa del vehículo a la red de alimentación que utiliza un SAVE (Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico). Éste permanecerá conectado a la instalación de alimentación fija. Además, la instalación contará con SPL.

Con respecto al tipo de conexión entre el vehículo y la estación de recarga, será mediante un cable terminado por un extremo en una clavija y por el otro en un conector, donde el cable es un accesorio del vehículo, tal como se indica en la Figura 12.

Las estaciones de recarga serán monofásicas y de 3,680 kW por punto de recarga, por lo que se instalarán dos circuitos de 43,647 kW cada uno, con 11 estaciones por circuito. La caída de tensión admisible en cada circuito es de menos del 5%. Los cables serán de cobre con una sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>. También se instalarán filtros de corrección de armónicos.

La instalación deberá realizarse de acuerdo con el capítulo 2 de la ITC-BT-30, con canalizaciones que deben tener un grado de protección IPX4.



Leyenda:	
1	Base de toma de corriente
2	Clavija
3	Cable de conexión
4	Conector
5	Entrada de alimentación al VEHÍCULO ELÉCTRICO
6	Cargador incorporado al VEHÍCULO ELÉCTRICO
7	Batería de tracción
8	Punto de conexión
9	Punto de recarga simple
10	SAVE

Figura 12. Caso B, conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga, figura 2 ITC-BT-52

### Diseño bajo criterios sostenibles BREEAM

En el caso de los puntos de recarga de coche eléctricos, las exigencias de calificación BREEAM son menos restrictivas que las del propio reglamento de baja tensión, ya que exige un 3% del total de las plazas de aparcamiento<sup>2</sup> en lugar de un 10% como el REBT en la ITC-BT-52.

Respecto al transporte, BREEAM fomenta el transporte público como medio de reducción del consumo energético y las emisiones, en lugar del coche eléctrico. Esta posición resulta un poco sorprendente en este momento en el que tanta promoción se le está dando al coche eléctrico como medida de disminución de la contaminación.

La medida que propone BREEAM es la limitación del número de plazas de aparcamiento<sup>3</sup> para alentar la búsqueda de medios de transporte alternativos, aunque esta acción no aplica en edificios de tipo comercial como el de estudio según la clasificación BREEAM. En esta línea, aunque no es objeto del trabajo, también valora la cercanía del edificio al transporte público que da una mejor puntuación.

#### 6.3.7 Potencia instalada para sistema de climatización

Para determinar aproximadamente el consumo del sistema de climatización del local, se utilizarán las potencias obtenidas de la previsión de cargas térmicas. Estos cálculos están detallados en el apartado de cálculos. La previsión de potencia instalada para el sistema de climatización es de 270 kW aproximadamente.

<sup>2</sup> TRA 3, opción 3, criterio 5 (BREEAM ES, 2017)

<sup>3</sup> TRA 4 Capacidad máxima de aparcamiento (BREEAM ES, 2017)

## **6.4 Descripción general de la instalación de BT**

Los elementos que conforman las instalaciones de baja tensión son cuadros de protección y distribución, conductores de interconexión entre los diferentes elementos, canalizaciones, conexiones a motores de bombas y receptores de fuerza, tomas de corriente e iluminación.

La recepción de la alimentación provendrá de 2 transformadores que son los encargados de la transformación de la tensión de la red de Iberdrola a los 400 V de la instalación. Desde este punto, se suministran dos líneas generales a dos cuadros generales desde el que se alimentan las cargas eléctricas del edificio.

### **Diseño bajo criterios sostenibles BREEAM**

Con respecto a las instalaciones de baja tensión, los equipos de oficina cumplirán con los criterios EU Energy Star y la instalación contará con contadores energéticos<sup>4</sup> para los siguientes sistemas:

- Energía eléctrica alumbrado
- Producción ACS
- Instalación de climatización/ventilación de oficinas

### *Distribución de cuadros eléctricos*

Desde el centro de transformación, sale la acometida principal (líneas generales de alimentación) hasta los cuadros generales de baja tensión. Desde los CGBT se alimentan los demás cuadros de las naves, que alimentan las cargas particulares del edificio.

Las características del CGBT serán:

- Armario metálico Prisma Plus P hasta 4000 A con celdas funcionales<sup>5</sup>
- Previsión de 20% más por ampliaciones
- Entrada de cables por abajo
- Salida de cables por arriba
- Analizadores de redes en todas las salidas principales

Desde el CGBT1 y el CGBT2 se recogerán las LGA de los dos transformadores del CT. El CGBT1 alimentará la zona de oficinas, los cargadores, las puertas de la zona de carga y descarga de la zona logística, los puntos de recarga del coche eléctrico, la iluminación exterior e interior y el sistema de climatización. El CGBT2 alimentará las dos naves logísticas.

Desde el CGBT1 se alimentarán los siguientes subcuadros:

- CG\_Oficinas: alumbrado y tomas de fuerza
- CG\_IlumExt: alumbrado exterior
- CG\_Climatizacion: equipos y sistema de climatización
- CG\_Cargadores: cargadores
- CG\_PR: puntos de recarga de coche eléctrico
- CG\_Puertas: puertas de carga y descarga logística

---

<sup>4</sup> ENE 8 Equipos energéticamente eficientes (BREEAM ES, 2017)

<sup>5</sup> Catálogo Schneider Prisma P (Schneider Electric, 2019)

Desde el CGBT2 se alimentarán dos subcuadros:

- CG\_Nave1: consumo nave logística 1
- CG\_Nave2: consumo nave logística 2

Como ya se ha comentado previamente, todas las salidas de los CGBT incorporarán analizadores de redes con comunicación modbus en línea con los requerimientos para la obtención de calificación BREEAM Very Good.

## 6.5 Cableado

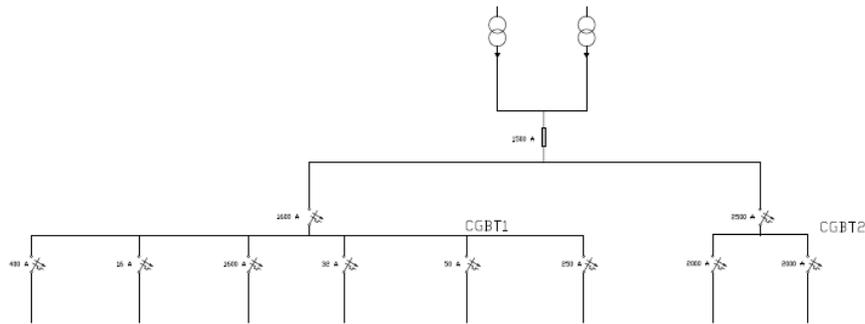
Siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la sección de los cables se dimensionará acorde a dos criterios: intensidad máxima admisible y caída de tensión. Tanto los conductores de las fases como el conductor del neutro tendrán la misma sección. Todo el cableado será de cobre, no propagador de llama, con baja emisión de humos y libres de halógenos.

Características generales:

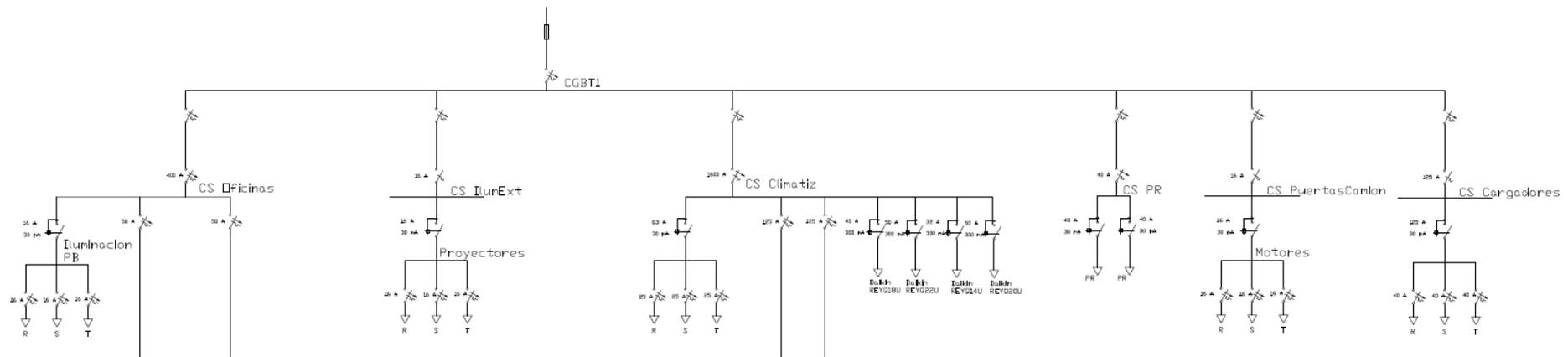
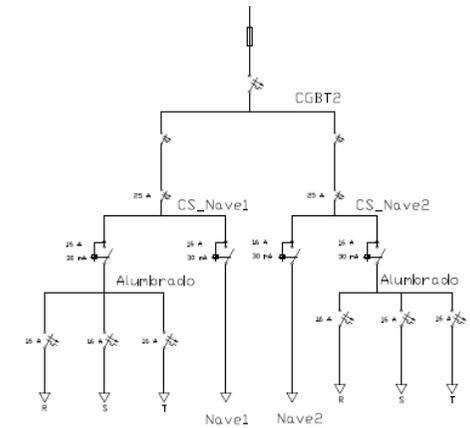
Designación genérica	RZ1-K (AS)
Clase de conductor	Cu – UNE 21.022
Aislamiento	XLPE – UNE 21.123
Cubierta	Tipo Z1 – poliolefina termoplástica libre de halógenos
Tensión nominal	0,6/1 kV
T <sup>a</sup> max servicio	90°C en los conductores
Normativas	UNE 21123-4, norma constructiva IEC 60502-1, norma constructiva UNE-EN 60332-1-2, no propagador de llama UNE-EN 60332-3-24 ó 25, no propagador del incendio UNE-EN 50267, baja acidez y corrosividad de los gases UNE-EN 61034, baja opacidad de los humos emitidos

El cableado asociado a sistemas de seguridad como las acometidas o la alimentación a los sistemas de emergencia deben ser resistentes al fuego, por lo que tendrán las siguientes características:

Designación genérica	SZ1-K (AS+)
Clase de conductor	Cu, flexible clase 5 – UNE 21.022
Aislamiento	Elastómero vulcanizado libre de halógenos
Cubierta	Tipo Z1 – poliolefina termoplástica libre de halógenos
Tensión nominal	0,6/1 kV
Normativas	UNE 211025, norma constructiva UNE-EN 50200, resistente al fuego UNE-EN 60332-1-2, no propagador de llama UNE-EN 50266, no propagador del incendio UNE-EN 50267, baja acidez y corrosividad de los gases UNE-EN 61034, baja opacidad de los humos emitidos



Circuito nº	1	2	3	4	5	6	8	9
Destino	CS Oficinas	CS IlunExt	CS Climatiz	CS PR	CS PuertasCarlon	CS Cargadores	CS Nave 1	CS Nave 2
Potencia kW	76,80	3,81	270,00	17,28	2,65	40,99	284,24	284,24
Tensión V	400	400	400	400	400	400	400	400
Fdp	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Intensidad A	371,00	16,57	1304,35	24,86	4,24	198,00	1235,82	1236,82
Tipo de Montaje	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C
Sección mm <sup>2</sup>	3x120+1x120+70TT	3x6+1x6+6TT	3x6+1x6+6TT	3x35+1x35+35TT	3x6+1x6+6TT	3x70+1x70+35TT	5x(3x120+1x120+70TT)	5x(3x120+1x120+70TT)
Longitud	75	75	75	5	5	225	76	2
Caída de tensión %	3,7500	1,6090	4,2400	0,0130	0,0720	1,6900	1,4220	0,0370



Circuito	11	12
Destino	CS_P1	CS_P2
Potencia kW	20,81	47,35
Tensión V	400	400
Fdp	0,90	0,90
Intensidad A	30,34	63,92
Tipo de Montaje	Tipo C	Tipo C
Sección mm <sup>2</sup>	35	35
Longitud	6	10
Caída de tensión %	0,37	0,104

Circuito	11	12
Destino	CS_P1	CS_P2
Potencia kW	415,69	20,70
Tensión V	400	400
Fdp	0,90	0,90
Intensidad A	666,67	33,33
Tipo de Montaje	Tipo B2	Tipo B2
Sección mm <sup>2</sup>	240	6
Longitud	-	-
Caída de tensión %	-	-

### *LGA, línea general de alimentación*

Estos cables serán la conexión entre el centro de transformación y la instalación eléctrica del edificio. Serán conductores aislados enterrados en zanja, la instalación se hará de acuerdo con la ITC-BT-21 y la ITC-BT-14.

Para dimensionar los conductores es necesario saber el reparto de potencia, las cargas conectadas a cada cuadro de baja tensión (CGBT) del edificio.

<b>CGBT1</b>		<b>208,685 kW</b>	<b>871,78 A</b>
CS	Oficinas	76,797 kW	371,00 A
CS	IlumExt	3,811 kW	16,57 A
CS	Climatización	270,000 kW	1304,35 A
CS	PR	17,222 kW	24,86 A
CS	Puertas	2,646 kW	4,24 A
CS	Cargadores	40,986 kW	198,00 A
<b>CGBT2</b>		<b>568,475 kW</b>	<b>2471,63 A</b>
CS	Nave 1	284,238 kW	1235,82 A
CS	Nave 2	284,238 kW	1235,82 A

*Tabla 14. Reparto de potencias, cuadros generales de baja tensión*

Para que la caída de tensión sea la mínima posible, los cuadros generales de baja tensión del edificio se colocarán lo más cerca posible del CT y con el trazado más rectilíneo posible.

El cableado deberá ser no propagador de incendios y de reducida emisión de humos. Cada circuito estará formado por tres cables de fase, un neutro y un cable de puesta a tierra, todos con una sección mayor a 10 mm<sup>2</sup> ya que serán de cobre.

Como la instalación contiene dos transformadores, serán necesarias dos LGA, cada una conectando un transformador a un CGBT del edificio. Ambas líneas irán enterradas en zanja a una profundidad de 0,7 m y tendrán las siguientes características:

	<b>Circuitos</b>	<b>Tipo cable</b>	<b>Aislamiento</b>
<b>LGA 1</b>	2x(3x185+185+TT120)	Cable tetrapolar	XLPE
<b>LGA 2</b>	4x(3x185+185+TT120)	Cable tetrapolar	XLPE

*Tabla 15. Circuitos LGAs*

### *Derivaciones Individuales*

Las derivaciones individuales a cada cuadro secundario se dimensionarán de acuerdo con la ITC-BT-19 y la ITC-BT-15. Estas derivaciones serán cables de cobre, aislados y unipolares. Se realizará el dimensionado con criterio económico, haciendo uso de los coeficientes de utilización y simultaneidad.

El reparto de consumos se ha realizado teniendo en cuenta el equilibrado de fases del sistema, de forma que la demanda de potencia sea parecida en las tres fases. Los cálculos y las fichas técnicas de los conductores se encuentran en el apartado de cálculos.

## **6.6 Protecciones**

Los elementos de protección utilizados serán:

- Celda de protección CT - celda v (CA-100-ES-1904 s/ IEC), Ormazabal
- Celdas de salida al transformador – fusibles MESA tipo Fusarc CF-24/50
- CGP1 – fusible Crady Dyfus-AC NH4 clase gG de 500 A

- CGP2 – fusible Crady Dyfus-AC NH4 clase gG de 1000 A
- CGBT1 – Schneider NS1600N de 1600 A curva C
  - CS\_Oficinas – Schneider NSX400NA Micrologic 0.3 NA 3P curva B
  - CS\_Cargadores – Schneider ComPact NSX250 TM250D curva B
  - CS\_PuertasCamion – Schneider NG160E TM50D 3 polos 3d curva B
  - CS\_IlumExt – Schneider NG160E TM16D 3 polos 3d curva B
  - CS\_PR – Schneider NG160E TM32D 3 polos 3d curva B
  - CS\_Climat – Schneider ComPact NSX250 TM250D curva B
- CGBT 2 - Schneider ComPact NS2500H, curva C
  - CS\_Nave1 – Schneider ComPact NS2000N curva B
  - CS\_Nave2 – Schneider ComPact NS2000N curva B

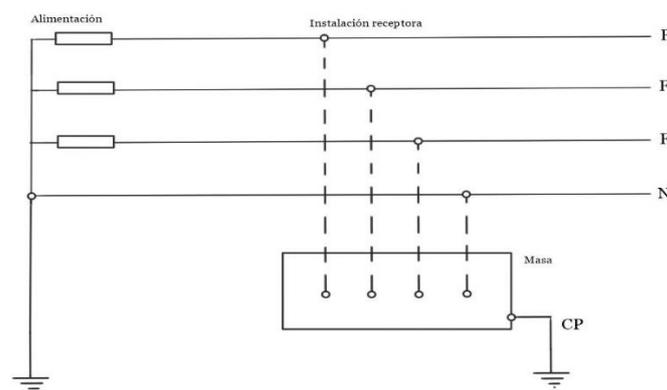
### *Protección contra contactos directos*

Según la norma ITC-BT-24, se aislarán las partes activas de la instalación mediante aislamientos apropiados, ya sean de tipo funcional o de doble aislamiento, conservando sus características iniciales en tiempo y que limiten la corriente de contacto a un valor inferior a 1 mA.

### *Protección contra contactos indirectos*

La protección contra contactos indirectos se basa en el sistema de puesta a tierra junto con los interruptores diferenciales apropiados para la protección de la instalación. Se instalarán interruptores con bobina de desconexión para corriente residual. La sensibilidad será de 30 mA o 300 mA en las derivaciones a equipos. Por otro lado, en los equipos de cabecera, se utilizarán interruptores regulables en tiempo y sensibilidad.

Al tratarse de una instalación de baja tensión alimentada desde un CT de abonado, es posible implementar cualquiera de los tres posibles esquemas de puesta a tierra. La puesta a tierra del sistema corresponderá al esquema TT (conexión directa de un punto de la alimentación a tierra y masas conectadas directamente a tierra). De esta forma se asegura la puesta a tierra independiente de la alimentación y de las masas.



*Ilustración 4. Esquema de distribución tipo TT, Figura 4, ITC-BT-08*

### *Protección contra sobrecargas y cortocircuitos en BT*

Como protección contra cortocircuitos y sobrecargas, se instalarán interruptores automáticos magnetotérmicos. Estos se dimensionarán de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda darse en ese punto de la instalación y deberá tenerse en cuenta la selectividad del sistema.

### *Protección contra sobretensiones*

A nivel de los cuadros generales, se establecerán protecciones en los cuadros alejados más de 30 m del CGBT. Además, habrá limitadores de sobretensión y medidas contra la caída directa del rayo.

### **6.7 Canalizaciones**

El trazado del cableado se ha previsto mediante un montaje tipo C, cables unipolares o multipolares sobre bandejas no perforadas en recorrido horizontal y vertical. Los cables que alimenten cargas cercanas al CGBT tendrán un montaje tipo A2, cables en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante.

En el caso de la nave y oficinas diáfanas, se cubrirá todo el perímetro haciendo bajadas hasta las distintas tomas de fuerza.

Las cajas de derivación serán aislantes, de gran resistencia mecánica y autoextinguibles contra el fuego (UNE53.315). Los diámetros de los tubos protectores de cables se han escogido conforme a la instrucción ITC-BT-21 y la colocación de los cables se ha determinado conforme a la ITC-BT-20.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre dentro de las cajas de derivación, y la profundidad de estas será siempre mayor a 1,5 por el diámetro del tubo más grande, con un mínimo de 40 mm.

### **6.8 Puesta a tierra**

Se realizará una red de puesta a tierra en todo el perímetro del edificio. Dicha red quedará enterrada a una profundidad de 80 cm y estará formada por cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>. La malla se reforzará además con picas verticales en todos los cambios de dirección, así como en tramos mayores de 40m de forma que se garantice un valor reducido de resistencia de tierra.

Desde el cuadro de alumbrado exterior nacerá la red de puesta a tierra de alumbrado, unido a la tierra general de Baja Tensión.

### **6.9 Protección contra el rayo**

Antes de determinar el montaje necesario para instalar un pararrayos de forma eficaz, se determinará la necesidad de esta instalación en la nave de estudio. Para ello utilizaremos las condiciones establecidas en el DB-SUA 8 del CTE. Para que sea necesario un pararrayos, la frecuencia de impactos esperada  $N_e$  debe ser superior al riesgo admisible  $N_a$ .

Al ser la frecuencia esperada mayor que el riesgo admisible, es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo con un nivel de protección 3.

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0,93 \rightarrow 0,80 < E < 0,95 \rightarrow \text{Nivel de protección 3}$$

El sistema de protección contra el rayo estará formado por puntas de cebado INGESCO PDC de nivel de protección 3 que cubran una distancia de 45 m. La instalación constará de 8 puntas de cebado como las de la Ilustración 5.

Estas puntas estarán acopladas a un mástil de tubo de hierro galvanizado de 6m de longitud fijado a la estructura. Se incluirá una bajante de conexión a tierra mediante cable de cobre de 50mm<sup>2</sup> de sección, fijo a la estructura del edificio mediante abrazaderas.



Ilustración 5. Punta de cebado PDC

La puesta a tierra de pararrayo seguirá las siguientes normativas:

- CTE DB SUA 8
- UNE 21186: “Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado”
- UNE-EN 62305: “Protección contra el rayo”, protección mediante mallas y puntas: Serie IEC 62305
- Componentes de una instalación de protección contra el rayo: Serie IEC 62561, UNE-EN 62561 (antigua UNE-EN 50164): “Componentes de protección contra el rayo”

### 6.10 Instalación fotovoltaica

Se ha previsto una instalación fotovoltaica como sistema de generación de energía eléctrica procedente de una fuente renovable, tal como indica el CTE DB HE5.

La potencia mínima a instalar se determinará como:

$$P_{min} = 0,01 * S$$

$$\text{cumpliendo que } P_{min} < P_{lim} = 0,05 * S_c$$

siendo:

$P_{min}$  – potencia mínima a instalar [kW]

$P_{lim}$  – potencia máxima exigida [kW]

$S$  – superficie construida del edificio [m<sup>2</sup>]

$S_c$  – superficie construida de cubierta del edificio [m<sup>2</sup>]

En cualquier caso, nunca se exigirá instalar una potencia mayor de 100 kW, y la potencia instalada no deberá ser menor a 30 kW. El presente edificio tiene una superficie construida de 17125,61 m<sup>2</sup> que es igual a la superficie de cubierta, pero se considerará una superficie de cubierta menor considerando el resto de los equipos que

deben situarse en el mismo emplazamiento y los lucernarios instalados en el techo de las naves.

Teniendo esto en cuenta:

$$P_{min} = 0,01 * S = 0,01 * 17125,61 = \mathbf{171,26 \text{ kW}} < 0,05 * 0,6 * 17125,61 = 514 \text{ kW}$$

Por lo que se considerará 100 kW como la potencia exigida por la normativa, ya que BREEAM no especifica una potencia máxima ni mínima que cubrir. Se obtendrán puntos BREEAM relacionados con la reducción de producción de NOx<sup>6</sup>.

Con esta potencia exigida, se proyecta una instalación de 308 placas JKM325M-60H-V de 325 Wp de la gama Cheetah de Jinko Solar.

Las placas se agruparán en 4 inversores. Los inversores previstos son el modelo SMA-STP25000TL 25,5 kW de SMA. Además, a la salida de cada inversor se prevé la instalación de un transformador separador galvánico de 25 kVA Yyno IP54 modelo TTGZ25. De la salida de estos directamente se atacará al cuadro de inversores fotovoltaicos, que a su vez se conecta al CGBT1 a través del CS-Fotovoltaica.



Figura 13. JKM325M-60H-V Cheetah, Jinko Solar

---

<sup>6</sup> CONT 2 Emisiones de NOx (BREEAM ES, 2017)

## ***7. Sistema de climatización del local***

El sistema de climatización compensará las cargas tanto de verano como de invierno, aclimatando las estancias durante todo el año. Además, deberá cumplir con criterios de ahorro de energía, flexibilidad en el uso de las instalaciones acorde al funcionamiento del edificio, facilidad de instalación y manejo y nivel técnico adecuado.

El sistema combinará equipos de Caudal Variable de Refrigerante (VRV) con unidades de tratamiento de aire que se encargarán de la ventilación y la humidificación del aire. Esta combinación de equipos se considera la más adecuada para el local, ya que es la que mejor se adapta a los requisitos nombrados anteriormente.

La producción de frío y calor se realizará mediante unidades estilo bomba de calor con recuperador aire-aire, que se situarán en la cubierta del edificio, tal como se indica en los planos. Las unidades condensadoras deberán incorporar elementos antivibratorios para disminuir el ruido y se situarán sobre bancadas metálicas.

En cada sala del local se instalarán termostatos y controladores que permitirán adaptar las condiciones del aire a las necesidades de cada sala, tal como indica BREEAM. Las unidades exteriores y las interiores estarán interconectadas mediante un sistema de gestión electrónico que adapta la potencia suministrada y la demandada constantemente.

Las unidades interiores serán de tipo cassette, provistas de una válvula de expansión electrónica proporcional que regula la cantidad de refrigerante que entra según la demanda térmica, lo que contribuye a la estabilidad térmica del local.

El refrigerante utilizado en todo el sistema será el R410A.

### **Diseño bajo criterios sostenibles BREEAM**

Para asegurar y mantener una buena calidad del aire, BREEAM exige el desarrollo de un plan de prevención y control de calidad del aire interior PPCAI. El estudio de esta medida no es objeto de este proyecto, pero se prevé su implementación.

Para asegurar el confort, debe llevarse a cabo un modelado térmico teniendo en cuenta los índices del voto medio estimado PMV, el porcentaje estimado de satisfechos PPD y las variaciones estacionales. Todos estos factores se han tenido en cuenta para el diseño de las instalaciones de climatización desarrollado en el apartado de cálculos.

Con respecto al consumo energético y la eficiencia de los equipos, BREEAM exige la instalación de contadores de energía accesibles e independientes en los sistemas de refrigeración y en los ventiladores principales, entre otros. Estos contadores deberán instalarse para cumplir con la etiqueta BREEAM Very Good.

El resto de las medidas a implementar que afectan a la climatización son de carácter constructivo, que no es objeto de este proyecto. Sin embargo, sí se analizará el tipo de cerramiento por su influencia en el ahorro energético.

BREEAM exige el aprovisionamiento responsable de los materiales usados para el aislamiento, por lo que todos ellos contarán con el correspondiente certificado.

Utilizando un aislamiento que cumpla con el CTE con una transmitancia térmica de  $0,6 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  se obtendría una carga sensible a compensar por transmisión y radiación a través de paredes de  $13,07 \text{ kW}$  en verano y  $10,07 \text{ kW}$  en invierno. Sin embargo, con

vistas a mejorar las exigencias BREEAM de confort y eficiencia, se escogerá un cerramiento con menor transmitancia térmica.

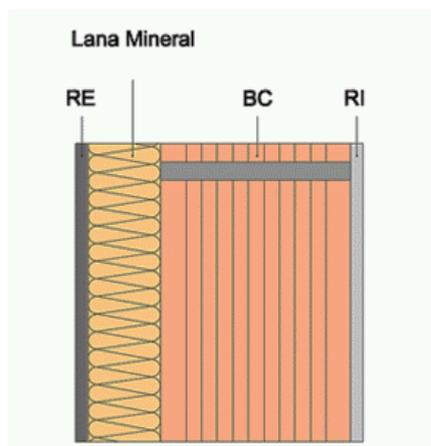
Los cerramientos estarán formados por placas aligeradas de hormigón armado de 20 cm de espesor por el interior, de acabado liso y pintado, con 10 cm de aislamiento de lana de roca y tratamiento protector de superficie por el exterior.

La transmitancia térmica de este cerramiento será de  $0,35 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ <sup>7</sup>, por lo que se consigue reducir las cargas térmicas a 5,56 kW en verano y 5,34 kW en invierno.

Esto permitirá un dimensionamiento más eficiente de la instalación de climatización, al disminuirse las cargas exteriores a vencer por el sistema, tanto en refrigeración como en calefacción.

Así mismo, se conseguirá un ahorro de la energía consumida en la instalación, que mejorará la eficiencia global de la misma, así como una disminución de la potencia eléctrica demandada que previsiblemente también podría llegar a reducir el término de potencia de la factura eléctrica, no objeto de este estudio, además de los beneficios ambientales que ello conlleva.

Por tanto, la mejora del aislamiento de la edificación supone un ahorro importante en diversos aspectos que serán detallados en el estudio económico.



*Ilustración 6. Cerramiento de fábrica con revestimiento continuo, no ventilada, aislamiento por el exterior*

### ***Elección de los equipos***

Al contar con dos locales independientes dentro del mismo edificio, se separarán los sistemas de climatización para abastecer cada local por separado.

#### ***Unidades exteriores***

Se instalarán en la cubierta del edificio, y serán necesarias dos unidades exteriores por local. Se deberá compensar una carga de 100 kW de carga sensible por local, por lo que se elegirán las siguientes unidades:

---

<sup>7</sup> (Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja e ICCL, Instituto de la Construcción de Castilla y León, 2007)

Zona	Unidad	Características
Local A	Daikin REYQ22U	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de refrigeración – 61,5 kW</li> <li>• Capacidad de calefacción – 69 kW</li> <li>• N.º máximo de unidades interiores conectables - 47</li> </ul>
Local B – PB	Daikin REYQ18U	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de refrigeración – 50,4 kW</li> <li>• Capacidad de calefacción – 56,5 kW</li> <li>• N.º máximo de unidades interiores conectables - 39</li> </ul>
Local B – P1	Daikin REYQ14U	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de refrigeración – 40,0 kW</li> <li>• Capacidad de calefacción – 45,0 kW</li> <li>• N.º máximo de unidades interiores conectables - 30</li> </ul>
Local B – P2	Daikin REYQ20U	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de refrigeración – 52,0 kW</li> <li>• Capacidad de calefacción – 63,0 kW</li> <li>• N.º máximo de unidades interiores conectables - 43</li> </ul>

Tabla 16. Unidades exteriores VRV, sistema de climatización

### Unidades interiores

Las zonas interiores estarán climatizadas por una o varias unidades ubicadas en falso techo. Estas unidades funcionarán con refrigerante R410A, al igual que las unidades exteriores a las que estarán conectadas. También estarán conectadas a la red de saneamiento para la evacuación de condensados.

Cada unidad interior estará controlada por un dispositivo remoto situado en la misma sala en la que se ubica la unidad interior. Además, toda la instalación estará conectada con un controlador central, desde donde se gestionará todo el sistema de climatización del edificio.



Figura 14. Cassette FXFQ-A Daikin

Como unidades interiores se ha seleccionado el modelo FXFQ20A Round Flow de Daikin. Estas unidades encajan con las exigencias de BREEAM debido a las siguientes características:

- Sensor de presencia por infrarrojos – se estima un ahorro del 27% de la energía
- Dirige automáticamente el flujo de aire lejos de cualquier persona para evitar corrientes de aire
- Sensor de suelo – detecta la temperatura del suelo y garantiza una distribución uniforme de la temperatura entre el techo y el suelo, corrige el efecto “pies fríos”

- Bajo consumo energético gracias al intercambiador de calor, al ventilador con motor de CC y a la bomba de drenaje de serie con 850 mm de elevación
- Reducción de los costes de mantenimiento gracias a la función de limpieza automática – ahorro de energía gracias a la limpieza diaria del filtro

### Ventilación

Debido a las exigencias de calidad del aire del edificio, se ha calculado un caudal mínimo necesario de ventilación de aire exterior. Además, el aire exterior debe ser aclimatado y acondicionado para cumplir las exigencias de confort y calidad.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se ha escogido el climatizador D-AHU 1340 x 2400 de la gama de ventilación Daikin, dimensionada en el documento adjunto como Anexo.

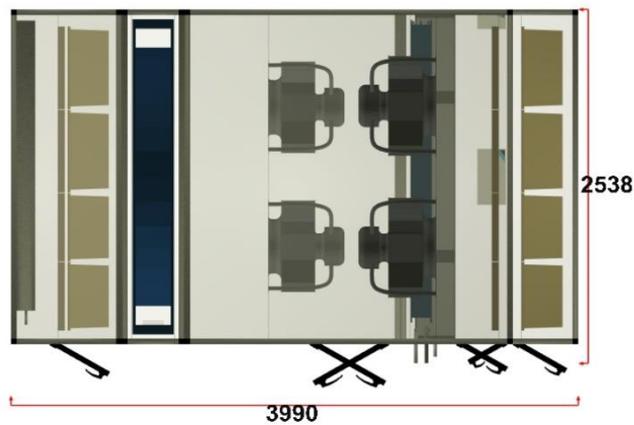


Ilustración 7. Unidad de tratamiento de aire D-AHU, informe Daikin

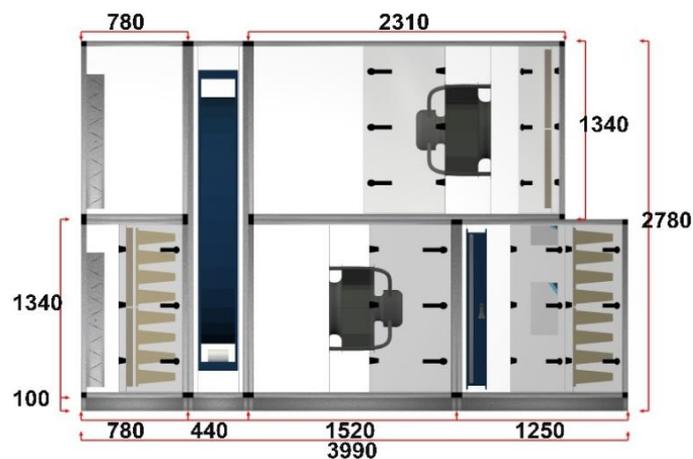


Ilustración 8. Unidad de tratamiento de aire D-AHU, informe Daikin

La ventilación del edificio de oficinas se realiza de forma forzada. A su entrada al equipo, el aire exterior pasa por un recuperador, donde intercambia energía con el aire de retorno del local. Después se distribuye por medio de conductos hasta las rejillas de impulsión.

## Geotermia

La geotermia se presenta como un sistema muy atractivo debido a ser una fuente de energía sostenible y renovable cuyo rendimiento que no está afectado por los cambios climáticos. Esto se debe a que el intercambio de calor se realiza con el subsuelo que está siempre a la misma temperatura. Por el contrario, el COP de los equipos aerotérmicos varía con las condiciones del aire.

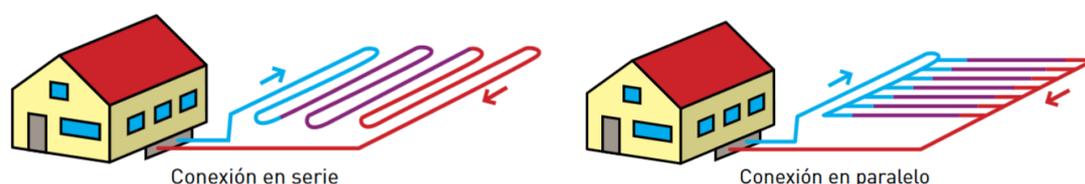


Figura 15. Sistema cerrado con intercambiador de calor horizontal (IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2010)

Por el funcionamiento del sistema geotérmico, es más rentable como bomba de calor en sistemas de calefacción.

Este sistema, es un sistema muy robusto y rentable cuando la temperatura exterior es más fría y extrema, por lo que hay un mayor gradiente térmico entre suelo y aire.

Sin embargo, debido a la climatología de la zona de actuación, con inviernos cálidos, no es rentable este sistema en el caso de la nave de estudio.

También cabe destacar que acorde a las tablas obtenidas de la agencia de la energía andaluza, el sistema que podríamos instalar es un sistema a baja temperatura, no considerándose rentable para una instalación de estas características.

Zona Nº	Nombre	Superficie (km <sup>2</sup> )		Espesor (m)	Litología	Porosidad	Temperatura Media estim. (°C)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Capacidad calorífica (Julio/kg°C)	H <sub>0</sub> (Juliox10 <sup>16</sup> )	RI (Juliox10 <sup>16</sup> )
		Total	Efectiva								
1	Huelva	1160	435	200	Calizas	0,06	70	2590	866	1098	302
2	Sevilla Guadalquivir	1320	665	150	Calcarenitias	0,06	80	2650	825	1460	414
3	Córdoba Guadalquivir	750	412	150	Calcarenitias	0,06	80	2650	825	904	256
4	Jaén Guadalquivir	1230	343	300	Calizas	0,06	70	2590	866	1298	357
5	Algeciras	170	93	150	Calizas	0,03	65	2590	866	156	42
6	Manilva	70	70	300	Calizas	0,03	85	2590	866	331	95
7	Cádiz subbético	260	260	100	Calizas	0,03	85	2590	866	410	118
8	Alora - Cártama	50	50	200	Calizas	0,03	55	2590	866	89	22
9	Sevilla subbético	500	300	50	Dolomías	0,03	85	2650	954	265	76
10	Córdoba subbético	140	91	150	Dolomías	0,03	85	2650	954	241	69
11	Jaén subbético	240	108	400	Calizas	0,03	85	2590	866	681	195
12	Granada	370	370	300	Calizas	0,06	95	2590	866	2055	601
13	Lanjarón	60	60	750	Mármoles	0,02	110	2660	774	884	264
14	Guadix - Baza	1000	650	300	Calizas	0,06	85	2590	866	3150	904
15	Huércar Orce	380	247	200	Calizas	0,03	55	2590	866	438	111
16	Albuñol	60	60	300	Calizas	0,03	65	2590	866	201	54
17	Campo Dalías	110	110	600	Calizas	0,06	55	2590	866	599	152
18	Falla Almería	100	100	600	Calizas	0,05	65	2590	866	681	183
19	Alhambilla	15	15	250	Mármoles	0,02	105	2660	774	70	21
20	Sorbas	110	110	150	Arenas	0,08	45	2650	825	110	25
21	Níjar	190	190	150	Arenas	0,08	55	2650	825	257	65
22	Aguilas	120	120	500	Calizas	0,06	70	2590	866	757	208

Tabla 17. Datos básicos de las zonas de potenciales yacimientos de muy baja temperatura en acuíferos, Agencia Andaluza de la Energía

### 7.1 Red de conductos de ventilación

La distribución del aire se realizará mediante conductos rectangulares de chapa de acero galvanizada. Los circuitos de aire de aportación se aislarán mediante espuma elastomérica de 40 mm de espesor protegido con chapa de aluminio en los tramos exteriores de cubierta. Las conexiones a las rejillas y difusores serán mediante conducto flexible.

La elección de este aislamiento viene motivada por los requerimientos dados en el RITE en su apartado IT 1.2.4.2.2 Aislamiento térmico de redes de conductos. El aislamiento debe evitar condensaciones y asegurar que la pérdida de calor no sea mayor del 4% de la potencia que transportan los conductos.

Cuando la potencia útil nominal a instalar sea menor o igual que 70 kW, los espesores mínimos de aislamiento son 30 mm en interiores y 50 mm en exteriores para un material de conductividad térmica de 0,4 W/(m·K) a 10°C. La espuma elastomérica tiene una conductividad de 0,038 W/(m·K)<sup>8</sup>, por lo que su espesor mínimo de aislante puede ser aproximado por los valores indicados en la TABLA.

<b>Tabla 1.2.4.2.3 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.</b>			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
$D \leq 35$	30	25	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

Tabla 18. Espesores de aislamiento de tuberías por interior, IT 1.2.4.2.1.2 RITE

<b>Tabla 1.2.4.2.4 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.</b>			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
$D \leq 35$	50	45	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

Tabla 19. Espesores de aislamiento de tuberías por exterior, IT 1.2.4.2.1.2 RITE

La impulsión y el retorno del aire de ventilación se realizará mediante dos redes de conductos independientes. Ambas están especificadas en el apartado de cálculos y en los planos.

## **8. Drenaje de cubierta**

De acuerdo con los requisitos BREEAM, la demanda de agua no potable de aparatos sanitarios se abastecerá a partir del sistema de recogida de aguas pluviales.

<sup>8</sup> (IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2010)

No es objeto de este proyecto su diseño, pero debido a la superficie de la cubierta se recomienda la recogida de aguas pluviales mediante el sistema de subpresión o sifónico porque son sistemas que disponen de una gran capacidad con conductos de pequeñas dimensiones. Este sistema se implementa mediante una cubierta impermeable y totalmente estanca y cuatro líneas de recogida paralelas a las fachadas.

La acción sifónica empieza a aparecer en el sistema cuando la lámina de agua alcanza el 20% de la capacidad de drenaje. Este efecto sifón es producido por las velocidades de atrapado de aire. La alta velocidad que alcanza el agua debido a este efecto asegura el auto-lavado de las tuberías. Esto sucede incluso cuando hay un 50% de la cantidad de lluvia considerada en el diseño. A pluviometrías más bajas, el sistema funciona por gravedad.

## ***9. Instalación de suministro de agua***

De acuerdo con los requisitos de BREEAM, se instalarán contadores que informen del consumo neto total de agua del edificio y el porcentaje de recuperación de agua, con el objetivo de realizar los cálculos pertinentes con la herramienta BREEAM ES AG 1 y comprobar que el sistema respeta las pautas necesarias para obtener la calificación *Very Good* en esta sección.

Se dispondrán sistemas antirretornos para evitar la inversión del sentido del flujo en los siguientes puntos de la red:

- Después de los contadores
- En la base de las ascendentes
- En los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos
- Antes de los aparatos de climatización

En las redes de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

Según el CTE HE4, si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo los puntos terminales de esta instalación deben estar señalados de forma fácil e inequívoca. Además, debe disponerse un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable.

En las zonas de pública concurrencia de los edificios, los grifos de los lavabos y las cisternas deben estar dotados de dispositivos de ahorro de agua.

### **Diseño bajo criterios sostenibles BREEAM**

Con respecto a los sistemas de fontanería, BREEAM establece los caudales de los aparatos sanitarios en función de la puntuación que se quiera alcanzar en esa sección. Los caudales están especificados en la Tabla 20.

Tabla 20. Caudales de agua de cada aparato sanitario (BREEAM ES, 2017)

Aparato sanitario	Referencia	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Unidad
Inodoro	6/3	6/3	4,5/3	4,5/3	4,5/3	4/2	Caudal efectivo de descarga (l)
Grifos de lavabos	7	6	5	4	3,5	3	Volumen (l/min)
Duchas	12	10	8	6	4	3,5	Volumen (l/min)
Bañeras	160	140	120	110	95	90	Volumen (l)
Urinario (dos o más urinarios)	2	1	1	0	0	0	Volumen (l/urinario/hora)
Grifo de cocina pequeña	8	8	6	6	5	5	Volumen (l/min)
Grifos de pre-aclarado (para restaurantes)	10,3	9	8,3	7,3	6,3	6	Volumen (l/min)
Lavavajillas de carácter doméstico	3080	2856	2800	2660	2520	2100	Volumen (l/año)
Lavadoras de carácter doméstico	13200	12100	11000	9900	8800	7700	Volumen (l/año)
Lavavajillas de carácter comercial	8	7	6	5	4	3	Volumen (l/rack)
Lavadoras de carácter comercial/industrial	14	12	10	7,5	5	4,5	Volumen (l/ciclo)

BREEAM también valora el ahorro en el consumo de agua municipal debido al aprovechamiento de aguas grises o pluviales. Esta puntuación depende de la zona de precipitación en la que se encuentra el edificio.



Ilustración 9. Mapa de España con las zonas de precipitación BREEAM ES

Por otro lado, exige la monitorización del consumo del agua para facilitar su gestión y control. Para ello se instalará un contador inteligente de agua en la red de suministro principal del edificio y contadores en las zonas del edificio donde se consuma más de un 10% del consumo total del edificio. Además, se implementará un sistema de gestión

del edificio en el que estén conectados todos los contadores y un plan de acción con los datos recogidos.

Otro requisito BREEAM es la detección y prevención de fugas. El sistema debe ser audible cuando detecte fugas o el caudal es mayor del previsto durante un periodo de tiempo predeterminado. El aviso sonoro puede sustituirse por un aviso al responsable de mantenimiento. Además, debe ser programable para adaptarse a los distintos posibles consumos de los ocupantes del edificio.

### **9.1 Descripción de la instalación**

El sistema de fontanería se implementará mediante dos acometidas: una para la fachada este del edificio y otra para la fachada oeste. Se instalará un contador para todos los consumos de la nave en un armario empotrado prefabricado situado en el muro límite de la parcela.

La distribución interior del agua se hará mediante dos acometidas independientes: las del agua municipal y las del agua pluvial, que se cogerá del pozo existente para usos en los que no se requiera agua potable. El agua de lluvia se utilizará para el llenado de cisternas y demás equipos que lo permitan. En caso de que el agua de lluvia no sea suficiente, se cubrirá la demanda con agua municipal, ya que ambas acometidas estarán conectadas por un by-pass.

Los equipos que forman parte del sistema de prevención de fugas, necesario para obtener buena calificación BREEAM, son:

- Temporizador – desconecta el suministro de agua tras un intervalo de tiempo predeterminado
- Temporizador – conecta/desconecta el suministro de agua según un horario programado
- Regulador de caudal – desconecta el suministro de agua al alcanzar un volumen máximo de consumo de agua
- Unidad de gestión global de control de agua

### **9.2 Cálculo de caudales de agua fría**

Las caudales mínimos que deben ser suministrados a cada aparato vienen especificados en la Tabla 21.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0.05	0.03
Lavabo	0.10	0.065
Ducha	0.20	0.10
Inodoro con cisterna	0.10	-
Urinaros con cisterna (c/u)	0.04	-
Fregadero doméstico	0.20	0.10
Fregadero no doméstico	0.30	0.20
Grifo aislado	0.15	0.10
Grifo garaje	0.20	-
Vertedero	0.20	-

*Tabla 21. Caudal instantáneo mínimo, extracto tabla 2.1 CTE HE4*

Las duchas y lavajos de emergencia situados en la sala de cargadores se alimentarán con un caudal instantáneo de 0,1 m/s y una presión de 2 bar en punta.

### 9.3 Dimensionado de la red de tuberías

En primer lugar, se deberá reservar un espacio para el contador general del sistema. El armario o cámara elegido deberá tener las dimensiones indicadas en la TABLA.

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

Tabla 22. Dimensiones del armario y cámara para contador general, tabla 4.1 CTE HE4

El cálculo se realizará con un primer dimensionado, seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos. El tramo más desfavorable será aquel que cuente con la mayor pérdida total de presión.

La presión mínima en los puntos de consumos será de 100 kPa para grifos comunes y 150 kPa para fluxores y calentadores. La presión máxima en cualquier punto de la instalación no debe superar los 500 kPa.

Las consideraciones a tener en cuenta para el dimensionado son las siguientes:

- El caudal máximo de cada tramo vendrá indicado por los valores de caudales especificados en la Tabla 21.
- Se establecerá el coeficiente de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el siguiente criterio:

$$C_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}}, \text{ siendo } n \text{ el número de aparatos}$$

- El caudal por cada tramo se calculará como el producto del caudal máximo previsto por su coeficiente de simultaneidad.
- Se considerará una velocidad de paso del fluido por las tuberías de 1,5 m/s
- Se obtendrá el diámetro de cada tubería en función del caudal y la velocidad del agua de ese tramo:

$$Q [m^3/s] = v [m/s] * S [m^2]$$

Además, se comprobará que las presiones cumplen los valores máximos y mínimos indicados anteriormente. Las pérdidas de carga localizadas se considerarán de entre un 20% y un 30% de la longitud del tramo. Si no llega el agua con la presión suficiente al punto de consumo más desfavorable, deberá instalarse un grupo de presión.

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos tendrán las dimensiones especificadas en la Tabla 23. Para el resto de los aparatos, se dimensionarán los ramales de enlace de acuerdo con sus características de suministro. Los diámetros de los distintos tramos tendrán diámetro mayor a los detallados en la Tabla 24.

Punto de consumo	Diámetro nominal de ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo	1/2	12
Ducha	1/2	12
Inodoro con cisterna	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Vertedero	3/4	20

Tabla 23. Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos, tabla 4.2 CTE HE4

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25
	< 50 kW	1/2
Alimentación equipos de climatización	50 - 250 kW	3/4
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 1/4

Tabla 24. Diámetros mínimos de alimentación, tabla 4.3 CTE HE4

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, las dimensiones de las tuberías del sistema de fontanería se detallan en el apartado de cálculos.

#### 9.4 Cálculo de caudales de ACS

Para el cálculo de la demanda prevista de ACS, se considerarán los valores que indica el Anejo F del CTE-DB-HE. Estos valores son los que se muestran en la Tabla 25.

Criterio de demanda	Litros/día·persona	l/s
Vestuarios/duchas colectivas	21	
Fábricas y talleres	21	
Oficinas	2	
Restaurantes	8	
Cafeterías	1	

Tabla 25. Demanda orientativa de ACS, extracto Tabla c - Anejo F CTE-DB-HE

El consumo de ACS a una temperatura (T) distinta a la de referencia (60°C), se puede obtener a partir del consumo de ACS a la temperatura de referencia usando las siguientes expresiones:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T)$$

$$D_i(T) = D_i(60^{\circ}\text{C}) \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

donde:

- D(T) – demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T
- $D_i(T)$  – demanda de agua caliente sanitaria para el mes i, a la temperatura T elegida
- $D_i(60^\circ\text{C})$  – demanda de agua caliente sanitaria para el mes i, a la temperatura de  $60^\circ\text{C}$
- T – temperatura del acumulador final
- $T_i$  – temperatura media del agua fría en el mes i (según Anejo G CTE-DB-HE)

La temperatura diaria media mensual de agua fría de la ciudad de Málaga, según el Anejo G del CTE-DB-HE, es la indicada en la Tabla 26.

Capital de provincia	Altitud	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
Málaga	11	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12

Tabla 26. Temperatura diaria media mensual de agua fría ( $^\circ\text{C}$ ), extracto Tabla a-Anejo G CTE-DB-HE

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el consumo diario de agua caliente sanitaria a una temperatura de  $35^\circ\text{C}$  es de 670 litros.

### 9.5 Dimensionado de la red de ACS

Para el dimensionado de estas tuberías se seguirá el mismo procedimiento usado en las tuberías de agua fría, pero considerando los caudales de consumo correspondientes al agua caliente sanitaria. Las tuberías usadas serán de polipropileno y sus dimensiones se especifican en el apartado de cálculos.

## 10. Energía solar térmica

Se instalarán captadores solares para la producción de agua caliente sanitaria, considerando una temperatura de consumo de  $35^\circ\text{C}$  acorde al CTE. El CTE DB HE 4 establece un porcentaje mínimo de contribución solar, calculada como la relación entre la energía solar aportada y la demanda energética anual del edificio. Estos valores se especifican en la Tabla 27.

Demanda total de ACS del edificio [l/d]	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5000	30	30	40	50	60
5000 – 10000	30	40	50	60	70
> 10000	30	50	60	70	70

Tabla 27. Contribución solar mínima anual para ACS en %, tabla 2.1 CTE DB HE 4

En el caso del presente proyecto, Málaga se encuentra en una zona climática IV y la demanda de ACS del edificio se encuentra entre 50 y 5000 litros al día, por lo que la contribución solar mínima anual tiene que ser un 50%.

Para determinar el número de placas necesarias para cubrir la demanda de ACS y la potencia de estas, es necesario calcular la demanda energética. Esta se determinará a partir del consumo de ACS y se calculará a partir de la siguiente fórmula:

$$D_{ACS} = V_{ACS} \cdot c_e \cdot (T_{consumo} - T_{AF})$$

Siendo:

- $D_{ACS}$  [kWh/periodo] – demanda energética de ACS
- $V_{ACS}$  – volumen de consumo de ACS a la temperatura de consumo
- $T_{consumo}$  – temperatura de consumo del agua caliente sanitaria =  $35^\circ\text{C}$
- $T_{AF}$  – temperatura de agua fría de consumo humano =  $12^\circ\text{C}$

$$C_e \text{ [kWh/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C)}] - \text{ calor específico del agua} = 1,16 \text{ kWh/(m}^3 \cdot ^\circ\text{C)}$$

Se calculará la demanda energética mensual a partir de la fórmula anterior. Los resultados se detallan en la Tabla 28.

	Cálculo energético											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días por mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Consumo ACS [l/día]	591.3	657	657	657	657	492.75	492.75	328.5	657	657	657	328.5
T <sub>AF</sub> [°C]	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8
ΔT [°C]	27	26	24	22	21	20	19	20	21	22	24	27
D <sub>ACS</sub> [kWh]	574	555	567	503	496	343	337	236	480	520	549	319

Tabla 28. Cálculo demanda energética mensual ACS

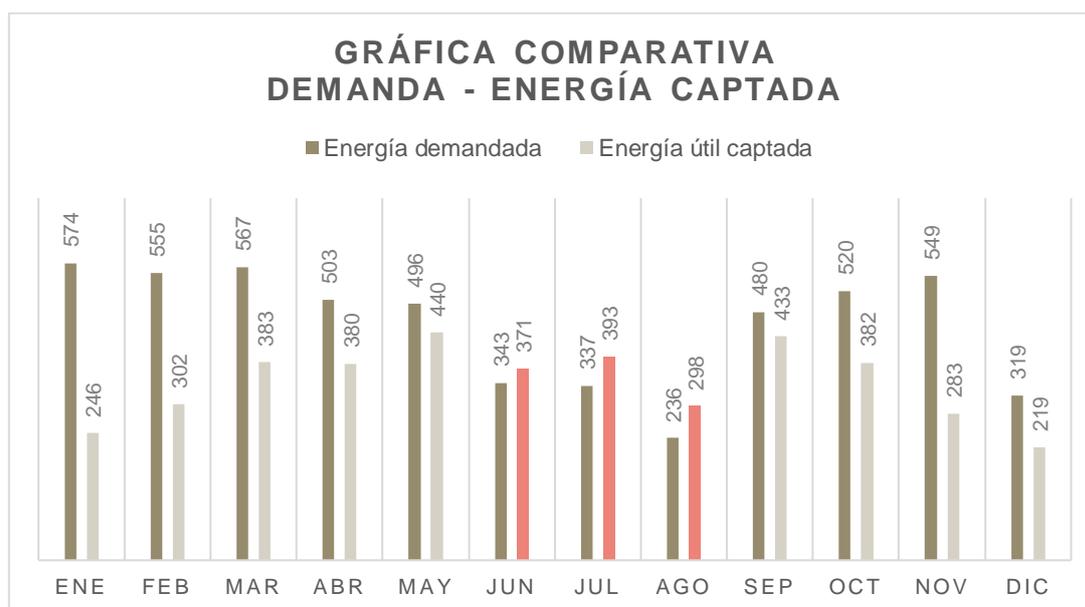
Por lo que el total de demanda energética anual es de 5479 kWh.

Para cubrir esta demanda se necesitarán tres captadores WOLF CFK1 con área de captación de 6 m<sup>2</sup> y volumen de acumulación ACS de 420 litros. Se instalarán orientados hacia el sur, con una inclinación de 35°.

Se obtiene que la producción energética útil anual es de 4129 kWh que representa un 75% de la demanda de energía, por lo que cumple con el CTE que exige una contribución solar mínima del 70%.

También se cumplen las exigencias en cuanto a pérdidas mínimas admisibles por orientación e inclinación.

Sin embargo, hay meses en los que se produce más del 110% de energía demandada y no cumple con el CTE. Para evitar que la sobreproducción de energía resulte en daños al equipo, se recomendará y se facilitará el tapado parcial de los captadores como indica el apartado HE 4 – 2.1.4 del CTE.



### **Diseño bajo criterios sostenibles BREEAM**

Es llamativo que BREEAM no tiene ninguna puntuación asociada a la producción de energía con fuentes renovables. Por ello, aunque la instalación de las placas termosolares suponga un ahorro de energía al calentar el ACS, no se obtendrán puntos BREEAM por tomar esta medida. Indirectamente, sí que se conseguirán puntos BREEAM relacionados con la reducción de producción de NOx<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> CONT 2 Emisiones de NOx (BREEAM ES, 2017)

# ***Estudio económico***

## ***BREEAM Very Good***

### ***1. Ahorro en el consumo energético***

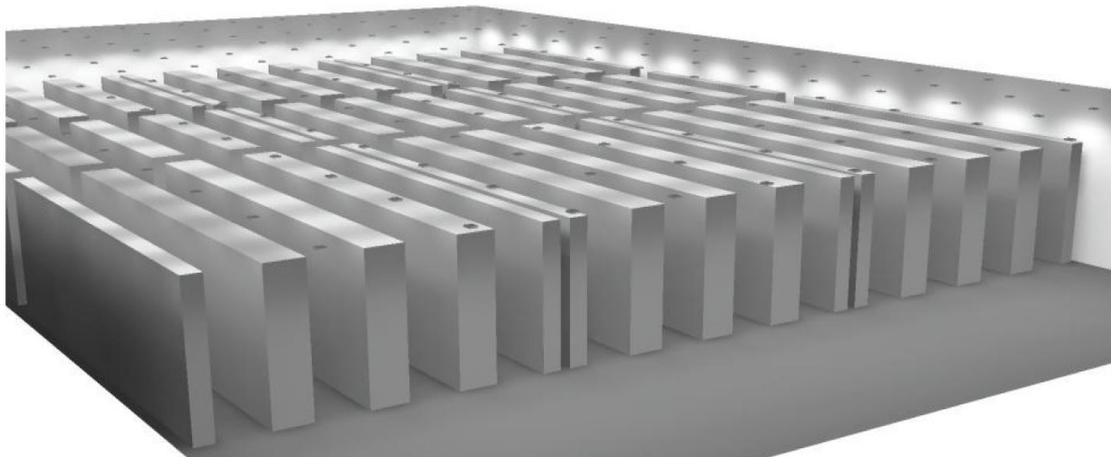
#### ***Iluminación***

Acorde con las exigencias BREEAM, las luminarias cuentan con dispositivos de control de la iluminación. Se instalarán sensores de presencia en pasillos y zonas de paso, temporizadores manuales para programar el encendido y el apagado de luces acorde con el horario laboral y sensores de nivel de luz que determinarán si es necesaria la iluminación artificial, o es suficiente con la natural.

Con este fin de reducir costes, se han instalado lucernarios en las dos naves del edificio, de forma que haya una mejor iluminación natural y se reduzca el consumo de energía eléctrica usada para alimentar las luminarias. En las siguientes ilustraciones puede observarse una comparación entre ambos escenarios, con y sin lucernarios.

Por otro lado, el sistema de iluminación exterior también contará con dispositivos de control y sistema de regulación DALI.

Todos estos dispositivos y medidas crean un escenario que permite un ahorro de energía en comparación con el consumo de energía si no se diseñara de esta forma la instalación de iluminación.



*Figura 16. Escena luz artificial nave sin lucernarios, DIALux*

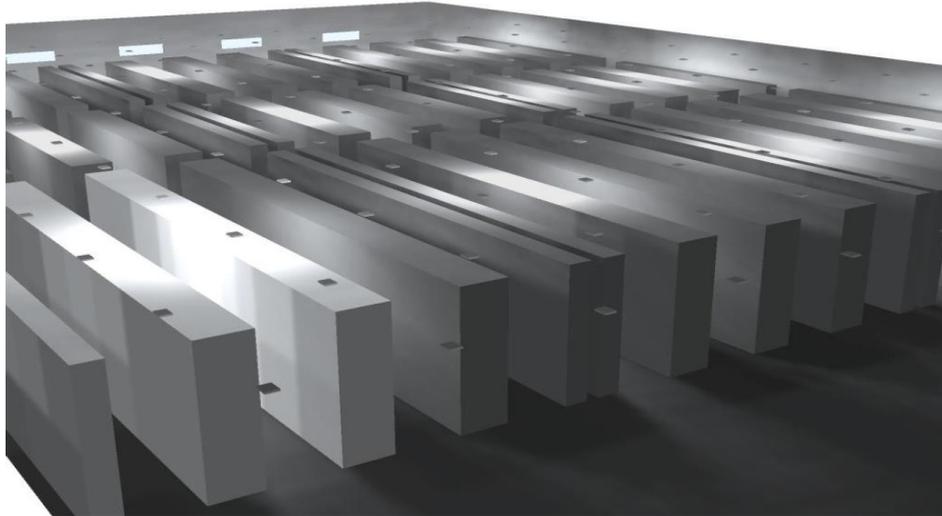


Figura 17. Escena luz natural nave con lucernarios, DIALux

Teniendo en cuenta que en Málaga hay de media unas 9 horas de luz, el consumo de energía si no se instalara un sistema de control sería:

$$E_{consumo} = P_{oficina} \cdot horas_{oficina} + P_{nave} \cdot horas_{nave} + P_{ilum.ext} \cdot horas_{oscuridad} =$$

$$= 16,80 \text{ kW} * 10 \text{ h} + 58,32 \text{ kW} * 24 \text{ h} + 3,763 \text{ kW} * 15 \text{ horas} = \mathbf{1624,13 \text{ kWh}}$$

Por otro lado, si se diseña la instalación con criterio BREEAM el consumo de potencia se reduce. Sabiendo que la media de horas de luz en Málaga son 9 y suponiendo un coeficiente de simultaneidad de 0,9 debido a sensores de presencia y luz natural, el consumo será de 946,6 kWh al día.

$$E_{consumo_{control}} = (P_{ilum} + P_{ilum.ext}) \cdot h_{oscuridad} \cdot C_S =$$

$$= 16,80 \text{ kW} * 10 \text{ h} * 0,9 + (58,32 \text{ kW} + 3,763 \text{ kW}) * 15 \text{ h} * 0,9 = \mathbf{989,32 \text{ kWh}}$$

Por tanto, habría un ahorro estimado de energía de 634,81 kWh al día, que teniendo en cuenta el precio de la electricidad de Iberdrola en 2020 (0,1147 €/kWh) se traduce a un ahorro de **16.026,79 € al año** teniendo en cuenta 253 días laborables y que en Málaga hay un 87 % de días de sol.

### **Sistema de climatización**

El sistema de climatización también incluye sistemas de control para el ahorro de energía, como por ejemplo el sensor de presencia por infrarrojos de los cassette FXFQ-A de Daikin.

El fabricante estima un ahorro de alrededor de un 27% de la energía gracias a estos sistemas. Este ahorro es debido a una mejor regulación del refrigerante que llega a los cassette desde la unidad exterior.

### Unidades exteriores Daikin REYQ-U

Estas unidades exteriores no suponen un ahorro energético directo. Sin embargo, los sensores de presencia y recuperadores de las unidades interiores consiguen un ahorro del 27% en estos equipos, lo que repercute en las unidades exteriores. Las medidas BREEAM implementadas en el edificio favorecerán que sea menor la carga a compensar, por lo que habrá un ahorro de energía del 27%. Teniendo esto en cuenta, el ahorro energético diario será aproximadamente:

$$E_{\text{ahorro}} = (P_{\text{REYQ22U}} + P_{\text{REYQ18U}} + P_{\text{REYQ14U}} + P_{\text{REYQ20U}}) * 0,8 * 27\% * \text{horas}_{\text{jornada}} \\ = (22 + 18 + 14 + 20) \text{ kW} * 0,8 * 0,27 * 10 \text{ h} = 159,8 \text{ kWh}$$

### Unidades interiores Daikin FXFA20A (47 equipos)

La potencia eléctrica nominal de estas unidades tanto para refrigeración como para calefacción es de 0,04 kW. Debido a el sensor de presencia por infrarrojos y al recuperador, hay un ahorro de energía estimado del 27%.

Considerando estos datos, el ahorro energético diario será:

$$E_{\text{ahorro}} = 47 * P_{\text{FXFA20A}} * 0,8 * 27\% * n^{\circ} \text{ horas}_{\text{jornada}} = 4,06 \text{ kWh}$$

### Unidad de ventilación D-AHU Professional

En la unidad de ventilación, el ahorro energético se produce gracias al recuperador. El recuperador que forma parte de este sistema es el SE3-XL-WV-2160-SM-V1-A1-5-W2260-H2260 que tiene una eficiencia del 79% (Energy Class H1).

En verano, caso más desfavorable que el invierno, habría que compensar 58,4 kW de carga de ventilación. Haciendo la aproximación de que 1 kWe es igual a 1 kWt, la potencia consumida si no hubiera recuperador sería:

$$P_{\text{elect}_{\text{sinrecup}}} = P_{\text{carga ventilación}} = 58,4 \text{ kW}$$

En el recuperador se produce un intercambio energético entre el aire de impulsión y el de retorno. Esto hace que se compense la mayoría de carga de ventilación y sólo sea necesario aportar 12 kW en verano (caso más desfavorable), por lo que el ahorro de energía será:

$$P_{\text{ahorro}} = P_{\text{carga ventilación}} * (1 - \text{eficiencia}_{\text{recuperador}}) - P_{\text{consumo}_{\text{recuperador}}} = \\ = 58,4 \text{ kW} * (1 - 0,79) - 0,4 \text{ kW} = 11,86 \text{ kW}$$

Por lo tanto, el ahorro energético diario debido al uso de una unidad de ventilación que cumpla con los requisitos necesarios para la obtención de la calificación BREEAM *Very Good* es el siguiente:

$$E_{\text{ahorro}} = P_{\text{ahorro}} * n^{\circ} \text{ horas}_{\text{jornada}} = 11,86 \text{ kW} * 10 \text{ h} = 118,6 \text{ kWh}$$

Por tanto, habría un ahorro estimado de energía de 372,32 kWh al día, que teniendo en cuenta el precio de la electricidad de Iberdrola en 2020 (0,1147 €/kWh) se traduce a un ahorro de 15.587,36 € al año.

## AHORRO ENERGÉTICO

La energía total ahorrada al día gracias al sistema de climatización será:

$$\begin{aligned} E_{\text{ahorro}} &= E_{\text{ahorro}_{EXT}} + E_{\text{ahorro}_{INT}} + E_{\text{ahorro}_{VENT}} = \\ &= (159,8 \text{ kWh} + 4,06 \text{ kWh} + 465,4 \text{ kWh}) * 253 \text{ días} = \\ &= 670,3 \text{ kWh} * 253 \text{ días} = \mathbf{169.585,59 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

Por tanto, habría un ahorro estimado de energía de 169.585,59 kWh anual, que teniendo en cuenta el precio de la electricidad de Iberdrola en 2020 (0,1147 €/kWh) se traduce a un ahorro de **19.451,51 € al año**.

### **Cerramientos**

Utilizando un aislamiento que cumpla con el CTE con una transmitancia térmica de 0,6 W/m<sup>2</sup>·°C se obtendría una carga sensible a compensar por transmisión y radiación a través de paredes de 8,94 kW en verano y 8,995 kW en invierno. Sin embargo, con vistas a mejorar las exigencias BREEAM de confort y eficiencia, se escogerá un cerramiento con menor transmitancia térmica.

La transmitancia térmica del cerramiento usado será de 0,35 W/m<sup>2</sup>·°C<sup>10</sup>, por lo que se consigue reducir las cargas térmicas a 5,56 kW en verano y 7,86 kW en invierno.

Este ahorro térmico se traduce en un ahorro eléctrico y económico diario que se puede calcular de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} E_{\text{verano}} &= (Q_{\text{sensible}_{CTE}} - Q_{\text{BREEAM}}) * h_{\text{funcionamiento}} = (13,07 \text{ kW} - 5,56 \text{ kW}) * 10 \text{ h} \\ &= 75,1 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{invierno}} &= (Q_{\text{sensible}_{CTE}} - Q_{\text{BREEAM}}) * h_{\text{funcionamiento}} = (10,07 \text{ kW} - 5,34 \text{ kW}) * 10 \text{ h} \\ &= 47,3 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Sabiendo el precio de la electricidad en 2020, se calcula un ahorro energético en términos económicos de:

$$\begin{aligned} \mathbf{Ahorro} &= (E_{\text{verano}} \cdot \text{días}_{\text{verano}} + E_{\text{invierno}} \cdot \text{días}_{\text{invierno}}) * 0,1147 \text{ €/kWh} \\ &= \mathbf{2.562,17 \text{ €}} \end{aligned}$$

Además de este ahorro directo en cargas sensibles que ya no es necesario compensar, existe un ahorro indirecto en el precio de los equipos necesarios para la climatización. Se reduce el coste de estos equipos al necesitar menos potencia.

### **Fontanería**

BREEAM exige la reducción del consumo de agua mediante aparatos sanitarios más eficientes. Por este motivo se instalarán:

- Inodoros con caudal efectivo de descarga 4,5 l/uso
- Urinarios con caudal efectivo de descarga 1 l/hora
- Grifos con caudal de 3 l/min
- Duchas con un caudal de salida de 4 - 6 l/min

---

<sup>10</sup> (Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja e ICCL, Instituto de la Construcción de Castilla y León, 2007)

Estos caudales de los aparatos sanitarios se han obtenido teniendo en cuenta la zona de precipitación BREEAM ES en la que se encuentra la nave industrial y el nivel BREEAM que se quiere obtener. Málaga se encuentra en zona 3 de precipitación y se quiere obtener una certificación *Very Good*.

Con este caudal de agua, suponiendo un mismo nivel de consumo, el ahorro obtenido en términos de caudal de agua será:

$$Q_{\text{ahorro}_{\text{consumo}}} = (6 \text{ l/uso} - 4,5 \text{ l/uso})_{\text{inodoros}} + (2,4 \text{ l/min} - 0,17 \text{ l/min})_{\text{urinarios}} + (9 \text{ l/min} - 3 \text{ l/min})_{\text{grifos}} + (12 \text{ l/min} - 5 \text{ l/min})_{\text{duchas}}$$

Teniendo en cuenta 3 turnos de trabajo en la nave y una frecuencia de uso de aparatos sanitarios de 3 veces al día por persona en oficina, se obtiene un ahorro diario de:

$$Q_{\text{ahorro}} = 105 * 3 * [(1,5 \text{ l/uso})_{\text{inodoros}} + (1 \text{ l/uso})_{\text{urinarios}} + (4 \text{ l/uso})_{\text{grifos}}] + 20 * 3 * 10 \text{ min} * (7 \text{ l/min})_{\text{duchas}} = \mathbf{6247,5 \text{ l/día}}$$

Otra acción que implementar para obtener la puntuación máxima del requisito *AG1 Consumo de agua* es un sistema de reciclaje de aguas pluviales para abastecer los aparatos sanitarios de agua no potable y el sistema de riego.

El agua de lluvia recogida se calculará usando el método racional<sup>11</sup>. Este procedimiento calcula el caudal pico de aguas lluvias teniendo en cuenta la intensidad media de la precipitación, el área de drenaje y un coeficiente de escorrentía.

$$Q_{\text{lluvia}} = C_e * I * A$$

siendo:

$Q_{\text{lluvia}}$  – caudal pico de aguas lluvias  
 $C_e$  – coeficiente de escorrentía<sup>12</sup>  
 $I$  – intensidad de lluvia [mm/hora]  
 $A$  – superficie de la cuenca [km<sup>2</sup>]

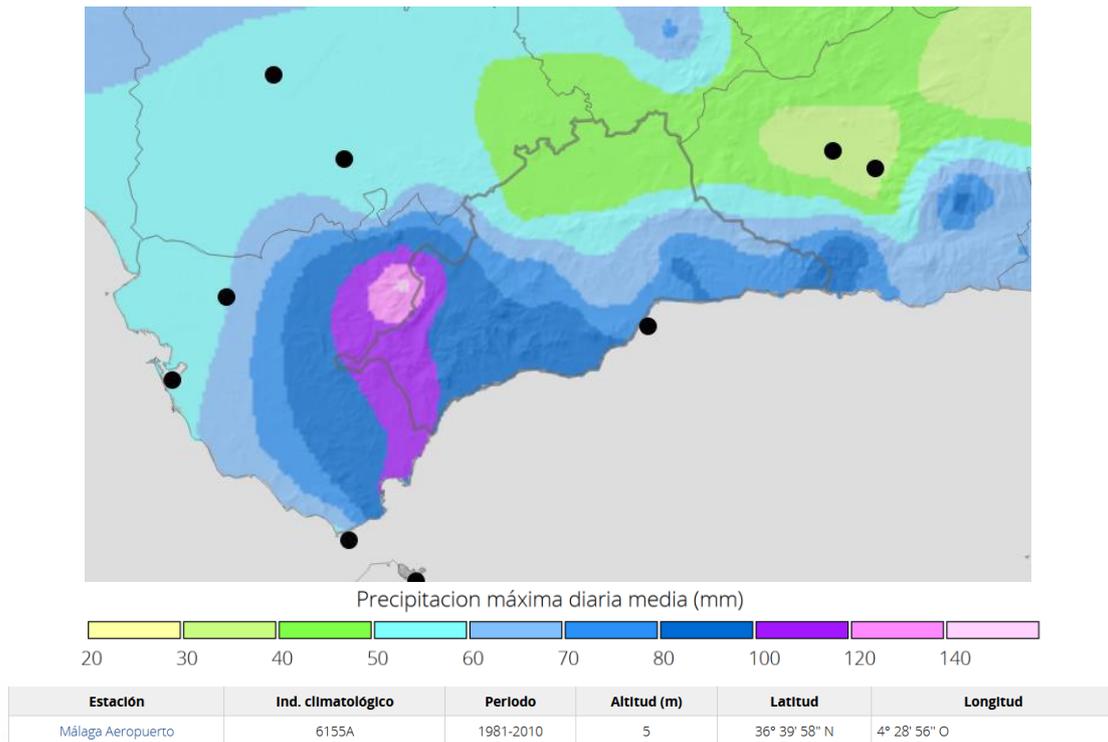
Se define como coeficiente de escorrentía el cociente entre la escorrentía superficial provocada por un aguacero y la precipitación caída. En el caso de una cubierta, éste toma valores entre 0,75 y 0,95, por lo que tomaremos un coeficiente de 0,85.

La intensidad de lluvia se calcula a partir de la precipitación máxima diaria media de Málaga<sup>13</sup> que son 65 mm/hora que es equivalente a 65 l/m<sup>2</sup>. Otra posible fuente de la que sacar este dato es el cuadro de lluvias del CTE-DB-HS5, pero el valor dado por esta tabla son 110 mm de precipitación y está sobredimensionado. Este valor es mayor debido a que se usa para dimensionar bajantes.

<sup>11</sup> <https://es.slideshare.net/danielaarias52/clase-11-precipitaciones-y-caudal-de-diseo-14855404>

<sup>12</sup> [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710\\_ras\\_titulo\\_d\\_.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_d_.pdf)

<sup>13</sup> <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>



La superficie de cubierta en la que se van a recoger aguas pluviales es de 1118,5 m<sup>2</sup>, por lo que el caudal por día de lluvia en Málaga recogido será:

$$Q_{lluvia} = 0,85 * 65 \text{ l/m}^2 * 1118,5 \text{ m}^2 = 61,80 \text{ litros}$$

Estas dos medidas suponen un ahorro en el consumo de agua que se traduce en un ahorro en costes por consumo de aguas municipales. El ahorro en términos de cantidad de agua viene dado por la siguiente expresión:

$$Q_{ahorroTOTAL} = Q_{ahorro} + Q_{lluvia} = 6247,5 \text{ l/día} * 253 + 61,80 \text{ l} * 71 \text{ días} = 1.585.005 \text{ l/año}$$

Sabiendo el ahorro en términos de cantidad de agua, sabemos el ahorro que supone si tenemos en cuenta el precio de las aguas municipales. El precio del agua municipal de Málaga gestionada por EMASA es de 0,735 €/m<sup>3</sup> para actividad industrial, por lo que todas las medidas tomadas y descritas anteriormente suponen un ahorro de **1.165,00 € al año.**

## 2. Costes de instalación

Para la comparación entre un diseño de instalaciones cumpliendo la normativa y un diseño con criterio BREEAM se considerará el precio de las medidas adicionales que varíen entre ambos criterios. Los equipos considerados son:

### INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Elemento	Potencia	Número	Precio/unidad	Total
PHILIPS BY481P LED250S/840	162 W	360	655.72 €	236,059.20 €
PHILIPS 4MX850 G3	33 W	9	392.65 €	3,533.85 €
PHILIPS RC127V W60L60	36 W	437	520.13 €	227,296.81 €
PHILIPS RC362B G2 1XLED34S/840	28 W	24	265.17 €	6,364.08 €
PHILIPS RC132V G4 LED36S/840	33 W	3	392.65 €	1,177.95 €
Enerluxe ProLuxe S 100W 85x135DEG	100 W	16	517.00 €	8,272.00 €
ENERLUXE SL Proluxe S ENX 100W	103 W	21	517.00 €	10,857.00 €
Sensor de presencia Philips Hue		300	39.95 €	11,985.00 €
Contadores		10	90.00 €	900.00 €
Instalación claraboyas	3x3 m	24	1624,30 €	38,983.20 €
Contador general		2	698.00 €	1,396.00 €

### INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN

Elemento	Número	Precio/unidad	Total
Daikin REYQ22U	1	25,456.00 €	25,456.00 €
Daikin REYQ18U	1	21,216.00 €	21,216.00 €
Daikin REYQ14U	1	16,230.00 €	16,230.00 €
Daikin REYQ20U	1	23,019.00 €	23,019.00 €
FXFA20A	47	1,503.00 €	70,641.00 €
D-AHU 1340x2400 Daikin	1	42,443.00 €	42,443.00 €

### INSTALACIÓN FONTANERÍA Y ACS

Elemento	Número	Precio/unidad	Total
Temporizador	2	950.00 €	1,900.00 €
Grifo electrónico con temporizador	22	298.00 €	6,556.00 €
Tanque agua pluvial	1	242.00 €	242.00 €
Kit aguas pluviales	1	393.00 €	393.00 €
Bomba agua pluvial	1	600.00 €	600.00 €
Sistema detección de fugas	1	5,579.00 €	5,579.00 €
Contadores límite parcela	2	33.69 €	67.38 €
Grifo normal	22	33.35 €	733.70 €

## 3. Amortización de la instalación

En este apartado se analiza la rentabilidad del diseño de instalaciones mediante BREEAM comparándolo con un diseño acorde a la normativa vigente. El análisis no se realizará con el coste completo de la instalación, sino teniendo en cuenta las medidas adicionales que difieren entre ambas técnicas de diseño.

Medidas adicionales	Coste	Coste BREEAM
Eléctrica	495,856.89 €	546,825.09 €
Climatización	159,204.00 €	199,005.00 €
Fontanería	801.08 €	15,337.38 €

Tabla 29. Coste medidas adicionales en instalaciones BREEAM

El coste de las medidas adicionales de las instalaciones eléctricas incluye los sensores de presencia, la instalación de claraboyas en los almacenes y los contadores energéticos en los sistemas de baja tensión de ambos locales A y B, en las placas termosolares, el consumo de ACS y en las instalaciones de climatización y ventilación.

Para estimar el coste en las medidas adicionales de climatización en condiciones habituales se ha supuesto que los sensores incorporados a los equipos y los recuperadores de alta eficiencia suponen un 20% del coste del equipo. De esta forma se ha calculado a partir del coste de los equipos BREEAM.

En las medidas adicionales de fontanería es donde se aprecia una mayor diferencia de coste ya que con criterio BREEAM se toman más medidas para regular y reducir el consumo de agua, mientras que habitualmente se toman medidas muy escasas para conseguir un mejor aprovechamiento del agua.

Medidas adicionales	Coste	Coste BREEAM	Ahorro energía BREEAM	Amortización
Eléctrica	495,856.89 €	546,825.09 €	16026.79 €/año	3 años
Climatización	159,204.00 €	199,005.00 €	28906.62 €/año	1 año
Fontanería	801.08 €	15,337.38 €	1165.00 €/año	12 años

Tabla 30. Amortización medidas adicionales en instalaciones BREEAM

Teniendo en cuenta los valores de ahorro de energía calculados anteriormente, se calcula la amortización como:

$$\text{Amortización} = \frac{\text{Coste BREEAM} - \text{Coste}}{\text{Ahorro}}$$

El valor resultante de este cálculo es el número de años que se tardaría en amortizar el sobrecoste de diseñar con criterio BREEAM, teniendo en cuenta el ahorro en €/año que supone esta misma instalación.

Esto significa que se tardarán tres años de operación para amortizar el sobrecoste de los equipos eléctricos y que el resto se amortizará a un ritmo mayor que las instalaciones habituales, ya que se percibirá el ahorro energético en términos económicos.

Lo mismo sucederá con las instalaciones de climatización. Sin embargo, las medidas adicionales en fontanería tardarán 12 años en amortizarse teniendo en cuenta el ahorro económico en agua.

A continuación, se presenta el cálculo de amortización del coste global de proyecto con las soluciones analizadas de manera que se pueda estudiar de manera general el tiempo de amortización del proyecto:

$$\text{Amortización} = \frac{761.167,47 \text{ €} - 655.861,97 \text{ €}}{39.205,47 \text{ €/año}} = 3 \text{ años}$$

A la vista de los resultados anteriores, se puede observar que en 3 años se podría disponer de las inversiones adicionales estudiadas totalmente amortizadas.

# Conclusiones

Tras la realización de este trabajo he podido comprobar que en los métodos para el diseño de instalaciones analizados y propuestos por la legislación vigente se busca garantizar unos criterios mínimos de seguridad y eficiencia energética. Sin embargo, es interesante analizar la forma en la que la normativa persigue este objetivo comparado con BREEAM.

Es cierto que BREEAM busca una mayor eficiencia energética y sostenibilidad de los edificios, no obstante, sorprende descubrir que las medidas que normalmente encabezarían la lista de medidas a implementar, como son el número de plazas para coches eléctricos y las placas solares y fotovoltaicas, BREEAM las considera secundarias o directamente no las considera para conseguir puntuación de eficiencia.

Es importante destacar que la obtención de un certificado BREEAM no exime del cumplimiento normativo, por tanto, en muchas ocasiones la certificación BREEAM será un complemento de diseño para la mejora de la eficiencia y de la reducción de emisiones.

En cuanto a las diferencias apreciadas a la hora de diseñar con criterio BREEAM, existen algunas diferencias, pero BREEAM no sólo se centra en la mejora de la eficiencia en las instalaciones, sino, como hemos comentado en distintos apartados de este trabajo, también hace referencia a las estrategias de movilidad de los empleados de una empresa, al ciclo de vida de un edificio, al uso de materiales de construcción reciclados, a la integración de las construcciones en el medio, etc. Por lo que las puntuaciones relativas al diseño de instalaciones, es un criterio más de evaluación, que da puntos, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del conjunto de la edificación.

Por ejemplo, se aprecia poca diferencia a la hora de diseñar instalaciones eléctricas con criterio BREEAM ya que la potencia de los elementos del sistema no cambia, lo que varía es el consumo de electricidad asociado a ellos.

En el caso de las instalaciones de climatización, BREEAM se centra en su eficiencia, el confort térmico y la calidad del aire. Esto influye principalmente en la elección de equipos y sus características.

Por otro lado, cabe destacar en el caso particular de la instalación de climatización que un diseño correcto de la arquitectura del edificio tiene un gran impacto en su diseño. Particularmente el caso estudiado de uso de materiales de baja conductividad térmica para los cerramientos lleva consigo un ahorro importante en cuanto a costes energéticos. Los equipos de climatización podrán ser de menor potencia, lo que resulta en un menor coste de inversión.

El mayor impacto de BREEAM en el diseño de instalaciones se percibe en la fontanería. En cuanto a la red de tuberías, uno de los principales parámetros de diseño es el caudal. BREEAM restringe los valores del caudal instantáneo de los aparatos sanitarios, lo que afecta directamente al dimensionamiento de tuberías. También valora la recirculación de aguas pluviales para su uso, lo que resulta en un ahorro de agua.

Por último, cabe destacar el ahorro que supone diseñar con criterio BREEAM, no en términos de inversión inicial, pero en términos de ahorro energético. Las medidas valoradas en este criterio favorecen el consumo responsable, eficiente y sostenible de la energía, resultando además en un ahorro económico a medio plazo.



# ***CÁLCULOS***



# CÁLCULOS SISTEMA ELÉCTRICO

## Previsión de cargas

El cálculo de la previsión de cargas eléctricas del edificio sigue un mismo procedimiento, sin importar el consumo de la carga en particular. Partiendo de los datos de tensión V, intensidad I, potencia P, rendimiento  $\eta$ ,  $\cos \varphi$ ,  $k_u$  (coeficiente de utilización) y  $C_s$  (coeficiente de simultaneidad), se realizan los siguientes cálculos:

$$S (VA) = \frac{P(W)}{\cos\varphi} \quad P_{inst}(W) = \frac{P(W)}{\text{Rendimiento}} \quad P_{sim}(W) = P_{inst}(W) * K_u * C_s$$

$$Q(Var) = \sqrt{(S^2 - P^2)} \quad S_{inst}(VA) = \frac{S(VA)}{\text{Rendimiento}} \quad S_{sim}(VA) = S_{inst}(VA) * K_u * C_s$$

$$Q_{inst}(Var) = \frac{Q(Var)}{\text{Rendimiento}} \quad Q_{sim}(Var) = Q_{inst}(Var) * K_u * C_s$$

## Potencia instalada para tomas de fuerza

Seguendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, se van a calcular las tomas de fuerza monofásicas de despachos y demás estancias siguiendo la normativa de viviendas mostrada en la siguiente tabla:

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad $F_s$	Factor utilización $F_u$	Tipo de toma <sup>(7)</sup>	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima $mm^2$ <sup>(5)</sup>	Tubo o conducto Diámetro mm <sup>(3)</sup>
C <sub>1</sub> Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz <sup>(9)</sup>	10	30	1,5	16
C <sub>2</sub> Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C <sub>3</sub> Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C <sub>4</sub> Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A <sup>(8)</sup>	20	3	4 <sup>(6)</sup>	20
C <sub>5</sub> Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C <sub>6</sub> Calefacción	<sup>(2)</sup> ---	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>9</sub> Aire acondicionado	<sup>(2)</sup> ---	---	---	---	25	---	6	25
C <sub>10</sub> Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C <sub>11</sub> Automatización	<sup>(4)</sup> ---	---	---	---	10	---	1,5	16

(1) La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.

(2) La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W

(3) Diámetros externos según ITC-BT 19

(4) La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W

(5) Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación

(6) En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm<sup>2</sup> que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm<sup>2</sup>.

(7) Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.

(8) Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.

(9) El punto de luz incluirá conductor de protección.

Tabla 31. Características eléctricas de los circuitos, ITC-BT-25 Tabla 1

Tal como indica la normativa, la potencia prevista para tomas monofásicas de uso general es de 3450 W, con un  $\cos\varphi=0,8$ , un factor de simultaneidad de 0,2 y un factor de utilización de 0,25. Este criterio se usará tanto para las tomas monofásicas de despachos como para las de otras estancias.

La potencia demandada por las tomas monofásicas y trifásicas se calcularán de la siguiente manera:

$$P_I [kW] = \frac{U * I * \cos\varphi}{1000} \qquad P_{III} [kW] = \frac{U * I * \sqrt{3} * \cos\varphi}{1000}$$

Típicamente se prevé la instalación de una toma de fuerza y una toma de datos por puesto de trabajo. Teniendo en cuenta esta consideración y la previsión de instalación de tomas de fuerza en el resto de las estancias, se calcula la potencia total que consumirán estas cargas.

### **Potencia instalada para los receptores de consumo**

La potencia instalada deberá ser ligeramente mayor a la prevista debido a las pérdidas. Los receptores de consumo que encontraremos en nuestra nave son:

- *Tomas de fuerza en las naves*
- *Cargadores:* son de naturaleza parecida a las tomas de fuerza monofásicas, por lo que se modelan de forma similar. Se considerarán cargas con un rendimiento de 1 y un  $\cos\varphi$  de 0,9. Suponiendo que cada fenwich necesite 8 horas de recarga, se establecerá un coeficiente de simultaneidad de 0,9 y un coeficiente de utilización de 0,6. En total se instalarán 22 cargadores en la sala destinada a ello en la planta baja del módulo 1 del edificio.
- *Puertas eléctricas:* diecinueve puertas eléctricas en los puentes de carga y descarga de los camiones. Puertas de seccionales industriales accionadas por motorreductor electromecánico SOON SO2000.

### **Potencia instalada para puntos de recarga de coche eléctrico**

El reglamento eléctrico de baja tensión indica que deben instalarse al menos un 10% del número total de plazas de aparcamiento construidas (ITC-BT-10, ITC-BT-52). Esto supone 21 plazas con puntos de recarga para coches eléctricos. Se adjuntará una Memoria Técnica de Diseño por el instalador previa a la instalación, según indica la ITC-BT-04.

Estos puntos de recarga tendrán un conector tipo B y carga en Modo 3 con bases de toma de corriente tipo II (ITC-BT-52), un modo de carga de conexión directa del vehículo a la red de alimentación que utiliza un SAVE (Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico). Éste permanecerá conectado a la instalación de alimentación fija.

Se instalará el SPL (Sistema de Protección de la Línea General de Alimentación), por lo que se considerará un factor de simultaneidad de 0,3 en el cálculo de la carga. La potencia de los puntos de recarga a instalar se calculará conforme a la disposición adicional primera del RD 1053/2014 con la siguiente fórmula:

$$P_{\text{minima}} = \frac{n^{\circ} \text{ plazas}}{40} * 3'68 \text{ kW}$$

Cada circuito partirá de un IA de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Aguas arriba en el mismo cuadro, se instalará otro IA general para protección de todos los circuitos de recarga, especificados en la Tabla 32 según la potencia instalada en cada punto de recarga.

$U_{\text{nominal}}$	IA de protección en origen circuito recarga	Potencia instalada	Nº máx de estaciones de recarga por circuito
230/400 V	16 A	11085 W	3
230/400 V	32 A	22170 W	6
230/400 V	50 A	34641 W	9
230/400 V	63 A	43647 W	12

Tabla 32. Potencias instaladas normalizadas de los circuitos de recarga colectivos destinados a alimentar estaciones de recarga, tabla 2 ITC-BT-52

Las estaciones de recarga serán monofásicas y de 3680 W por punto de recarga, por lo que se instalarán dos circuitos de 43647 W cada uno, con 11 estaciones por circuito. La caída de tensión admisible en cada circuito es de menos del 5%. Los cables serán de cobre con una sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>. También se instalarán filtros de corrección de armónicos.

### Potencia instalada para luminarias

La norma UNE 12464.1 (Norma europea sobre la iluminación para interiores) propone unos requisitos de iluminación determinados para la satisfacción de tres necesidades humanas: confort visual, prestaciones visuales y seguridad, que dependen del tipo de actividad del local. Esta norma establece unas características mínimas que debe cumplir la iluminación: iluminancia  $E_m$ , límites de UGR (índice de deslumbramiento unificado) e índice de rendimiento de colores  $R_a$ .

En este proyecto, se pueden distinguir siete tipos de locales cada uno con sus especificaciones de iluminación correspondientes:

Zonas	Nº Ref	Tipo	$E_m$ LUX	UGR <sub>L</sub>	$R_a$
Oficinas	1.2	Escritura, escritura a máquina, lectura y tratamiento de datos	500	19	80
Lugares de pública concurrencia	1.1	Hall de entrada	100	22	80
	2.1	Recepción, conserjería	300	22	80
Áreas comunes	2.1	Cantinas, despensas	200	22	80
	2.4	Vestuarios, salas de lavado, servicios	200	25	90
Áreas de almacenamiento	1.1	Áreas de circulación y pasillo	100	28	40
	4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60
	4.2	Manipulación de paquetes y expedición	300	25	60

Tabla 33. Locales según la norma UNE 12464.1

Para calcular la iluminación del interior de la nave, se utilizará el software Dialux.

Para hacer la previsión utilizando este software, se deberá modelar cada estancia del edificio y escoger el tipo de luminarias que se utilizarán. Tras una primera elección de luminarias, se comenzará un proceso iterativo hasta que la luminaria escogida pueda cumplir los requisitos de intensidad lumínica mínima que sea necesaria.

Este programa permite seleccionar luminarias de un amplio número de fabricantes. En este caso, serán escogidas de entre las integrantes del catálogo de Philips.

- Dimensiones del local

Zonas	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Largo [m]	Ancho [m]	Altura [m] <sup>14</sup>
Almacén izquierdo M-1	8376,58	74,45	112,30	13
Almacén derecho M-2	7865,57	74,45	112,30	13
PB - Cargadores	89,99	7,43	12,22	5
PB - Aseo	16,34	3,32	4,95	5
	10,96	2,22	4,95	5
	6,83	3,55	1,92	5
	6,83	3,55	1,92	5
PB - Vestuarios M-1	36,73+26,86	8,45	7,63	5
PB - Vestuarios M-2	13,27+45,87	6,05	10,12	5
PB - Recepción M-1	61,24	7,74	11,29	5
PB - Recepción M-2	61,24	7,74	11,29	5
PB - Comedor	123,70	10,20	12,34	5
PB - RMA Producción	338,49	25,11	19,55	5
PB - CPD	29,01	5,65	5,15	5
PB - Despacho CPD	16,10	5,65	2,85	5
P1 - Oficina 1	256,13	24,29	12,30	4
P1 - Oficina 2	263,29	24,14	15,05	4
P1 - Sala de formación	75,85	13,25	5,75	4
P1 - Sala de reunión	15,20	4,48	3,40	4
	15,20	4,48	3,40	4
P1 - Despacho	24,51	3,75	6,69	4
	27,49	4,20	6,69	4
P1 - Archivo	11,87	2,10	5,75	4
P1 - Aseos	9,55	3,45	2,79	4
	7,47	3,49	2,14	4
P2 - Oficina	256,55	24,35	12,30	4
P2 - Box	12,32	3,55	3,52	4
	12,36	3,55	3,52	4
P2 - Sala diáfana	127,06	15,90	8,04	4
	489,18	56,65	8,38	4
P2 - Despacho	26,79	4,70	6,01	4
	30,17	4,70	6,68	4
P2 - Sala de juntas	52,87	11,60	4,66	4
P2 - Sala de reuniones	19,78	3,45	5,75	4
	17,66	4,15	4,25	4
P2 - Aseo	9,55	3,45	2,79	4
	7,42	3,45	2,09	4

Tabla 34. Dimensiones de los locales

- Coeficientes de reflexión: indica la cantidad de luz reflejada por paredes, techo y suelo de una estancia. Estos dependen tanto del color y material de las superficies como de su acabado. Estos coeficientes también se añaden en el modelo de DIALux para el cálculo de la iluminación del local, por ello dependerá de cada estancia, pero en general, se usarán los siguientes coeficientes:

<sup>14</sup> La altura definida en el modelo de DIALux tiene en cuenta el plano de las luminarias y el de trabajo, por lo que difiere de la altura de la sala.

	Superficie	Factor de reflexión
<b>Techo</b>	estándar	0,7
<b>Paredes</b>	estándar	0,5
<b>Suelo</b>	estándar	0,3

Tabla 35. Factores de reflexión

- Factor de mantenimiento (MF): en general, se supondrá un buen mantenimiento y limpieza de las estancias, por lo que se considerará un factor de mantenimiento de 0,8.
- Tipo de lámpara y luminarias

	Áreas de almacenamiento	Sala cargadores	RMA Producción, Oficinas ...
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BY481P LED250S/840 PSD WB GC SI	PHILIPS 4MX850 G3 581 1XLED55S/840 PSU A20	PHILIPS RC127V W60L60 1XLED36S/840 OC
<b>Flujo total, <math>\Phi</math> [lm]</b>	25000	5300	3600
<b>Potencia [W]</b>	162	33	36

	Servicios, vestuarios	Recepción, Comedor	CT, CPD y Cuartos Técnicos
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS RC127V W60L60 1XLED36S/840 OC	PHILIPS RC362B G2 PSD W62L62 1XLED34S/840	PHILIPS RC132V G4 LED36S/840 PSU W60L60 NOC
<b>Flujo total, <math>\Phi</math> [lm]</b>	3600	3400	3600
<b>Potencia [W]</b>	36	28	33

Tabla 36. Tipos de lámparas y luminarias

Una vez obtenidos los modelos de cada estancia y sabiendo las características mínimas que debe cumplir cada local según la norma, obtenemos el número de luminarias por estancia y la distribución de estas **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**(Tabla 37).

Zonas	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Número de luminarias	Potencia [W]	Iluminancia media Em [lux]	Potencia Total [W]
Almacén izquierdo	8376,58	180	162	244	29160,00
Almacén derecho	7865,57	180	162	244	29160,00
PB - Cargadores	89,99	9	33	281	297,00
PB - Aseo 1	16,34	3	36	214	108,00
PB - Aseo 2	10,96	2	36	-	72,44
PB - Aseo 3	6,83	1	36	-	45,14
PB - Aseo 4	6,83	1	36	-	45,14
PB - Vestuario 1	36,73	5	36	223	180,00
PB - Vestuario 2	26,86	4	36	-	131,63
PB - Vestuario 3	13,27	2	36	-	65,03
PB - Vestuario 4	45,87	6	36	-	224,79
PB - Recepción 1	61,24	6	28	-	168,00
PB - Recepción 2	61,24	6	28	-	168,00
PB - Comedor	123,7	12	28	218	336,00
PB - RMA Producción	338,49	66	36	546	2376,00
PB - CPD	29,01	2	33	135	66,00
PB - Despacho CPD	16,1	3	36	-	113,01
P1 - Oficina 1	256,13	50	36	-	1797,88
P1 - Oficina 2	263,29	51	36	-	1848,14
P1 - Sala de formación	75,85	15	36	-	532,42
P1 - Sala reunión 1	15,2	3	36	-	106,70
P1 - Sala reunión 2	15,2	3	36	-	106,70
P1 - Despacho R	24,51	5	36	-	172,05
P1 - Despacho C	27,49	5	36	-	169,57
P1 - Archivo	11,87	1	33	-	33,00
P1 - Aseo 1	9,55	2	36	-	63,12
P1 - Aseo 2	7,47	1	36	-	49,37
P2 - Oficina	256,55	50	36	-	1800,83
P2 - Box 2	12,32	2	36	-	86,48
P2 - Box 1	12,36	2	36	-	86,76
P2 - Sala diáfana 1	127,06	25	36	-	891,89
P2 - Sala diáfana 2	489,18	95	36	-	3433,75
P2 - Despacho E	26,79	5	36	-	188,05
P2 - Despacho P	30,17	6	36	-	211,78
P2 - Sala de juntas	52,87	10	36	-	371,12
P2 - Sala reuniones 2	19,78	4	36	-	138,84
P2 - Sala reuniones 1	17,66	3	36	-	123,96
P2 - Aseo H1	9,55	2	36	-	63,12
P2 - Aseo M1	7,42	1	36	-	49,04
P2 - Aseo H2	4,62	1	36	-	30,54
P2 - Aseo M2	4,37	1	36	-	28,88
<b>P<sub>TOTAL</sub></b>					<b>75,12 kW</b>

Tabla 37. Iluminación del local

Para comprobar la validez de las suposiciones asumidas por el uso del software DIALux y la metodología de cálculo de luminarias y nivel de iluminación, se ha calculado el número de luminarias necesarias en una de las salas del local mediante el método de los lúmenes. La estancia escogida será el RMA de producción. Los resultados obtenidos de muestran en la siguiente Tabla 38.

<b>RMA Producción</b>	
Coficiente K	2,65
Factor de utilización	0,98
Flujo luminoso [lm]	216.980,77
Numero luminarias	61
Separacion máxima luminarias	
Distancia entre luminarias	6,23
Entre luminaria y pared	3,11
N <sub>ancho</sub>	7
N <sub>largo</sub>	9
<b>Nº Luminarias total</b>	<b>63</b>
Comprobacion separacion	
A lo ancho	2,79
A lo largo	2,79
Compobacion	
Nivel Iluminacion	522,63 > 500
<b>Potencia total [W]</b>	<b>2.268,00</b>
Eficiencia Energética en recintos interiores:	
VEEI	0,020

Tabla 38. Cálculo número de luminarias (método de los lúmenes) - RMA Producción

Los resultados obtenidos a mano con el método de los lúmenes son muy parecidos a los valores calculados por DIALux, por lo que se comprueba que los cálculos hechos mediante este software son válidos.

### ***Alumbrado exterior***

Siguiendo la guía técnica de aplicación de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior (GUÍA-EA-2), establecemos las condiciones de iluminación necesarias para nuestra zona exterior a la nave.

<b>Clasificación</b>	<b>Tipo de vía</b>	<b>Velocidad del tráfico rodado [km/h]</b>
<b>A</b>	De alta velocidad	$v > 60$
<b>B</b>	De moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
<b>C</b>	Carriles bici	-
<b>D</b>	De baja velocidad	$5 < v \leq 30$
<b>E</b>	Vías peatonales	$v \leq 5$

Tabla 39. Clasificación de las vías, tabla 1 GUÍA-EA-2

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
C	• Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas	
	Flujo de tráfico de ciclistas:	
	Alto .....	S1 / S2
	Normal.....	S3 / S4
D1 - D2	• Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. • Aparcamientos en general. • Estaciones de autobuses.	
	Flujo de tráfico de peatones	
	Alto .....	CE1A / CE2
	Normal.....	CE3 / CE4
D3 - D4	• Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada • Zonas de velocidad muy limitada	
	Flujo de tráfico de peatones y ciclistas	
	Alto .....	CE2 / S1 / S2
	Normal.....	S3 / S4

Tabla 40. Clases de alumbrado para vías tipos C y D, tabla 4 GUÍA-EA-2

Clase de alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media	Uniformidad Media
	$E_m$ [lux] (mínima mantenida (1))	$U_m$ (mínima)
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Tabla 41. Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E, tabla 9 GUÍA-EA-2

Teniendo en cuenta las tablas extraídas de la GUÍA-EA-2, la vía sería tipo D, subgrupo D1-D2, por lo que escogeremos poner una iluminancia media de 15/20 lux en el suelo.

Los proyectores, al ser alumbrado exterior, se consideran de naturaleza similar a las luminarias. Esto implica considerar un rendimiento  $\eta=1$  (mismo supuesto que para el alumbrado),  $\cos\varphi = 1$ ,  $k_u=1$  y  $c_s=1$ .

ID	CARGAS	N	LOCALIZACION	V	I(A)	P(kW)	$\eta$	$\cos\theta$	Pinst [kW]	Sinst [kVA]	Qinst [kVAr]	Ku	Cs	Ptotal [kW]	Qtotal [kVAr]	Stotal [kVA]
1	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	1	PB Recepción M-1	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,24	0,117	0,268
2	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	1	PB Recepción M-2	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,24	0,117	0,268
3	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	44	PB RMA Producción	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	10,63	5,146	11,807
4	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	5	PB CPD	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	1,21	0,585	1,342
5	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	3	PB Despacho CPD	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,72	0,351	0,805
6	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	52	P1 Oficina 1	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	12,56	6,082	13,953
7	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	36	P1 Oficina 2	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	8,69	4,211	9,660
8	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	3	P1 Sala de formación	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,72	0,351	0,805
9	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	2	P1 Sala de reunión 1	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,48	0,234	0,537
10	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	2	P1 Sala de reunión 2	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,48	0,234	0,537
11	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	2	P1 Despacho R	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,48	0,234	0,537
12	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	2	P1 Despacho C	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,48	0,234	0,537
13	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	54	P2 Oficina	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	13,04	6,316	14,490
14	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	18	P2 Sala diáfana 1	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	4,35	2,105	4,830
15	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	80	P2 Sala diáfana 2	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	19,32	9,357	21,467
16	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	3	P2 Despacho E	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,72	0,351	0,805
17	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	3	P2 Despacho P	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,72	0,351	0,805
18	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	3	P2 Sala juntas	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,72	0,351	0,805
19	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	2	P2 Sala reuniones 1	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,48	0,234	0,537
20	TOMA FUERZA MONOFÁSICA	2	P2 Sala reuniones 2	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,35	0,2	0,48	0,234	0,537
21	CARGADORES	22	PB Sala Cargadores	230	16	3,45	1	0,9	3,45	3,83	1,67	0,9	0,6	40,99	19,850	45,540
22	PUERTAS CARGA/DESCARGA	18	PB Almacenes	230	1,691	0,35	1	0,9	0,35	0,39	0,17	0,7	0,6	2,65	1,282	2,940
23	PROYECTORES	37	PB - Exterior	230	0,448	0,103	1	1	0,25	0,25	0,00	1	1	3,81	0,000	3,811
24	PR COCHE ELECTRICO	21	PB Exterior	400	5,312	3,68	1	1	3,68	3,68	0,00	0,75	0,3	17,22	0,000	17,222
25	PREVISION CONSUMO ADICIONAL	35 W/m2	Almacen 1					1						284,238		284,238
26	PREVISION CONSUMO ADICIONAL	35 W/m2	Almacen 2					1						284,238		284,238
27	ILUMINACIÓN		Todo el local					1						75,124		75,124
28	CLIMATIZACIÓN		Local de oficinas					0,9						270,000		300,000

**PTOTAL 1.055,06 kW 58,33 kVAr 1.098,44 kVA**

# Instalación eléctrica

## Punto de conexión en Media Tensión

La empresa suministradora de red eléctrica de MT será Iberdrola. Se ha previsto la instalación de un Centro de Seccionamiento y Transformación acorde con las normas particulares para instalaciones de Alta Tensión y BT de Iberdrola (MT 2.03.20) y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. El dimensionamiento de este centro se hará para cubrir un 40% más de la carga prevista.

## Diseño de CT de abonado y seccionamiento

Para el diseño del CT deberán tenerse en cuenta las características de la red de alta tensión de la empresa distribuidora:

Tensión eficaz (kV)		Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial. Valor eficaz (kV) 1 min		Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo. Valor Cresta (kV)		Intensidad de cortocircuito trifásico durante 1 segundo (kA)
Tensión nominal de red	Tensión más elevada para el material	A tierra y entre fases	A distancia de seccionamiento	A tierra y entre fases	A distancia de seccionamiento	12,5
20	24	50	60	125	145	

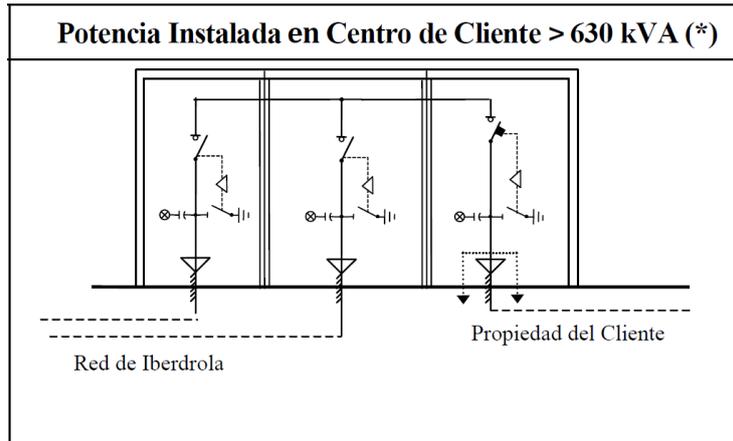
Tabla 42. Características de la red de Iberdrola

## Centro de seccionamiento

Estos equipos, propiedad de la empresa suministradora, se instalarán en el borde de parcela, al lado de la salida de vehículos. Para albergar las celdas necesarias, se utilizará una envolvente prefabricada de hormigón pflu.3 del fabricante Ormazabal. Las características de este se han escogido conforme a la normativa particular para instalaciones de clientes en AT de Iberdrola (MT 2.00.03).

El centro de seccionamiento estará formado por una celda compacta RMU 2lp del fabricante Ormazabal. Incluye indicador de presencia de tensión. Tiene dos funciones de línea y una función de protección con fusibles, alojadas en una única cuba de gas:

- CS\_L1 – interruptor-seccionador (CA-100-ES-1904 s/ IEC 62271-103), seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA. Aislamiento integral en SF<sub>6</sub>, endurancia mecánica 1000-M1, 5 ciclos de maniobras, clase E3.
- CS\_L2 – interruptor-seccionador (CA-100-ES-1904 s/ IEC 62271-103), seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA. Aislamiento integral en SF<sub>6</sub>, endurancia mecánica 1000-M1, 5 ciclos de maniobras, clase E3.
- CS\_P – interruptor-relé combinado (CA-100-ES-1904 s/ IEC 62271-103), seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA, aislamiento integral en SF<sub>6</sub>.



(\*) No se han representado los elementos necesarios para la alimentación en BT

Figura 18. Centro de seccionamiento independiente, MT 2.00.03 Iberdrola

### Centro de transformación

Estará formado por un centro de medida y un centro de transformación, ambos propiedad del cliente.

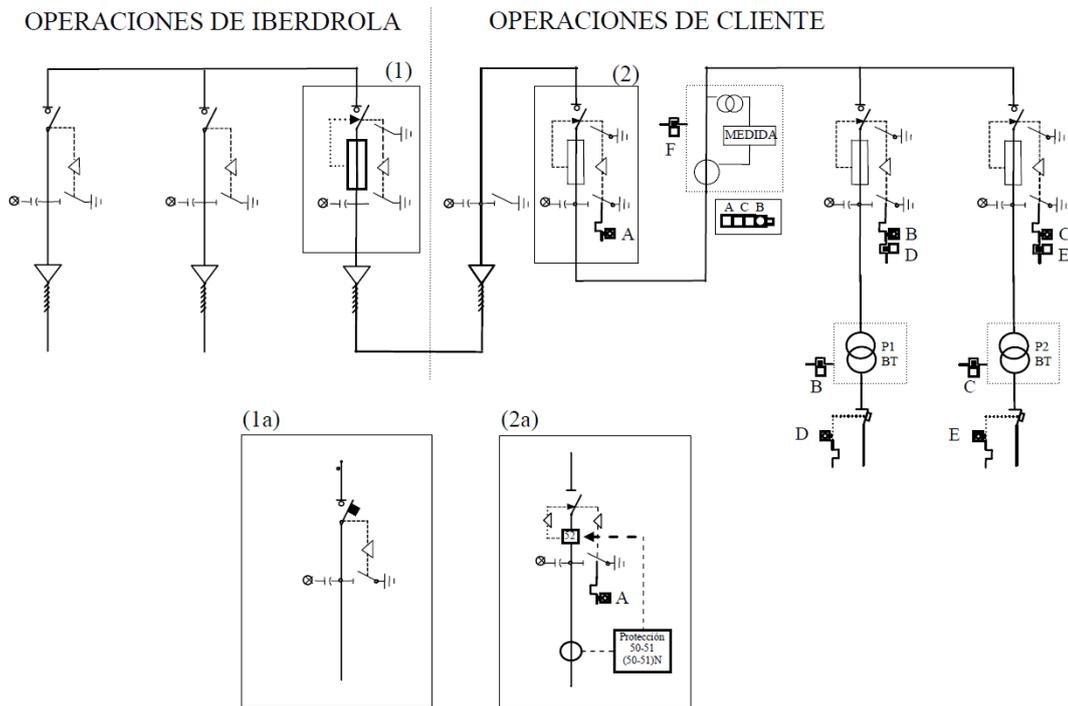


Figura 19. Esquema 7, acometidas tipo 3, anexo 2 MT 2.00.03 Iberdrola

El centro de transformación deberá seguir el esquema de acometida tipo 3 mostrado en la Figura 5. Las celdas correspondientes se elegirán de entre las del catálogo del fabricante Ormazabal. Los equipos que forman el CT serán:

- CT\_RB – celda rb-pt (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de remonte de barras con seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA. Aislamiento integral en SF<sub>6</sub>. Incluye indicador de presencia de tensión.
- CT\_P – celda v (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de protección con interruptor automático con mecanismo de maniobra AV3 (manual) y AMV3 (motorizado) y seccionador de puesta a tierra (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 16 kA. Aislamiento integral en SF<sub>6</sub>. Incluye indicador de presencia de tensión. Endurancia mecánica 2000-M1.
- CT\_CM – celda m (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de medida. Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 20 kA.
- CT\_PT1 - celda f (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de protección del transformador 1 con fusible, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones y protección con fusibles limitadores (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 20 kA.
- CT\_PT2 - celda f (CA-100-ES-1904 s/ IEC), función de protección del transformador 2 con fusible, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones y protección con fusibles limitadores (s/ IEC 62271-102). Tensión nominal de 20 kV, intensidad nominal de 630 A, clasificación de arco interno IAC AFL 20 kA.
- T1 – transformador trifásico de distribución, hermético de llenado integral
  - 630 kVA – 24kV – UNE Ecodiseño (Nº 548/2014)
- T2 – transformador trifásico de distribución, hermético de llenado integral
  - 630 kVA – 24kV – UNE Ecodiseño (Nº 548/2014)

### ***Instalación de BT***

La recepción de la alimentación provendrá de 2 transformadores que son los encargados de la transformación de la tensión de la red de Iberdrola a los 400 V de la instalación. Desde este punto, se suministran dos líneas generales a dos cuadros generales desde el que se alimentan las cargas eléctricas del edificio.

### ***Distribución de cuadros eléctricos***

Desde el centro de transformación, sale la acometida principal (líneas generales de alimentación) hasta los cuadros generales de baja tensión. Desde los CGBT se alimentan los demás cuadros de las naves, que alimentan las cargas particulares del edificio.

<b>CGBT1</b>		<b>208,685</b>	<b>kW</b>	<b>871,78</b>	<b>A</b>
CS	Oficinas	76,797	kW	371,00	A
CS	IlumExt	10,000	kW	43,48	A
CS	Climatización	41,000	kW	198,07	A
CS	PR	17,222	kW	24,86	A
CS	Puertas	22,680	kW	36,37	A
CS	Cargadores	40,986	kW	198,00	A
<b>CGBT2</b>		<b>568,475</b>	<b>kW</b>	<b>2471,63</b>	<b>A</b>
CS	Nave 1	284,238	kW	1235,82	A
CS	Nave 2	284,238	kW	1235,82	A

Tabla 43. Reparto de potencias, cuadros generales de baja tensión

### **Cableado**

Siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la sección de los cables se dimensionará acorde a dos criterios: intensidad máxima admisible y caída de tensión. Tanto los conductores de las fases como el conductor del neutro tendrán la misma sección. Todo el cableado será de cobre, no propagador de llama, con baja emisión de humos y libres de halógenos.

#### *LGA, línea general de alimentación*

Estos cables serán conductores aislados enterrados en zanja, la instalación se hará de acuerdo con la ITC-BT-21 y la ITC-BT-14.

Teniendo en cuenta el reparto de cargas detallado en la Tabla 14, y debido a que la instalación está formada por dos transformadores, serán necesarias dos LGA, cada una conectando un transformador a un CGBT del edificio. Ambas líneas irán enterradas en zanja a una profundidad de 0,7 m y tendrán las siguientes características:

	<b>Circuitos</b>	<b>Tipo cable</b>	<b>Aislamiento</b>
<b>LGA 1</b>	2x(3x185+185+TT120)	Cable tetrapolar	XLPE
<b>LGA 2</b>	4x(3x185+185+TT120)	Cable tetrapolar	XLPE

Tabla 44. Circuitos LGAs

#### *Derivaciones Individuales*

Las derivaciones individuales a cada cuadro secundario se dimensionarán de acuerdo con la ITC-BT-19 y la ITC-BT-15. Estas derivaciones serán cables de cobre, aislados y unipolares. Se realizará el dimensionado con criterio económico, haciendo uso de los coeficientes de utilización y simultaneidad. El reparto de consumos se ha realizado teniendo en cuenta el equilibrado de fases del sistema, de forma que la demanda de potencia sea parecida en las tres fases.

Los cálculos realizados se resumen en las tablas adjuntas a continuación:

De: CGBT1

A: CS Oficinas

ITC-BT-19  
Tabla A.1  
Factores de  
Corrección

ITC-BT-19 Tabla G y  
E  
Factores de Corrección

Tabla C-52-1.  
Tamb=40°C

			P [kW]	S [kVA]	U [V]	I [A]	L [m]	Por Temperatura (20°C)	n° circuitos	Factor de agrupación	I del consumo	Tipo de instalación	Iadm [A]	Sección [mm2]	Iadm max [A]	Caida tensión teórica [%]	Temperatura del cable [°C]	Resistividad	Caida tensión real
DERIVACION	CGBT1 a CS		76,80	85,33	400	371,00	75	1,19	2	0,94	165,83	Tipo C: bandejas no perforadas	199	70	222,6014	6,5%	68,61	0,0205	3,955%

ID	num.	Carga	Localizacion	P [kW]	S [kVA]	U [V]	I [A]	L [m]	Por Temperatura (20°C)	n° circuitos	Factor de agrupación	I del consumo	Tipo de instalación	Iadm [A]	Sección [mm2]	Iadm max [A]	Caida tensión teórica [%]	Temperatura del cable [°C]	Resistividad	Caida tensión real
27	180	Iluminacion	Almacén izquierdo	0,162	0,18	230	0,78		1,19	1	1	0,66	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,06	0,0172	3,955%
27	180	Iluminacion	Almacén derecho	0,162	0,18	230	0,78		1,19	1	1	0,66	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,06	0,0172	3,955%
27	9	Iluminacion	PB - Cargadores	0,033	0,04	230	0,16		1,19	1	1	0,13	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	3	Iluminacion	PB - Aseo 1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	2	Iluminacion	PB - Aseo 2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	1	Iluminacion	PB - Aseo 3	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	1	Iluminacion	PB - Aseo 4	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	5	Iluminacion	PB - Vestuario 1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	4	Iluminacion	PB - Vestuario 2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	2	Iluminacion	PB - Vestuario 3	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	6	Iluminacion	PB - Vestuario 4	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	6	Iluminacion	PB - Recepción 1	0,028	0,03	230	0,14		1,19	1	1	0,11	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	6	Iluminacion	PB - Recepción 2	0,028	0,03	230	0,14		1,19	1	1	0,11	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	12	Iluminacion	PB - Comedor	0,028	0,03	230	0,14		1,19	1	1	0,11	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	66	Iluminacion	PB - RMA Producción	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	2	Iluminacion	PB - CPD	0,033	0,04	230	0,16		1,19	1	1	0,13	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	3	Iluminacion	PB - Despacho CPD	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
1	1	Toma fuerza monofásica	PB - Recepción M-1	3,450	3,83	230	16,67	10	1,19	1	1	14,01	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	6,5%	48,37	0,0191	4,454%
2	1	Toma fuerza monofásica	PB - Recepción M-2	3,450	3,83	230	16,67	10	1,19	1	1	14,01	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	6,5%	48,37	0,0191	4,454%
3	44	Toma fuerza monofásica	PB - RMA Producción	3,450	3,83	230	16,67	20	1,19	1	1	14,01	Tipo B2: en tubo sobre pared	30	4	35,7	6,5%	35,26	0,0182	4,550%

4	5	Toma fuerza monofásica	PB - CPD	3,450	3,83	230	16,67	15	1,19	5	0,84	3,33	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	21,9912	6,5%	21,61	0,0173	4,091%
5	3	Toma fuerza monofásica	PB – Despacho CPD	3,450	3,83	230	16,67	18	1,19	3	0,87	5,37	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	22,7766	6,5%	24,16	0,0175	4,229%

<b>DERIVACION</b>	<b>CS_Oficinas a CS_P1</b>			28,81	26,57	400	38,34	6	1,19	2	0,94	17,14	Tipo C: bandejas no perforadas	103	25	115,2158	6,5%	21,94	0,0173	0,037%
<b>DERIVACION</b>	<b>CS_Oficinas a CS_P2</b>			47,35	44,28	400	63,91	10	1,19	2	0,94	28,56	Tipo C: bandejas no perforadas	103	25	115,2158	6,5%	25,38	0,0176	0,104%

27	50	Iluminacion	P1 – Oficina 1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	51	Iluminacion	P1 – Oficina 2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	15	Iluminacion	P1 – Sala de formación	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	3	Iluminacion	P1 – Sala reunión 1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	3	Iluminacion	P1 – Sala reunión 2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	5	Iluminacion	P1 – Despacho R	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	5	Iluminacion	P1 – Despacho C	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	1	Iluminacion	P1 – Archivo	0,033	0,04	230	0,16		1,19	1	1	0,13	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	2	Iluminacion	P1 – Aseo 1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	1	Iluminacion	P1 – Aseo 2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	50	Iluminacion	P2 – Oficina	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	2	Iluminacion	P2 – Box 2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	2	Iluminacion	P2 – Box 1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	25	Iluminacion	P2 – Sala diáfana 1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	95	Iluminacion	P2 – Sala diáfana 2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	5	Iluminacion	P2 – Despacho E	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	6	Iluminacion	P2 – Despacho P	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	10	Iluminacion	P2 – Sala de juntas	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	4	Iluminacion	P2 – Sala reuniones 2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	3	Iluminacion	P2 – Sala reuniones 1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%

27	2	Iluminacion	P2 – Aseo H1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	1	Iluminacion	P2 – Aseo M1	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	1	Iluminacion	P2 – Aseo H2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
27	1	Iluminacion	P2 – Aseo M2	0,036	0,04	230	0,17		1,19	1	1	0,15	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	26,18	4,5%	20,00	0,0172	3,955%
6	52	Toma fuerza monofásica	P1 – Oficina 1	3,45	3,83	230	16,67	1	1,19	1	1	14,01	Tipo B2: en tubo sobre pared	30	4	35,7	6,5%	35,26	0,0182	3,985%
7	36	Toma fuerza monofásica	P1 – Oficina 2	3,45	3,83	230	16,67	1	1,19	1	1	14,01	Tipo B2: en tubo sobre pared	30	4	35,7	6,5%	35,26	0,0182	3,985%
8	3	Toma fuerza monofásica	P1 – Sala de formación	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	3	0,87	5,37	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	22,7766	6,5%	24,16	0,0175	4,183%
9	2	Toma fuerza monofásica	P1 – Sala de reunión 1	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	2	0,94	7,45	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	24,6092	6,5%	28,03	0,0177	4,302%
10	2	Toma fuerza monofásica	P1 – Sala de reunión 2	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	2	0,94	7,45	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	24,6092	6,5%	28,03	0,0177	4,302%
11	2	Toma fuerza monofásica	P1 – Despacho R	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	2	0,94	7,45	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	24,6092	6,5%	28,03	0,0177	4,302%
12	2	Toma fuerza monofásica	P1 – Despacho C	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	2	0,94	7,45	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	24,6092	6,5%	28,03	0,0177	4,302%
13	54	Toma fuerza monofásica	P2 – Oficina	3,45	3,83	230	16,67	1	1,19	1	1	14,01	Tipo B2: en tubo sobre pared	30	4	35,7	6,5%	35,26	0,0182	3,985%
14	18	Toma fuerza monofásica	P2 – Sala diáfana 1	3,45	3,83	230	16,67	1	1,19	1	1	14,01	Tipo B2: en tubo sobre pared	30	4	35,7	6,5%	35,26	0,0182	3,985%
15	80	Toma fuerza monofásica	P2 – Sala diáfana 2	3,45	3,83	230	16,67	25	1,19	2	0,94	7,45	Tipo B2: en tubo sobre pared	30	4	33,558	6,5%	24,32	0,0175	4,312%
16	3	Toma fuerza monofásica	P2 – Despacho E	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	3	0,87	5,37	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	22,7766	6,5%	24,16	0,0175	4,183%
17	3	Toma fuerza monofásica	P2 – Despacho P	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	3	0,87	5,37	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	22,7766	6,5%	24,16	0,0175	4,183%
18	3	Toma fuerza monofásica	P2 – Sala juntas	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	3	0,87	5,37	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	22,7766	6,5%	24,16	0,0175	4,183%
19	2	Toma fuerza monofásica	P2 – Sala reuniones 1	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	2	0,94	7,45	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	24,6092	6,5%	28,03	0,0177	4,302%
20	2	Toma fuerza monofásica	P2 – Sala reuniones 2	3,45	3,83	230	16,67	15	1,19	2	0,94	7,45	Tipo B2: en tubo sobre pared	22	2,5	24,6092	6,5%	28,03	0,0177	4,302%

De: CGBT1

A: CS Cargadores

ITC-BT-19  
Tabla A.1

Factores de  
Corrección

ITC-BT-19 Tabla G (CS2, 2 encima de 3) y  
E (resto)

Factores de Corrección

Tabla C-52-1  
bis.  
Tamb=40°C

				P [kW]	S [kVA]	U [V]	I [A]	L [m]	Por Temperatura (20°C)	n° circuitos	Factor de agrupación	I del consumo	Tipo de instalación	Iadm [A]	Sección [mm2]	Iadm max [A]	Caida tensión teórica [%]	Temperatura del cable [°C]	Resistividad	Caida tensión real
DERIVACION	CGBT1 a CS			40,99	45,54	400	198,00	225	1,19	1	1	166,39	Tipo C: bandejas no perforadas	199	70	236,81	6,5%	68,94	0,0205	1,690%
21	22	Cargadores	PB - Sala Cargadores	3,45	3,83	230	9,62		1,19	1	1	169,81	Tipo B2: empotrado en suelo	37	6	44,03	6,5%	1494,40	0,1169	3,955%

De: CGBT1

A: CS Puertas

ITC-BT-19  
Tabla A.1

Factores de  
Corrección

ITC-BT-19 Tabla G (CS2, 2 encima de 3) y  
E (resto)

Factores de Corrección

Tabla C-52-1  
bis.  
Tamb=40°C

				P [kW]	S [kVA]	U [V]	I [A]	L [m]	Por Temperatura (20°C)	n° circuitos	Factor de agrupación	I del consumo	Tipo de instalación	Iadm [A]	Sección [mm2]	Iadm max [A]	Caida tensión teórica [%]	Temperatura del cable [°C]	Resistividad	Caida tensión real
DERIVACION	CGBT1 a CS			2,65	2,94	230	4,24	5	1,19	1	1	3,57	Tipo C: bandejas no perforadas	37	6	44,03	6,5%	20,65	0,0173	0,072%
22	18	Puertas	PB - Almacenes	0,35	0,39	230	0,98		1,19	1	1	0,82	Tipo B2: empotrado en suelo	37	6	44,03	6,5%	20,03	0,0173	3,750%

De: CGBT1  
 A: CS IlumExt

ITC-BT-19  
 Tabla A.1

ITC-BT-19 Tabla G (CS2, 2 encima de 3) y  
 E (resto)

Factores de  
 Corrección

Factores de Corrección

Tabla C-52-1  
 bis.  
 Tamb=40°C

				P [kW]	S [kVA]	U [V]	I [A]	L [m]	Por Temperatura (20°C)	n° circuitos	Factor de agrupación	I del consumo	Tipo de instalación	Iadm [A]	Sección [mm2]	Iadm max [A]	Caida tensión teórica [%]	Temperatura del cable [°C]	Resistividad	Caida tensión real
DERIVACION	CGBT1 a CS			3,81	3,81	230	16,57	75	1,19	1	1	13,92	Tipo C: bandejas no perforadas	37	6	44,03	6,5%	29,91	0,0179	1,609%
23	40	Alumbrado exterior	PB - Exterior	0,10	0,10	230	0,26		1,19	1	1	0,22	Tipo B2: empotrado en suelo	37	6	44,03	6,5%	20,00	0,0172	3,750%

De: CGBT1  
 A: CS PR

ITC-BT-19  
 Tabla A.1

ITC-BT-19 Tabla G (CS2, 2 encima de 3) y  
 E (resto)

Factores de  
 Corrección

Factores de Corrección

Tabla C-52-1  
 bis.  
 Tamb=40°C

				P [kW]	S [kVA]	U [V]	I [A]	L [m]	Por Temperatura (20°C)	n° circuitos	Factor de agrupación	I del consumo	Tipo de instalación	Iadm [A]	Sección [mm2]	Iadm max [A]	Caida tensión teórica [%]	Temperatura del cable [°C]	Resistividad	Caida tensión real
DERIVACION	CGBT1 a CS			17,22	17,22	400	24,86	5	1,19	1	1	20,89	Tipo C: bandejas no perforadas	199	70	236,81	6,5%	20,77	0,0173	0,013%
24	21	PR coche eléctrico	PB - Exterior	3,68	3,68	400	5,31		1,19	1	1	4,46	Tipo B2: empotrado en suelo	37	6	44,03	6,5%	21,02	0,0173	3,955%

De: CGBT1  
 A: CS Climatizacion

ITC-BT-19  
 Tabla A.1

ITC-BT-19 Tabla G (CS2, 2 encima de 3) y  
 E (resto)

Factores de  
 Corrección

Factores de Corrección

Tabla C-52-1  
 bis.  
 Tamb=40°C

				P [kW]	S [kVA]	U [V]	I [A]	L [m]	Por Temperatura (20°C)	n° circuitos	Factor de agrupación	I del consumo	Tipo de instalación	Iadm [A]	Sección [mm2]	Iadm max [A]	Caida tensión teórica [%]	Temperatura del cable [°C]	Resistividad	Caida tensión real
DERIVACION	CGBT1 a CS			270,00	300,00	230	1304,35	75	1,19	3	0,87	419,96	Tipo C: bandejas no perforadas	241	95	249,5073	6,5%	232,56	0,0316	4,240%

## Protecciones

### Celda de protección del CT

Esta celda está compuesta por un interruptor automático. Para determinar cuál debe ser instalado, se tendrá en cuenta la corriente nominal de los fusibles de la entrada de AT de los transformadores, ya que la corriente nominal del IA debe ser como mínimo la suma de estos.

Los fusibles se escogerán de 50 A, por lo que la intensidad nominal del IA de la celda de protección del fabricante Ormazábal será de 630 A.

### Celdas de salida al transformador

Las celdas de salida a los transformadores deben tener un fusible cada una. Para su dimensionamiento contra sobrecargas en AT, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- $I_f(0,1 s) > 12 \cdot I_{n,trafo}$
- $I_{n,fusible} > 1,4 \cdot I_{n,trafo}$
- $I_f(2 s) < I_{cc,trafo}$

Teniendo en cuenta esto, se elige el fusible que cumpla estas condiciones a partir de las curvas de funcionamiento mostradas en la Figura 20. Los fusibles escogidos serán del fabricante MESA tipo Fusarc CF-24/50.

	$I_{n,trafo}$ [A]	$12 \cdot I_{n,trafo}$ [A]	$1,4 \cdot I_{n,trafo}$ [A]	$I_{cc,trafo}$ [A]	$I_{n,fusible}$ [A]
<b>CGBT 1</b>	18,19	218,24	25,46	254,48	<b>50 A</b>
<b>CGBT 2</b>	18,19	218,24	25,46	254,48	<b>50 A</b>

Tabla 45. Fusibles celda de protección de los transformadores

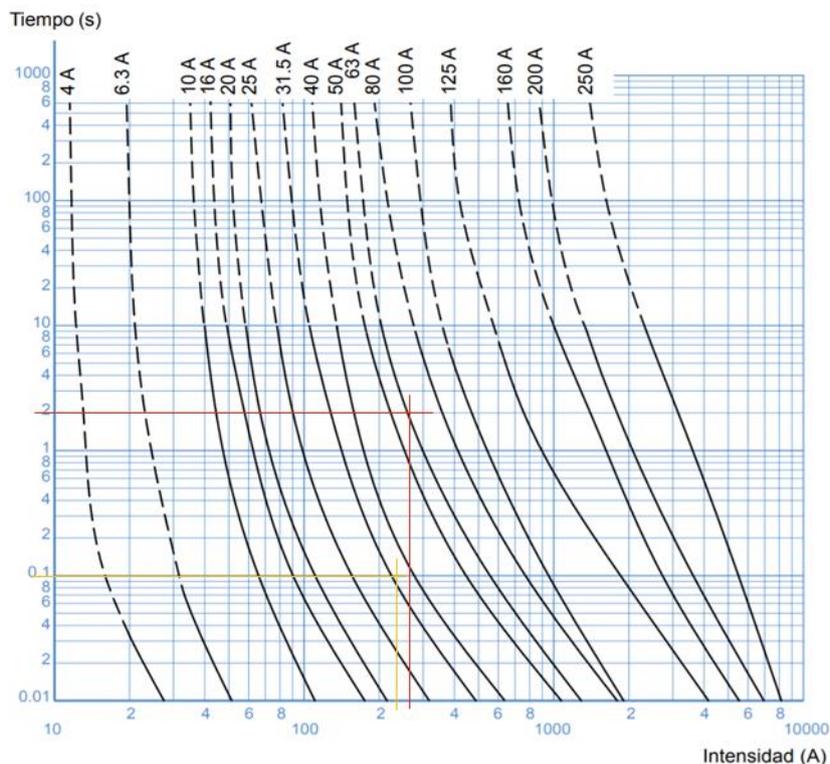


Figura 20. Curvas de funcionamiento fusibles MESA

### Cajas generales de protección

Las cajas generales de protección deberán cumplir con la ITC-BT-13. Aquí se alojan los elementos de protección de las LGA, que serán fusibles. Su poder de corte será, como mínimo, igual a la mayor intensidad de cortocircuito calculada en ese punto.

Para las CGP se usará el cuadro de baja tensión optimizado CBTO-C, del fabricante Ormazabal. En este cuadro los fusibles tienen bases tripolares verticales.

Para asegurar la protección contra sobrecargas, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- $I_b \leq I_n \leq I_z$
- $I_2 = I_f \leq 1,45 * I_z$

Para asegurar la protección contra cortocircuitos, el poder de corte del fusible tiene que ser mayor a la intensidad de cortocircuito máxima prevista en el punto de instalación ( $I_{cc}$ ). Además, el tiempo de corte de esta intensidad, deberá ser menor al tiempo que tardan los conductores en alcanzar su temperatura máxima.

	<b>I<sub>cc</sub></b>	<b>I<sub>b</sub></b>	<b>I<sub>z</sub></b>	<b>I<sub>2</sub></b>	<b>1'45·I<sub>z</sub></b>	<b>I<sub>n</sub></b>	<b>t<sub>Tmax</sub></b>
<b>CGBT 1</b>	5,77 kA	701,94 A	900 A	800 A	1296 A	<b>500 A</b>	5,465 s
<b>CGBT 2</b>	18,57 kA	911,69 A	1560 A	1600 A	2246,40 A	<b>1000 A</b>	0,527s

Tabla 46. Cálculos intensidades fusibles CGP

siendo:

$I_{cc}$  – corriente de cortocircuito

$I_b$  – intensidad de circulación

$I_z$  – intensidad máxima por los conductores

$I_2$  – intensidad de funcionamiento que toma los siguientes valores para los fusibles de tipo gG:

$$\begin{array}{ll}
 I_2 = 1,60 * I_n & \text{si } I_n \geq 16A \\
 I_2 = 1,90 * I_n & \text{si } 4A \leq I_n \leq 16A \\
 I_2 = 2,10 * I_n & \text{si } I_n \leq 4A
 \end{array}$$

$t_{Tmax}$  – tiempo que tarda un conductor en alcanzar su temperatura máxima admisible:

$$t_{Tmax.admisible} = \left( k * \frac{S}{I_{cc, eficaz}} \right)^2$$

Finalmente, se escogerá el fusible Crady Dyfus-AC NH4 clase gG de 500 A como elemento de protección de la LGA 1 y el fusible Crady Dyfus-AC NH4 clase gG de 1000 A como elemento de protección de la LGA 2.

Comprobamos que no se supera el tiempo de calentamiento a temperatura máxima de los cables analizando las curvas de comportamiento de los fusibles, detalladas en la Figura 21.

500/690V (800-1600)A Tamaño: 4

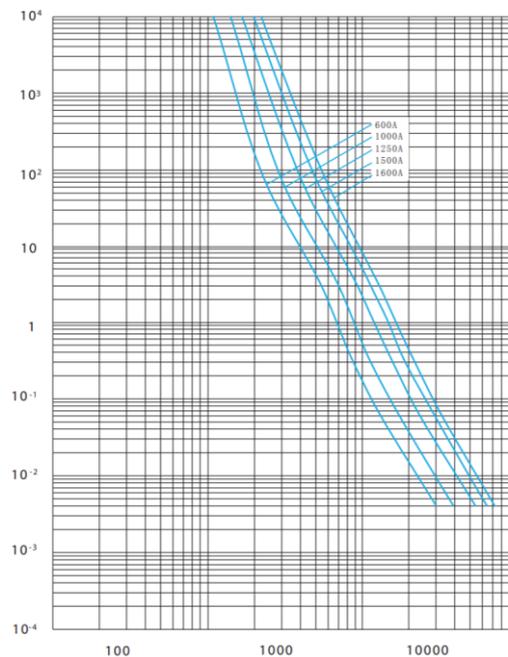


Figura 21. Curvas funcionamiento fusibles Crady

### *Cuadros generales de BT*

Se utilizarán interruptores automáticos como elementos de protección, tanto en la LGA, como en las derivaciones del cuadro general a los secundarios.

### *CGBT1*

Tras comprobar la protección contra sobrecargas y cortocircuitos, se escogen los siguientes interruptores para las distintas derivaciones a los cuadros secundarios:

- CS\_Oficinas – Schneider NSX400NA Micrologic 0.3 NA 3P curva B, interruptor seccionador
- CS\_Cargadores – Schneider ComPact NSX250 TM250D curva B, interruptor automático
- CS\_Puertas – Schneider NG160E TM50D 3 polos 3d curva B, interruptor automático
- CS\_IlumExt – Schneider NG160E TM16D 3 polos 3d curva B, interruptor automático
- CS\_PR – Schneider NG160E TM32D 3 polos 3d curva B, interruptor automático
- CS\_Climat – Schneider ComPact NSX250 TM250D curva B, interruptor automático

El interruptor automático de la LGA1 situado a la entrada del CGBT1 será el aparato de base NS1600N de 1600 A curva C. Se comprueba que tiene selectividad amperimétrica y cronométrica con los interruptores de aguas abajo.

## *CGBT2*

Tras comprobar la protección contra sobrecargas y cortocircuitos, se escogen los siguientes interruptores para las distintas derivaciones a los cuadros secundarios:

- CS\_Nave1 – Schneider ComPact NS2000N curva B, interruptor automático
- CS\_Nave2 – Schneider ComPact NS2000N curva B, interruptor automático

El interruptor automático de la LGA2 situado a la entrada del CGBT2 será el interruptor automático de Schneider ComPact NS2500H, curva C. Se comprueba que tiene selectividad amperimétrica y cronométrica con los interruptores de aguas abajo.

## *Cuadros secundarios de BT*

La protección de los cuadros secundarios y los consumos estará formada por interruptores automáticos y diferenciales para proteger contra contactos indirectos.

Los interruptores automáticos se seleccionarán siguiendo el mismo procedimiento que los interruptores automáticos de los CGBT.

Los interruptores diferenciales tienen el objetivo de proteger contra fallos a aislamiento de los cables a las personas. Teniendo en cuenta la conexión a tierra TT del sistema de baja tensión, el diferencial debe asegurar el corte de  $I_a$  en un tiempo máximo de 5 segundos<sup>15</sup>, siendo  $I_a$ :

$$R_A * I_a \leq U \quad \rightarrow \quad I_a \leq \frac{U_s \text{ local seco}}{R_A} = \frac{50 \text{ V}}{2 \Omega} = 25 \text{ A}$$

En general, los interruptores diferenciales tendrán un calibre de 300 ms, exceptuando aquellos que protejan un equipo que esté en contacto directo con personas que tendrán un calibre de 30 ms.

## ***Puesta a tierra***

Se realizará una red de puesta a tierra en todo el perímetro del edificio. Dicha red quedará enterrada a una profundidad de 80 cm y estará formada por cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>. La malla se reforzará además con picas verticales en todos los cambios de dirección, así como en tramos mayores de 40m de forma que se garantice un valor reducido de resistencia de tierra.

Desde el cuadro de alumbrado exterior nacerá la red de puesta a tierra de alumbrado, unido a la tierra general de Baja Tensión.

El cálculo y dimensionado de la instalación de puesta a tierra se hará de acuerdo a la normativa ITC-BT-18. El terreno en el que se encuentra la nave se considerará un terraplén con una resistividad de 500  $\Omega \cdot m$  y se implementará el esquema TT de puesta a tierra.

---

<sup>15</sup> ITC-BT-24, REBT

La tensión máxima de contacto establecida en la ITC-BT-19 es de 50 V en locales secos, por lo que se deberá cumplir lo siguiente:

$$U_C = I_d * R_A \leq U_S$$

siendo:

- $U_S$  – tensión de seguridad (50 V)
- $U_C$  – tensión de contacto
- $I_d$  – intensidad de defecto
- $R_A$  – resistencia del terreno

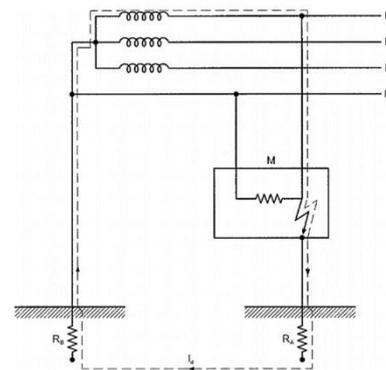


Figura 22. Esquema TT

Como la conexión a tierra del neutro va a ser mediante zigzag de 500 A y la tensión de la red es de 20 kV, la impedancia equivalente del neutro  $R_N$  es de 25,4  $\Omega$  (Tabla 47). Sabiendo esto, obtenemos los siguientes valores máximos de la resistencia del terreno  $R_A$ :

$$R_A \leq \frac{U_S * R_N}{U_0 - U_S} = \frac{50V * 25,4\Omega}{230V - 50V} = 7,056 \Omega \text{ (locales secos)}$$

$$R_A \leq \frac{U_S * R_N}{U_0 - U_S} = \frac{24V * 25,4\Omega}{230V - 24V} = 2,959 \Omega \text{ (locales húmedos)}$$

Tabla 2. Intensidades máximas de defecto a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra (\*)

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Tipo de puesta a tierra	Impedancia equivalente $Z_{L,TH}$ ( $\Omega$ )	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 $\Omega$	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 $\Omega$	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 $\Omega$	5,7	2228
30	Zig-Zag 1300 A (**)	2,117	9000
45	Rígido	1,143	25000
66	Rígido	1,677	25000
132	Rígido	2,794	30000

(\*) Pueden existir otros tipos de puesta a tierra en subestaciones de Iberdrola, tales como puestas a tierra mediante resistencias, que en cualquier caso suponen valores de intensidades defecto a tierra iguales o inferiores a los indicados en la Tabla 2.

Tabla 47. Intensidades máximas de defecto a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra, REBT

Si únicamente se usara cable enterrado para implementar el sistema de PT, debería tener 338 m como mínimo, acorde a la ecuación detallada a continuación. Ya que el perímetro del edificio es de 548 m, la puesta a tierra a implementar estará sobredimensionada a efectos de mayor seguridad.

$$R_{cable} = 2 * \frac{\rho_{terreno}}{l_{cable}} = 2 * \frac{500 \Omega \cdot m}{l_{cable}} < 2,959 \text{ (considerando local seco)}$$

### Pararrayos

Antes de determinar el montaje necesario para instalar un pararrayos de forma eficaz, se determinará la necesidad de esta instalación en la nave de estudio. Para ello utilizaremos las condiciones establecidas en el DB-SUA 8 del CTE. Para que sea necesario un pararrayos, el edificio debe tener una altura superior a 43 m y la frecuencia de impactos esperada  $N_e$  debe ser superior al riesgo admisible  $N_a$ .



Ilustración 10. Densidad de impacto de rayos sobre el terreno, Real Decreto 314/2006

La frecuencia de impactos esperada se calcula como:

$$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6} = 0,07494 \text{ n}^{\circ} \text{ impactos/año}$$

siendo:

$N_e$  – frecuencia de impactos esperada [impactos/año]

$N_g$  – densidad de impacto de rayos sobre el terreno,  $N_g = 1,5$  impactos/año·km<sup>2</sup> (Ilustración 10. Densidad de impacto de rayos sobre el terreno, Real Decreto 314/2006)

$C_1$  – coeficiente según situación del edificio, edificio aislado  $C_1 = 1$

$A_e$  – Área de captura equivalente del edificio [km<sup>2</sup>] calculada como:

$$A_e = (b * a) + 6h(b + a) + 9\pi h^2 = 49.958 \text{ m}^2$$

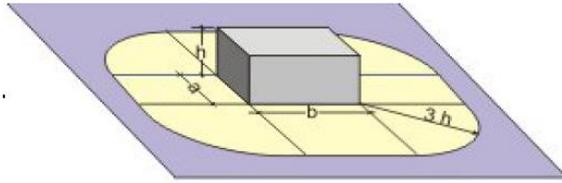


Ilustración 11. Área de captura equivalente de un edificio

El riesgo admisible se calcula de la siguiente forma:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} * 10^{-3} = 0,0055$$

siendo:

$N_a$  – riesgo admisible [impactos/año]

$C_2$  – coeficiente en función del tipo de construcción, estructura y cubierta de hormigón  $C_2 = 1$

$C_3$  – coeficiente en función del contenido del edificio,  $C_3=1$

$C_4$  – coeficiente en función del uso,  $C_4=1$

$C_5$  – coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan,  $C_5=1$

Al ser la frecuencia esperada mayor que el riesgo admisible, es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo con un nivel de protección 3.

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0,93 \rightarrow 0,80 < E < 0,95 \rightarrow \text{Nivel de protección 3}$$

# CÁLCULOS SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

## – Módulo de Oficinas

### **Previsión cargas térmicas**

Para el dimensionado de la instalación de ventilación del edificio, es necesario estimar las cargas sensibles y latentes que el sistema deberá compensar. Éstas dependen en gran parte del clima donde esté ubicada la nave. Málaga está en una zona climática A3. Los datos usados para realizar los cálculos son los siguientes:

<b>MÁLAGA VERANO</b>		<b>MÁLAGA INVIERNO</b>	
$T_s$ [°C] = $T_e$	33,2	$T_s$ [°C] = $T_e$	5,8
$T_h$ [°C]	21,8	HUMcoin [%]	81
$W_e$ [kg/kg]	0,0117	Velocidad viento [m/s]	3,46
Velocidad viento [m/s]	3,46	Del gráfico:	
Del gráfico:		$T_h$ [°C]	4,43
$H_r$ [%]	37	$w_e$ [kg/kg]	0,00462
$h_e$ [kJ/kg]	63,37	$h_e$ [kJ/kg]	17,45
$v$ específico [m <sup>3</sup> /kg]	0,8837	$v$ específico [m <sup>3</sup> /kg]	0,7957

Partiendo de estos datos sacados del RITE, se establecen las condiciones de diseño elegidas conforme a la Tabla 48, extracto del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Estación	Temperatura operativa ( $T_{seca}$ ) [°C]	Humedad relativa [%]	Velocidad aire [m/s]
Verano	23...25	45...60	0,15...0,2
Invierno	21...23	40...50	0,18...0,24

Tabla 48. Condiciones interiores de diseño, RITE

Las cargas térmicas pueden ser producidas por agentes externos al local o internos. El primer tipo de cargas dependes del clima donde esté situado el local, el tipo de cerramiento de los muros exteriores, el número de ventanas o las infiltraciones de aire. El segundo tipo dependen de factores como la ocupación, la iluminación y los equipos.

Estas cargas podrán tener signo positivo, en cuyo caso serán aportes de energía al sistema, o negativo, que significarán pérdidas de energía. En verano el objetivo será disminuir la temperatura y la humedad del aire exterior, por lo que toda carga positiva será una dificultad a la hora de conseguir este objetivo. En invierno sin embargo se da la situación contraria, las cargas positivas ayudan a alcanzar las condiciones de confort, por lo que la potencia necesaria del sistema de climatización será menor. Por este motivo se calcularán las cargas térmicas de verano (caso más desfavorable).

Para compensar las cargas térmicas, se deberá introducir aire en unas condiciones tales que consigan una calidad y propiedades ambientales que aseguren el confort en la estancia. Las cargas de climatización pueden ser de tipo sensible (tienden a modificar la temperatura en un local) o latente (tienden a modificar la humedad absoluta en un local). Estas cargas determinarán los caudales mínimos necesarios de aire de

impulsión del equipo de climatización y sus propiedades. La relación entre el tipo de carga térmica y los caudales de aire de impulsión viene dada por las fórmulas indicadas a continuación en la Tabla 49.

Tipo de carga	Para compensar se introduce	Caudales de compensación
Sensible, $Q_s$	Aire frío	$Q_s = M_i * c_p * (T_z - T_i)$
Latentes, $Q_L$	Aire seco	$Q_L = M_i * 2501 * (W_z - W_i)$
Total, $Q_T$	Aire frío y seco	$Q_T = M_i * (H_z - H_i)$

Tabla 49. Compensación de cargas térmicas

Para la elección de los equipos que componen el sistema de climatización es necesaria una estimación de las cargas térmicas del edificio.

### Cargas por ocupación

Para una temperatura operativa entre 23 y 25°C, se puede considerar una estimación aproximada de la carga térmica por persona según el tipo de actividad física que esté realizando las indicadas en la Tabla 50.

Actividad	Tipo de local	Cargas [W/persona] (Tz=24°C)	
		Sensible	Latente
Sentado, reposo	Teatro, escuela	50	35
Sentado, trabajo ligero	Oficinas, bancos, restaurantes	60	50
Persona de pie	Almacén, tienda	65	60
Ejercicio físico	Sala de baile	70	110

Tabla 50. Cargas según el tipo de actividad

A partir de estos valores, se calculan las cargas latentes y sensibles del local debido a la ocupación. Los resultados de este cálculo se muestran más detalladamente en la Tabla 51, siendo la carga sensible total debida a la ocupación:

$$Q_{personas} = Q_{S,ocup} + Q_{L,ocup} = 31,705 \text{ kW} + 15,720 \text{ kW}$$

Zonas	Ocupación [nº personas]	Qs [W]	Qlat [W]
Almacén izquierdo	10	650	300
Almacén derecho	10	650	300
PB - Cargadores	3	195	90
PB - Aseo 1	1	65	30
PB - Aseo 2	1	65	30
PB - Aseo 3	1	65	30
PB - Aseo 4	1	65	30
PB - Vestuario 1	5	325	150
PB - Vestuario 2	5	325	150
PB - Vestuario 3	5	325	150
PB - Vestuario 4	5	325	150
PB - Recepción 1	3	195	90
PB - Recepción 2	3	195	90

PB – Comedor	72	4320	2160
PB – RMA Producción	44	2640	1320
PB - CPD	2	120	60
PB – Despacho CPD	3	180	90
P1 – Oficina 1	52	3120	1560
P1 – Oficina 2	36	2160	1080
P1 – Sala de formación	31	1860	930
P1 – Sala reunión 1	6	360	180
P1 – Sala reunión 2	6	360	180
P1 – Despacho R	3	180	90
P1 – Despacho C	3	180	90
P1 – Archivo	1	60	30
P1 – Aseo 1	2	120	60
P1 – Aseo 2	2	120	60
P2 – Oficina	54	3240	1620
P2 – Box 2	4	240	120
P2 – Box 1	4	240	120
P2 – Sala diáfana 1	18	1080	540
P2 – Sala diáfana 2	80	4800	2400
P2 – Despacho E	3	180	90
P2 – Despacho P	3	180	90
P2 – Sala de juntas	16	960	480
P2 – Sala reuniones 2	10	600	300
P2 – Sala reuniones 1	8	480	240
P2 – Aseo H1	2	120	60
P2 – Aseo M1	2	120	60
P2 – Aseo H2	2	120	60
P2 – Aseo M2	2	120	60
<b>TOTAL</b>		<b>31,705 kW</b>	<b>15,720 kW</b>

Tabla 51. Cargas térmicas por ocupación en verano

### Cargas de iluminación

Estas cargas son cargas de tipo sensible, de valor la potencia indicada en la Tabla 8.

$$Q_{iluminación} = Q_S = \Sigma Q_{zonas} = 75,12 \text{ kW}$$

### Cargas por los equipos

Para simplificar el cálculo este tipo de cargas, se supondrá que toda la potencia de los equipos se transforma en calor sensible y se estimará un coeficiente de simultaneidad  $C_s = 0,4$ , ya que no se utilizarán todos los equipos a la vez.

Estas cargas son las generadas por los ordenadores de todas las oficinas, salas de reunión, despachos... En total habrá 365 aproximadamente de 250 W cada uno, por lo que:

$$Q_{equipos} = Q_S = P_{ordenador} * n^{\circ} \text{ ordenadores} * C_s = 36,50 \text{ kW}$$

### Cargas por ventilación

Las cargas térmicas debidas a la ventilación varían dependiendo de la estación del año, ya que las propiedades del aire de ventilación cambian. Estas cargas serán tanto latentes como sensibles y se calculan de la siguiente manera:

$$Q_{S\_vent} = \sum \dot{m}_{ext} * cp * (Te - Tz)$$

$$Q_{L\_vent} = \sum \dot{m}_{ext} * LW * (we - wz)$$

Siendo  $\dot{m}_{ext}$  el caudal mínimo de aire exterior de ventilación en kg/s. Éste será distinto dependiendo de la calidad del aire interior que sea necesaria, que vendrá determinada por el uso del local, según viene indicado en la Tabla 63.

Teniendo en cuenta las condiciones de aire exterior y de diseño, se obtiene la carga aportada por los caudales de aire exterior de ventilación. Estas cargas serán distintas en verano e invierno. Para la elección de las unidades de tratamiento de aire se considerará la situación más desfavorable, por lo tanto, se escogerán en base a las cargas de verano especificadas en la Tabla 52.

Zonas	S [m2]	Qmin.ext.vent [kg/s]	Qs vent ext [kW]	Qlat vent ext [kW]
PB - Cargadores	89,99	0,062	0,968	0,485
PB - Aseo 1	16,34	0,016	0,245	0,123
PB - Aseo 2	10,96	0,016	0,245	0,123
PB - Aseo 3	6,83	0,016	0,245	0,123
PB - Aseo 4	6,83	0,016	0,245	0,123
PB - Vestuario 1	36,73	0,025	0,395	0,198
PB - Vestuario 2	26,86	0,019	0,289	0,145
PB - Vestuario 3	13,27	0,009	0,143	0,072
PB - Vestuario 4	45,87	0,032	0,493	0,247
PB - Recepción 1	61,24	0,047	0,734	0,368
PB - Recepción 2	61,24	0,047	0,734	0,368
PB - Comedor	123,7	0,311	4,839	2,426
PB - RMA Producción	338,49	0,691	10,759	5,394
PB - CPD	29,01	0,031	0,489	0,245
PB - Despacho CPD	16,1	0,047	0,734	0,368
P1 - Oficina 1	256,13	0,817	12,715	6,374
P1 - Oficina 2	263,29	0,566	8,803	4,413
P1 - Sala de formación	75,85	0,487	7,580	3,800
P1 - Sala reunión 1	15,2	0,094	1,467	0,735
P1 - Sala reunión 2	15,2	0,094	1,467	0,735
P1 - Despacho R	24,51	0,047	0,734	0,368
P1 - Despacho C	27,49	0,047	0,734	0,368
P1 - Archivo	11,87	0,016	0,245	0,123
P1 - Aseo 1	9,55	0,031	0,489	0,245
P1 - Aseo 2	7,47	0,031	0,489	0,245
P2 - Oficina	256,55	0,848	13,204	6,619
P2 - Box 2	12,32	0,063	0,978	0,490
P2 - Box 1	12,36	0,063	0,978	0,490
P2 - Sala diáfana 1	127,06	0,283	4,401	2,206
P2 - Sala diáfana 2	489,18	1,257	19,561	9,807

P2 – Despacho E	26,79	0,047	<b>0,734</b>	<b>0,368</b>
P2 – Despacho P	30,17	0,047	<b>0,734</b>	<b>0,368</b>
P2 – Sala de juntas	52,87	0,251	<b>3,912</b>	<b>1,961</b>
P2 – Sala reuniones 2	19,78	0,157	<b>2,445</b>	<b>1,226</b>
P2 – Sala reuniones 1	17,66	0,126	<b>1,956</b>	<b>0,981</b>
P2 – Aseo H1	9,55	0,031	<b>0,489</b>	<b>0,245</b>
P2 – Aseo M1	7,42	0,031	<b>0,489</b>	<b>0,245</b>
P2 – Aseo H2	4,62	0,031	<b>0,489</b>	<b>0,245</b>
P2 – Aseo M2	4,37	0,031	<b>0,489</b>	<b>0,245</b>
<b>TOTAL</b>		<b>6,883</b>	<b>107,134 kW</b>	<b>53,710 kW</b>

Tabla 52. Cargas térmicas de aire de ventilación en verano

### Carga por radiación solar a través de cristal

La carga por radiación es carga sensible y se calcula de la siguiente forma:

$$Q_s = S * R * F$$

siendo:

S – superficie traslúcida o acristalada [m<sup>2</sup>]

R – radiación solar que atraviesa la superficie [W/ m<sup>2</sup>]

F – factor de corrección de la radiación

El factor de corrección de radiación dependerá de la orientación por la que lleguen los rayos solares y la localización del edificio. Los valores<sup>16</sup> de la radiación se han obtenido con este factor de corrección incorporado.

Pared-Piso	Orientación	Radiación [W/m2]	S [m2]	F	Qs [W]
1-PB	225	160,139	0,0	1	0,00
1-P1	225	160,139	8,0	1	1276,31
1-P2	225	160,139	8,0	1	1276,31
2-PB	135	160,139	63,7	1	10198,45
2-P1	135	160,139	38,1	1	6101,29
2-P2	135	160,139	38,1	1	6101,29
3-PB	45	176,111	8,0	1	1403,61
3-P1	45	176,111	8,0	1	1403,61
3-P2	45	176,111	7,1	1	1245,11
4-P2	135	160,139	44,5	1	7118,17
5-P2	45	176,111	0,0	1	0,00
<b>TOTAL</b>					<b>36,12 kW</b>

Tabla 53. Cargas térmicas por radiación solar en verano

### Carga por transmisión a través de paredes y techos exteriores

La envolvente de los edificios será tal que limite las necesidades de consumo de energía para alcanzar el confort térmico. Esto controlará y disminuirá la demanda energética del local.

<sup>16</sup> Datos radiación solar Málaga, 26/04/2020, 19:04 (Agencia Andaluza de la Energía, s.f.)

Los valores de transmitancia térmica ( $U_{lim}$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]), control solar ( $q_{sol;jul\_lim}$  [ $kWh/m^2 \cdot mes$ ]) y permeabilidad al aire de huecos ( $Q_{100\_lim}$  [ $m^3/h \cdot m^2$ ]) de la envolvente no superará los valores límites indicados en las tablas detalladas a continuación. Por otro lado, el coeficiente global de transmisión de calor  $K_{lim}$ , que es el que limita el nivel de demanda, tampoco deberá ser mayor a los valores indicados en la Tabla 62.

Elemento	Zona climática de invierno
	<b>A</b>
Muros y suelos en contacto con el aire exterior ( $U_s, U_M$ )	0,70
Cubiertas en contacto con el aire exterior ( $U_c$ )	0,50
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno ( $U_T$ ) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica ( $U_{MD}$ )	0,80
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) ( $U_H$ )*	2,7
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7

\*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de  $U_H$  en un 50%.

Tabla 54. Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [ $W/m^2 K$ ], extracto tabla 3.1.1.a – CTE-DCC-HE1

	Compacidad $V/A$ [ $m^3/m^2$ ]	$K_{lim}$	$q_{sol;jul\_lim}$	$Q_{100\_lim}$
		[ $W/m^2 \cdot K$ ]	[ $kWh/m^2 \cdot mes$ ]	[ $m^3/h \cdot m^2$ ]
		Zona climática de invierno	Uso distinto del residencial privado	Zona climática de invierno
		A		A
Edificios nuevos y ampliaciones	$V/A \leq 1$	0,60	4,00	$\leq 27$
	$V/A \geq 4$	0,80		

Los valores límite de las compacidades intermedias ( $1 < V/A < 4$ ) se obtienen por interpolación.

Tabla 55. Valores límite parámetros de la envolvente, extracto tablas 3.1.1.c, 3.1.2, 3.1.3.a – CTE-DCC-HE1

La compacidad del edificio ( $V/A$ ) es la relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio ( $V$ ) y la suma de las superficies de intercambio térmico de dicha envolvente. La compacidad del edificio tiene un valor de  $5'30 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .

La carga por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores es de tipo sensible y está definida por la siguiente ecuación:

$$Q_S = K * S * (T_{ec} - T_i)$$

donde:

$K$  – transmitancia térmica [ $W/m^2 \cdot K$ ]

$S$  – superficie del muro [ $m^2$ ]

$T_i$  – temperatura exterior de diseño [ $^{\circ}C$ ]

$T_{ec}$  – temperatura exterior de cálculo [ $^{\circ}C$ ], calculada como se indica en la Tabla 57, dependiendo de la temperatura exterior de diseño  $T_e$ , definida como:

$$T_e = 0,4 * T_{me} + 0,6 * T_{max}$$

#### Temperaturas extremas Málaga

Variable	Valor	Fecha
Tmedia más alta	$T_{me}$ [ $^{\circ}C$ ] 28,3	jul-20
Tmáx del mes más calido	$T_{max}$ [ $^{\circ}C$ ] 33,3	jul-15

Tabla 56. Temperaturas extremas Málaga, zona climática A3, (AEMET, s.f.)

Orientación	$T_{ec}$	$T_e$	$T_{ec}$
Norte	$0,6 \cdot T_e$	31,3	<b>18,78</b>
Sur	$T_{ec}$	31,3	<b>31,3</b>
Este	$0,8 \cdot T_e$	31,3	<b>25,04</b>
Oeste	$0,9 \cdot T_e$	31,3	<b>28,17</b>
Cubierta	$T_e + 12$	31,3	<b>43,3</b>
Suelo	$(T_e + 15) / 2$	31,3	<b>23,15</b>
Paredes interiores	$0,75 \cdot T_e$	31,3	<b>23,475</b>

Tabla 57. Temperatura exterior de cálculo

En invierno la carga sensible se calculará como la temperatura interior menos la exterior, teniendo en cuenta que, aunque salga carga positiva, es calor que se pierde por transmisión. Además, en las cargas de invierno se aproximará la temperatura exterior de cálculo con la temperatura media.

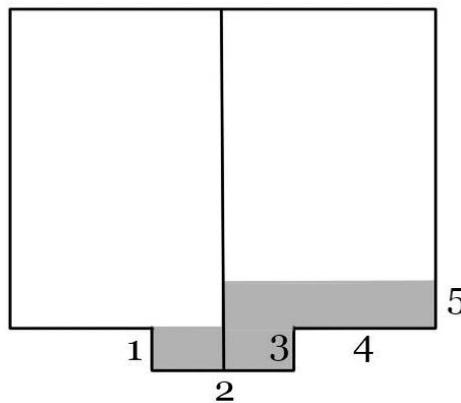


Ilustración 12. Croquis numeración paredes para el cálculo de cargas de radiación y transmisión

De esta forma obtenemos las siguientes cargas sensibles:

Pared-Piso	S [m <sup>2</sup> ]	K [W/m <sup>2</sup> °C]	T <sub>i</sub> [°C]	T <sub>ec</sub> [°C]	Q <sub>s</sub> [W]
1-PB	63,50	0.6	24	31,3	278.13
1-P1	63,50	0.6	24	31,3	278.13
1-P2	63,50	0.6	24	31,3	278.13
2-PB	245,50	0.6	24	25,04	153.192
2-P1	245,50	0.6	24	25,04	153.192
2-P2	245,50	0.6	24	25,04	153.192
3-PB	62,15	0.6	24	18,78	-194.6538
3-P1	62,15	0.6	24	18,78	-194.6538
3-P2	62,15	0.6	24	18,78	-194.6538
4-P2	252,25	0.6	24	25,04	157.404
5-P2	62,15	0.6	24	18,78	-194.6538
Techo	1070,70	0.6	24	43,3	12398.706
<b>TOTAL</b>					<b>13.071 kW</b>

Tabla 58. Cargas térmicas por transmisión verano

Pared-Piso	S [m <sup>2</sup> ]	K [W/m <sup>2</sup> °C]	T <sub>i</sub> [°C]	T <sub>ec</sub> [°C]	Q <sub>s</sub> [W]
1-PB	63,50	0.6	21	13	304.8
1-P1	63,50	0.6	21	13	304.8
1-P2	63,50	0.6	21	13	304.8
2-PB	245,50	0.6	21	13	1178.4
2-P1	245,50	0.6	21	13	1178.4
2-P2	245,50	0.6	21	13	1178.4
3-PB	62,15	0.6	21	13	298.32
3-P1	62,15	0.6	21	13	298.32
3-P2	62,15	0.6	21	13	298.32
4-P2	252,25	0.6	21	13	1210.8
5-P2	62,15	0.6	21	13	298.32
Techo	1070,70	0.6	21	13	3212.1
<b>TOTAL</b>					<b>10.066 kW</b>

Tabla 59. Cargas térmicas por transmisión invierno

Estas cargas se han calculado con el valor límite máximo de transmitancia térmica del cerramiento. Sin embargo, con vistas a mejorar las exigencias BREEAM de confort y eficiencia, se escogerá un cerramiento con menor transmitancia térmica.

Los cerramientos estarán formados por placas aligeradas de hormigón armado de 20 cm de espesor por el interior, de acabado liso y pintado, con 10 cm de aislamiento de lana de roca y tratamiento protector de superficie por el exterior.

La transmitancia térmica de este cerramiento será de 0,35 W/m<sup>2</sup>·°C<sup>17</sup>.

Las cargas térmicas por cerramientos entonces serán:

#### BREEAM

Pared-Piso	S [m <sup>2</sup> ]	K [W/m <sup>2</sup> °C]	T <sub>i</sub> [°C]	T <sub>ec</sub> [°C]	Q <sub>s</sub> [W]
1-PB	63,50	0,35	24	31,3	162,2425
1-P1	63,50	0,35	24	31,3	162,2425
1-P2	63,50	0,35	24	31,3	162,2425
2-PB	245,50	0,35	24	25,04	89,362
2-P1	245,50	0,35	24	25,04	89,362
2-P2	245,50	0,35	24	25,04	89,362
3-PB	62,15	0,35	24	18,78	-113,54805
3-P1	62,15	0,35	24	18,78	-113,54805
3-P2	62,15	0,35	24	18,78	-113,54805
4-P2	252,25	0,35	24	25,04	91,819
5-P2	62,15	0,35	24	18,78	-113,54805
Techo	1070,70	0,25	24	43,3	5166,1275
<b>TOTAL</b>					<b>5,559 kW</b>

Tabla 60. Cargas térmicas por cerramientos en verano, BREEAM

<sup>17</sup> (Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja e ICCL, Instituto de la Construcción de Castilla y León, 2007)

**BREEAM**

Pared-Piso	S [m <sup>2</sup> ]	K [W/m <sup>2</sup> °C]	Ti [°C]	Tec [°C]	Qs [W]
1-PB	63,50	0,35	21	13	177.8
1-P1	63,50	0,35	21	13	177.8
1-P2	63,50	0,35	21	13	177.8
2-PB	245,50	0,35	21	13	687.4
2-P1	245,50	0,35	21	13	687.4
2-P2	245,50	0,35	21	13	687.4
3-PB	62,15	0,35	21	13	174.02
3-P1	62,15	0,35	21	13	174.02
3-P2	62,15	0,35	21	13	174.02
4-P2	252,25	0,35	21	13	706.3
5-P2	62,15	0,35	21	13	174.02
Techo	1070,70	0,25	21	16	1338.375
<b>TOTAL</b>					<b>5.336 kW</b>

Tabla 61. Cargas térmicas por cerramientos en invierno, BREEAM

## ***Cálculo y justificación de la renovación del aire en todos los espacios del edificio según RITE***

Los parámetros que determinan la calidad del aire y el confort térmico de las personas son:

- Temperatura seca del aire
- Humedad relativa
- Temperatura radiante media de los cerramientos del recinto
- Velocidad media del aire
- Actividad metabólica de las personas (según el tipo de actividad que realicen)
- Grado de vestimenta, más dependiente de la estación del año y el clima de la localización del edificio.

Para un edificio de oficinas en Málaga, el grado de vestimenta será aproximadamente de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno. Además, se supondrá una actividad metabólica sedentaria de 1,2 met y un PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) entre el 10 y el 15%. Teniendo en cuenta estas consideraciones, los parámetros deseados serán:

Estación	Temperatura operativa (T <sub>seca</sub> ) [°C]	Humedad relativa [%]	Velocidad aire [m/s]
Verano	23...25	45...60	0,15...0,2
Invierno	21...23	40...50	0,18...0,24

Tabla 62. Condiciones interiores de diseño, RITE

La normativa y metodología de cálculo de los caudales de aire exterior de ventilación viene dada por el RITE. Este distingue cinco métodos de cálculo, tres de ellos directos (el caudal se calcula a partir de la carga contaminante del edificio) y dos indirectos (el caudal se calcula a partir de la superficie de la estancia o de su ocupación).

El uso del edificio determinará la categoría necesaria de aire interior (IDA). La categoría correspondiente a cada edificio se especifica en la Tabla 63. La categoría indicará las características mínimas de calidad del aire.

Categoría	Tipo de aire	Descripción
-----------	--------------	-------------

<b>IDA 1</b>	Aire de óptima calidad	Hospitales, clínicas, laboratorios, guarderías...
<b>IDA 2</b>	Aire de buena calidad	Oficinas, salas de lectura, museos...
<b>IDA 3</b>	Aire de calidad media	Edificios comerciales, cines, teatros...
<b>IDA 4</b>	Aire de calidad baja	Resto de locales (industrias)

*Tabla 63. Categorías del aire, RITE*

Como es un edificio de oficinas, la categoría del aire será IDA 2, aire de buena calidad. Se puede considerar el comedor, la sala de cargadores y los vestuarios como estancias no destinadas a ocupación humana permanente, por lo que se puede considerar la calidad de aire necesaria de categoría IDA 3.

Para el cálculo de los caudales de aire exterior se escogerá estudiar el caso más desfavorable (mayor caudal mínimo de aire exterior de ventilación) para calcular la carga térmica de ventilación.

#### *Estancias de categoría IDA 2*

Como el dato de ocupación de estas estancias es conocido, se utilizará el método indirecto A de cálculo de caudal mínimo de aire exterior de ventilación descrito en el RITE. Los caudales mínimos se especifican en la Tabla 64.

<b>Categoría</b>	<b>l/s por persona</b>
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

*Tabla 64. Caudales mínimos de aire exterior Método A, tabla 1.4.2.1 RITE*

Por lo que el caudal mínimo de aire exterior de ventilación para el resto de las estancias será:

$$Q_{IDA 2}^A = 12,5 \text{ l/s} * \text{ocupación} = 51120,5 \text{ l/s}$$

#### *Estancias de categoría IDA 3*

Para calcular el caudal necesario de aire exterior de ventilación para estas estancias se usará en método indirecto D de caudal por unidad de superficie. Los caudales mínimos necesarios se muestran en la siguiente tabla:

<b>Categoría</b>	<b>l/s por m<sup>2</sup></b>
IDA 1	No aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28
Locales de servicio	2,00

*Tabla 65. Caudales de aire exterior por unidad de superficie, tabla 1.4.2.4 RITE*

A la vista del caudal mínimo exigido para locales de categoría IDA 3, y sabiendo la superficie de las estancias que deberán cumplir esto, el caudal mínimo de aire exterior para el comedor, sala de cargadores y vestuarios será:

$$Q_{IDA3}^D = 0,55 \text{ l/s} * S_{IDA3} + 2 \text{ l/s} * S_{comedor} = 364,396 \text{ l/s}$$

$$S_{IDA3} = S_{cargadores} + S_{vestuarios}$$

Al realizar el cálculo se ha tenido en cuenta que el comedor es un local de servicio, por lo que el caudal mínimo por m<sup>2</sup> será de 2 l/s.

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores, se realiza el cálculo de caudal de ventilación de aire exterior por sala:

Zonas	S [m <sup>2</sup> ]	Ocupación [nº personas]	Qmin.ext.vent [l/s]	Qmin.ext.vent [m <sup>3</sup> /h]
Almacén izquierdo	8376,58	10	-	-
Almacén derecho	7865,57	10	-	-
PB - Cargadores	89,99	3	49,49	<b>178,18</b>
PB - Aseo 1	16,34	1	12,50	<b>45,00</b>
PB - Aseo 2	10,96	1	12,50	<b>45,00</b>
PB - Aseo 3	6,83	1	12,50	<b>45,00</b>
PB - Aseo 4	6,83	1	12,50	<b>45,00</b>
PB - Vestuario 1	36,73	5	20,20	<b>72,73</b>
PB - Vestuario 2	26,86	5	14,77	<b>53,18</b>
PB - Vestuario 3	13,27	5	7,30	<b>26,27</b>
PB - Vestuario 4	45,87	5	25,23	<b>90,82</b>
PB - Recepción 1	61,24	3	37,50	<b>135,00</b>
PB - Recepción 2	61,24	3	37,50	<b>135,00</b>
PB - Comedor	123,7	72	247,40	<b>890,64</b>
PB - RMA Producción	338,49	44	550,00	<b>1980,00</b>
PB - CPD	29,01	2	25,00	<b>90,00</b>
PB - Despacho CPD	16,1	3	37,50	<b>135,00</b>
P1 - Oficina 1	256,13	52	650,00	<b>2340,00</b>
P1 - Oficina 2	263,29	36	450,00	<b>1620,00</b>
P1 - Sala de formación	75,85	31	387,50	<b>1395,00</b>
P1 - Sala reunión 1	15,2	6	75,00	<b>270,00</b>
P1 - Sala reunión 2	15,2	6	75,00	<b>270,00</b>
P1 - Despacho R	24,51	3	37,50	<b>135,00</b>
P1 - Despacho C	27,49	3	37,50	<b>135,00</b>
P1 - Archivo	11,87	1	12,50	<b>45,00</b>
P1 - Aseo 1	9,55	2	25,00	<b>90,00</b>
P1 - Aseo 2	7,47	2	25,00	<b>90,00</b>
P2 - Oficina	256,55	54	675,00	<b>2430,00</b>
P2 - Box 2	12,32	4	50,00	<b>180,00</b>
P2 - Box 1	12,36	4	50,00	<b>180,00</b>
P2 - Sala diáfana 1	127,06	18	225,00	<b>810,00</b>
P2 - Sala diáfana 2	489,18	80	1000,00	<b>3600,00</b>
P2 - Despacho E	26,79	3	37,50	<b>135,00</b>
P2 - Despacho P	30,17	3	37,50	<b>135,00</b>
P2 - Sala de juntas	52,87	16	200,00	<b>720,00</b>
P2 - Sala reuniones 2	19,78	10	125,00	<b>450,00</b>
P2 - Sala reuniones 1	17,66	8	100,00	<b>360,00</b>
P2 - Aseo H1	9,55	2	25,00	<b>90,00</b>

P2 – Aseo M1	7,42	2	25,00	<b>90,00</b>
P2 – Aseo H2	4,62	2	25,00	<b>90,00</b>
P2 – Aseo M2	4,37	2	25,00	<b>90,00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>19716,83 m<sup>3</sup>/h</b>

*Tabla 66. Caudal mínimo de ventilación de aire exterior por estancia según RITE*

## ***Dimensionamiento UTA***

Para la elección de la unidad de tratamiento de aire, se tendrá en cuenta el cálculo de los caudales de ventilación y las cargas de ventilación que deberá compensar este equipo para atemperar el aire exterior. Para ello se considerará un recuperador aire-aire con una eficiencia de alrededor de 80% según el fabricante Daikin.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se necesitará una unidad de tratamiento de aire de 15 kW y un caudal de aire de 19716, 83 m<sup>3</sup>/h.

## ***Dimensionamiento conductos de aire***

Para dimensionar los conductos de aire será necesario calcular el diámetro equivalente de cada tramo de la red de ductos. Además, se calculará la pérdida de carga en cada tramo con el fin de dimensionar la potencia que deberá tener el ventilador de la UTA.

Planta	Nºderiv	Derivación	Flujo [m³/h]	Flujo [m³/s]	L [m]	L <sub>perd</sub> [m]	Rugosidad [m]	Velocidad [m/s]	Dequiv [m]	Re	f	ΔP <sub>dinamica</sub> [Pa]	ΔP <sub>unitaria</sub> [Pa/m]	ΔP <sub>accesorios</sub> [Pa]	ΔP [Pa]	ΔP <sub>RAMA</sub> [Pa]
PB	0	A1	305,91	0,0850	5,63	7,04	0,00009	7	<b>0,124</b>	57785,2	0,02297	38,22	6,79	21,86	60,09	
PB	0	A2	215,91	0,0600	1,37	1,71	0,00009	6	<b>0,113</b>	44945,1	0,02412	7,89	5,77	1,69	9,58	
PB	0	A3	90,00	0,0250	3,70	4,63	0,00009	5	<b>0,080</b>	26489,8	0,02712	23,58	6,37	20,00	43,58	113,25
PB	1	AA1	125,91	0,0350	2,82	3,52	0,00009	6	<b>0,086</b>	34322,2	0,02580	22,77	8,09	1,29	24,07	
PB	2	AA2	53,18	0,0148	2,00	2,50	0,00009	5	<b>0,061</b>	20363,0	0,02896	17,71	8,85	20,00	37,71	
PB	2	AA3	72,73	0,0202	6,27	7,84	0,00009	5	<b>0,072</b>	23812,2	0,02785	45,65	7,28	21,08	66,73	160,47
PB	0	B1	1187,74	0,3299	7,34	9,17	0,00009	7	<b>0,245</b>	113862,6	0,01939	21,34	2,91	7,35	28,69	
PB	0	B2	1007,74	0,2799	7,12	8,89	0,00009	7	<b>0,226</b>	104880,5	0,01979	22,93	3,22	6,77	29,70	
PB	0	B3	981,46	0,2726	3,77	4,71	0,00009	6	<b>0,241</b>	95826,2	0,01996	8,45	2,24	3,61	12,05	
PB	0	B4	890,64	0,2474	3,13	3,91	0,00009	6	<b>0,229</b>	91284,8	0,02020	7,44	2,38	3,44	10,88	
PB	0	B5	445,32	0,1237	3,00	3,75	0,00009	5	<b>0,177</b>	58924,1	0,02221	7,04	2,35	20,00	27,04	
PB	0	B6	222,66	0,0618	4,00	5,00	0,00009	5	<b>0,125</b>	41665,6	0,02422	14,47	3,62	20,00	34,47	142,83
PB	1	BA1	135,00	0,0375	2,00	2,50	0,00009	6	<b>0,089</b>	35539,8	0,02558	15,48	7,74	20,00	35,48	
PB	1	BA2	67,50	0,0187	2,00	2,50	0,00009	5	<b>0,069</b>	22940,8	0,02811	15,26	7,63	20,00	35,26	99,42
PB	1	BB	26,27	0,0072	2,00	2,50	0,00009	5	<b>0,043</b>	14312,8	0,03163	27,52	13,76	20,00	47,52	105,90
PB	1	BC	90,82	0,0252	5,00	6,25	0,00009	5	<b>0,080</b>	26610,6	0,02709	31,69	6,34	20,00	51,69	122,12
PB	1	BD1	445,32	0,1237	3,00	3,75	0,00009	5	<b>0,177</b>	58924,1	0,02221	7,04	2,35	20,00	27,04	
PB	1	BD2	222,66	0,0618	4,00	5,00	0,00009	5	<b>0,125</b>	41665,6	0,02422	14,47	3,62	20,00	34,47	142,83
PB	0	C1	2205,00	0,6125	3,50	4,38	0,00009	7	<b>0,334</b>	155140,5	0,01794	6,91	1,98	20,00	26,91	
PB	0	C2	2115,00	0,5875	6,55	8,19	0,00009	6	<b>0,353</b>	140670,4	0,01813	9,08	1,39	25,30	34,38	
PB	0	C3	1980,00	0,5500	5,15	6,44	0,00009	6	<b>0,342</b>	136106,9	0,01828	7,44	1,44	20,00	27,44	
PB	0	C4	1584,00	0,4400	4,50	5,63	0,00009	5	<b>0,335</b>	111130,8	0,01895	4,78	1,06	25,02	29,80	
PB	0	C5	1188,00	0,3300	4,65	5,81	0,00009	5	<b>0,290</b>	96242,1	0,01964	5,91	1,27	20,00	25,91	
PB	0	C6	792,00	0,2200	3,50	4,38	0,00009	5	<b>0,237</b>	78581,3	0,02067	5,73	1,64	20,00	25,73	
PB	0	C7	396,00	0,1100	6,00	7,50	0,00009	5	<b>0,167</b>	55565,4	0,02254	15,15	2,52	22,51	37,66	<b>207,83</b>

Planta	Nºderiv	Derivación	Flujo [m3/h]	Flujo [m3/s]	L [m]	Lperd [m]	Rugosidad [m]	Velocidad [m/s]	Dequiv [m]	Re	f	$\Delta P_{dinamica}$ [Pa]	$\Delta P_{unitaria}$ [Pa/m]	$\Delta P_{accesorios}$ [Pa]	$\Delta P$ [Pa]	$\Delta P_{RAMA}$ [Pa]
P1	0	A1	2430,00	0,6750	6,58	8,22	0,00009	7	<b>0,350</b>	162863,6	0,01773	12,22	1,86	25,26	37,48	
P1	0	A2	1944,00	0,5400	4,08	5,09	0,00009	6,5	<b>0,325</b>	140370,8	0,01827	7,25	1,78	20,00	27,25	
P1	0	A3	1458,00	0,4050	4,08	5,09	0,00009	6	<b>0,293</b>	116795,5	0,01900	7,13	1,75	20,00	27,13	
P1	0	A4	972,00	0,2700	4,08	5,09	0,00009	5,5	<b>0,250</b>	91303,3	0,02005	7,42	1,82	20,00	27,42	
P1	0	A5	486,00	0,1350	2,50	3,13	0,00009	5	<b>0,185</b>	61556,7	0,02197	5,55	2,22	22,78	28,33	147,61
P1	0	B1	1890,00	0,5250	7,63	9,54	0,00009	7	<b>0,309</b>	143632,2	0,01829	16,61	2,18	24,64	41,24	
P1	0	B2	1620,00	0,4500	4,33	5,42	0,00009	6,5	<b>0,297</b>	128140,4	0,01869	8,64	1,99	20,00	28,64	
P1	0	B3	1350,00	0,3750	4,33	5,42	0,00009	6	<b>0,282</b>	112386,6	0,01918	7,95	1,84	20,00	27,95	
P1	0	B4	1080,00	0,3000	3,30	4,13	0,00009	5,75	<b>0,258</b>	98405,1	0,01975	6,27	1,90	20,00	26,27	
P1	0	B5	810,00	0,2250	4,00	5,00	0,00009	5,5	<b>0,228</b>	83348,1	0,02052	8,16	2,04	20,00	28,16	
P1	0	B6	540,00	0,1500	2,00	2,50	0,00009	5,25	<b>0,191</b>	66488,8	0,02163	4,69	2,34	22,86	27,55	
P1	0	B7	270,00	0,0750	2,00	2,50	0,00009	5	<b>0,138</b>	45881,6	0,02364	6,41	3,21	20,00	26,41	<b>206,23</b>
P1	0	C1	2070,00	0,5750	7,67	9,58	0,00009	7	<b>0,323</b>	150316,3	0,01809	15,76	2,06	24,85	40,61	
P1	0	C2	1656,00	0,4600	3,67	4,58	0,00009	6,5	<b>0,300</b>	129556,4	0,01864	7,22	1,97	20,00	27,22	
P1	0	C3	1242,00	0,3450	3,67	4,58	0,00009	6	<b>0,271</b>	107797,4	0,01938	7,09	1,93	20,00	27,09	
P1	0	C4	828,00	0,2300	3,00	3,75	0,00009	5,5	<b>0,231</b>	84269,1	0,02046	6,04	2,01	20,00	26,04	
P1	0	C5	414,00	0,1150	3,00	3,75	0,00009	5	<b>0,171</b>	56814,2	0,02241	7,37	2,46	20,00	27,37	148,31

Planta	Nºderiv	Derivación	Flujo [m3/h]	Flujo [m3/s]	L [m]	Lperd [m]	Rugosidad [m]	Velocidad [m/s]	Dequiv [m]	Re	f	$\Delta P_{dinamica}$ [Pa]	$\Delta P_{unitaria}$ [Pa/m]	$\Delta P_{accesorios}$ [Pa]	$\Delta P$ [Pa]	$\Delta P_{RAMA}$ [Pa]
P2	0	A1	2610,00	0,7250	6,58	8,22	0,00009	7	<b>0,363</b>	168787,8	0,01757	11,69	1,78	25,45	37,14	
P2	0	A2	72,00	0,0200	4,08	5,09	0,00009	6,5	<b>0,063</b>	27014,4	0,02759	56,91	13,97	20,00	76,91	
P2	0	A3	54,00	0,0150	4,08	5,09	0,00009	6	<b>0,056</b>	22477,3	0,02868	55,93	13,72	20,00	75,93	
P2	0	A4	36,00	0,0100	4,08	5,09	0,00009	5,5	<b>0,048</b>	17571,3	0,03028	58,18	14,28	20,00	78,18	
P2	0	A5	18,00	0,0050	2,50	3,13	0,00009	5	<b>0,036</b>	11846,6	0,03316	43,57	17,43	20,54	64,10	332,26
P2	0	B1	2160,00	0,6000	4,10	5,13	0,00009	7	<b>0,330</b>	153549,3	0,01799	8,20	2,00	9,91	18,12	
P2	0	B2	1800,00	0,5000	1,30	1,63	0,00009	6,5	<b>0,313</b>	135071,8	0,01845	2,43	1,87	24,69	27,12	
P2	0	B3	1597,50	0,4438	5,00	6,25	0,00009	6,5	<b>0,295</b>	127247,4	0,01872	10,06	2,01	20,00	30,06	
P2	0	B4	1395,00	0,3875	2,00	2,50	0,00009	6	<b>0,287</b>	114244,3	0,01910	3,60	1,80	4,30	7,90	
P2	0	B5	1035,00	0,2875	2,00	2,50	0,00009	5,75	<b>0,252</b>	96333,2	0,01986	3,90	1,95	23,78	27,69	

P2	0	B6	832,50	0,2313	4,00	5,00	0,00009	5,5	<b>0,231</b>	84497,8	0,02045	8,02	2,00	20,00	28,02	
P2	0	B7	630,00	0,1750	1,00	1,25	0,00009	5,25	<b>0,206</b>	71816,1	0,02122	2,13	2,13	3,09	5,22	
P2	0	B8	270,00	0,0750	3,30	4,13	0,00009	5	<b>0,138</b>	45881,6	0,02364	10,58	3,21	22,07	32,66	
P2	0	B9	135,00	0,0375	3,30	4,13	0,00009	4,75	<b>0,100</b>	31621,7	0,02585	14,40	4,36	20,00	34,40	211,18
P2	1	BA1	360,00	0,1000	1,10	1,38	0,00009	5	<b>0,160</b>	52979,5	0,02281	2,95	2,68	20,00	22,95	
P2	1	BA2	180,00	0,0500	0,70	0,88	0,00009	4,5	<b>0,119</b>	35539,8	0,02500	2,23	3,19	20,00	22,23	63,30
P2	1	BB	360,00	0,1000	1,27	1,58	0,00009	5	<b>0,160</b>	52979,5	0,02281	3,39	2,68	20,00	23,39	106,59
P2	1	BC	360,00	0,1000	1,27	1,58	0,00009	5	<b>0,160</b>	52979,5	0,02281	3,39	2,68	20,00	23,39	167,52
P2	0	C01	4410,00	1,2250	3,70	4,63	0,00009	7	<b>0,472</b>	219401,8	0,01645	4,74	1,28	20,00	24,74	
P2	0	C02	3960,00	1,1000	4,50	5,63	0,00009	6,5	<b>0,464</b>	200343,9	0,01672	5,14	1,14	26,96	32,10	
P2	0	C03	3600,00	1,0000	4,50	5,63	0,00009	6,5	<b>0,443</b>	191020,4	0,01692	5,45	1,21	26,64	32,09	
P2	0	C04	3323,08	0,9231	4,00	5,00	0,00009	6,25	<b>0,434</b>	179962,5	0,01711	4,62	1,16	20,00	24,62	
P2	0	C05	3046,15	0,8462	5,00	6,25	0,00009	6,25	<b>0,415</b>	172301,0	0,01730	6,10	1,22	20,00	26,10	
P2	0	C06	2769,23	0,7692	2,50	3,13	0,00009	6,25	<b>0,396</b>	164282,6	0,01750	3,24	1,30	25,94	29,18	
P2	0	C07	2492,31	0,6923	3,40	4,25	0,00009	6	<b>0,383</b>	152703,3	0,01776	4,25	1,25	25,75	30,00	
P2	0	C08	2215,38	0,6154	8,25	10,31	0,00009	6	<b>0,361</b>	143970,0	0,01803	11,11	1,35	20,00	31,11	
P2	0	C09	1938,46	0,5385	4,13	5,16	0,00009	5,75	<b>0,345</b>	131836,1	0,01836	5,44	1,32	5,18	10,62	
P2	0	C10	1661,54	0,4615	4,13	5,16	0,00009	5,5	<b>0,327</b>	119373,6	0,01875	5,37	1,30	20,00	25,37	
P2	0	C11	1384,62	0,3846	8,25	10,31	0,00009	5,25	<b>0,305</b>	106467,3	0,01923	10,74	1,30	20,00	30,74	
P2	0	C12	1107,69	0,3077	4,13	5,16	0,00009	5	<b>0,280</b>	92932,3	0,01982	5,48	1,33	4,20	9,67	
P2	0	C13	830,77	0,2308	4,13	5,16	0,00009	4,75	<b>0,249</b>	78443,8	0,02059	5,78	1,40	20,00	25,78	
P2	0	C14	553,85	0,1538	8,25	10,31	0,00009	4,5	<b>0,209</b>	62340,8	0,02173	13,05	1,58	20,00	33,05	
P2	0	C15	276,92	0,0769	8,25	10,31	0,00009	4	<b>0,156</b>	41560,6	0,02385	15,09	1,83	20,00	35,09	<b>400,26</b>
P2	1	CA	276,92	0,0769	2,50	3,13	0,00009	5	<b>0,140</b>	46466,1	0,02357	7,89	3,16	20,00	27,89	268,46
P2	1	CB	276,92	0,0769	2,50	3,13	0,00009	5	<b>0,140</b>	46466,1	0,02357	7,89	3,16	20,00	27,89	334,24



# CÁLCULOS DE LAS INSTALACIONES DE FONTANERÍA Y ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

## ***Cálculo de caudales de agua fría***

Los caudales mínimos que deben ser suministrados a cada aparato vienen especificados en la Tabla 21.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0.05	0.03
Lavabo	0.10	0.065
Ducha	0.20	0.10
Inodoro con cisterna	0.10	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0.04	-
Fregadero doméstico	0.20	0.10
Fregadero no doméstico	0.30	0.20
Grifo aislado	0.15	0.10
Grifo garaje	0.20	-
Vertedero	0.20	-

Tabla 67. Caudal instantáneo mínimo, extracto tabla 2.1 CTE HE4

Las duchas y lavajos de emergencia situados en la sala de cargadores se alimentarán con un caudal instantáneo de 0,1 m/s y una presión de 2 bar en punta.

## ***Dimensionado de la red de tuberías***

En primer lugar, se deberá reservar un espacio para el contador general del sistema. El armario o cámara elegido deberá tener las dimensiones indicadas en la Tabla 22.

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

Tabla 68. Dimensiones del armario y cámara para contador general, tabla 4.1 CTE HE4

El cálculo se realizará con un primer dimensionado, seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos. El tramo más desfavorable será aquel que cuente con la mayor pérdida total de presión.

La presión mínima en los puntos de consumos será de 100 kPa para grifos comunes y 150 kPa para fluxores y calentadores. La presión máxima en cualquier punto de la instalación no debe superar los 500 kPa.

Las consideraciones a tener en cuenta para el dimensionado son las siguientes:

- El caudal máximo de cada tramo vendrá indicado por los valores de caudales especificados en la Tabla 21.
- Se establecerá el coeficiente de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el siguiente criterio:

$$C_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}}, \text{ siendo } n \text{ el número de aparatos}$$

- El caudal por cada tramo se calculará como el producto del caudal máximo previsto por su coeficiente de simultaneidad.
- Se considerará una velocidad de paso del fluido por las tuberías de 1,5 m/s
- Se obtendrá el diámetro de cada tubería en función del caudal y la velocidad del agua de ese tramo a partir de la siguiente ecuación:

$$Q [m^3/s] = v [m/s] * S [m^2]$$

Además, se comprobará que las presiones cumplen los valores máximos y mínimos indicados anteriormente. Las pérdidas de carga localizadas se considerarán de entre un 20% y un 30% de la longitud del tramo<sup>18</sup>. Si no llega el agua con la presión suficiente al punto de consumo más desfavorable, deberá instalarse un grupo de presión.

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos tendrán las dimensiones especificadas en la Tabla 23. Para el resto de los aparatos, se dimensionarán los ramales de enlace de acuerdo con sus características de suministro. Los diámetros de los distintos tramos tendrán diámetro mayor a los detallados en la Tabla 24.

Punto de consumo	Diámetro nominal de ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo	1/2	12
Ducha	1/2	12
Inodoro con cisterna	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Vertedero	3/4	20

*Tabla 69. Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos, tabla 4.2 CTE HE4*

<sup>18</sup> Documento Básico HS Salubridad – HS4 Suministro de agua

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	1/2
	50 - 250 kW	3/4
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 1/4

Tabla 70. Diámetros mínimos de alimentación, tabla 4.3 CTE HE4

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, las dimensiones de las tuberías del sistema de fontanería se detallan en la Tabla 71. Las tuberías se han nombrado como se ilustra a continuación:

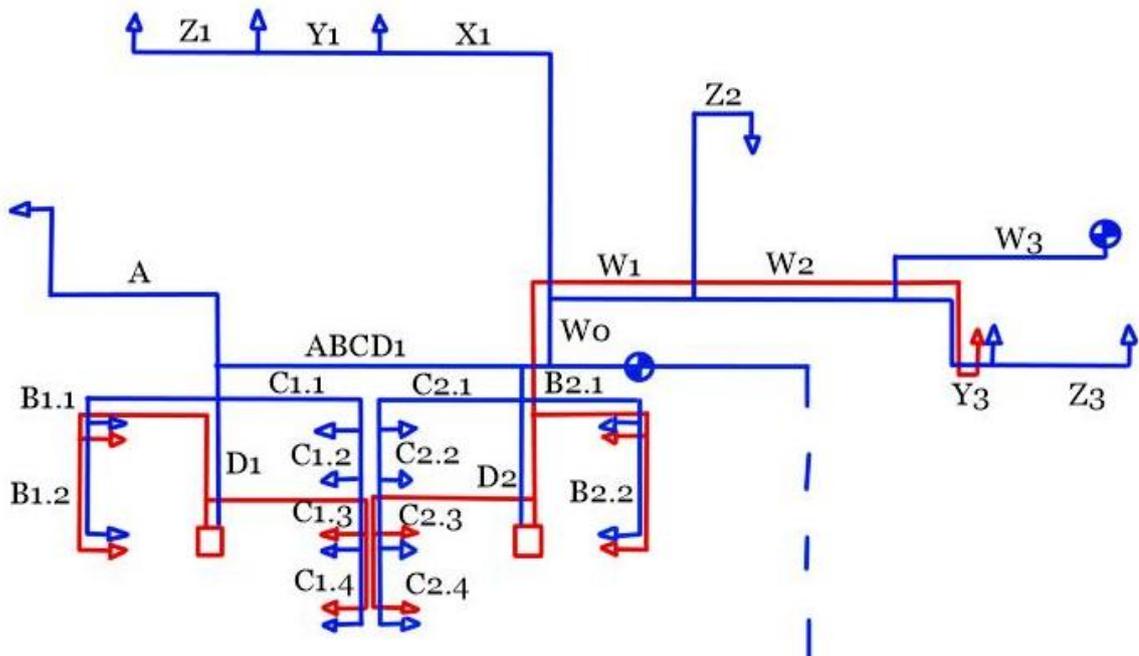


Ilustración 13. Croquis numeración tuberías PB - Local A

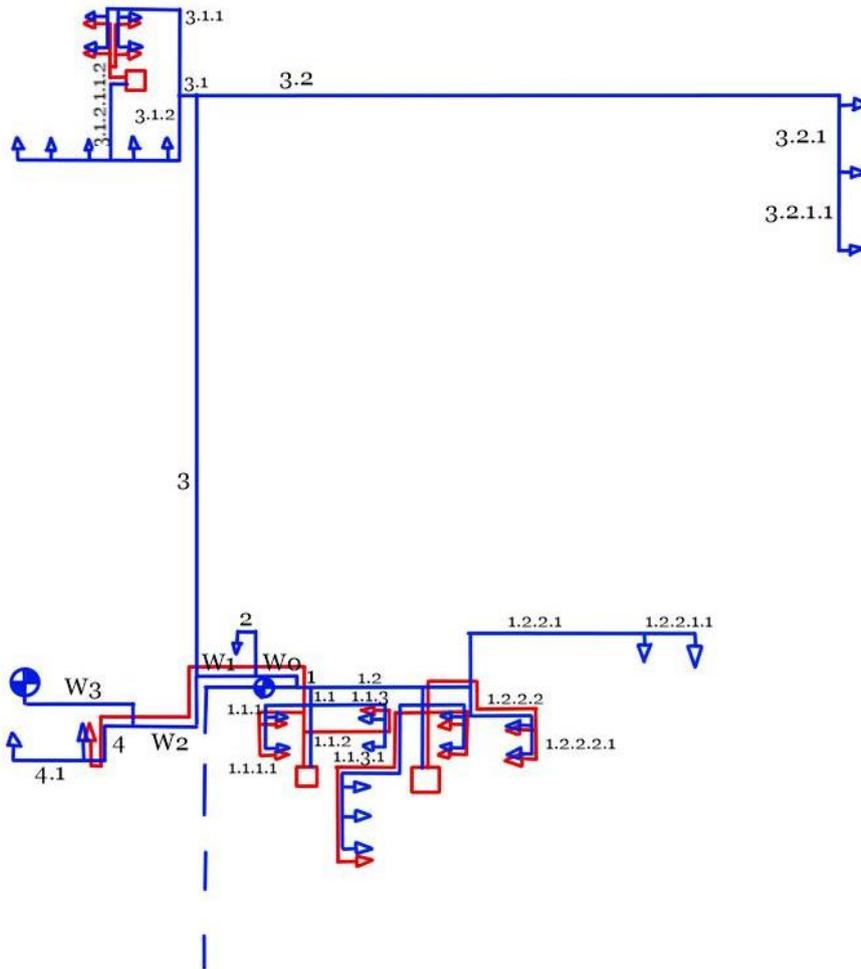


Ilustración 14. Croquis instalación tuberías PB local B

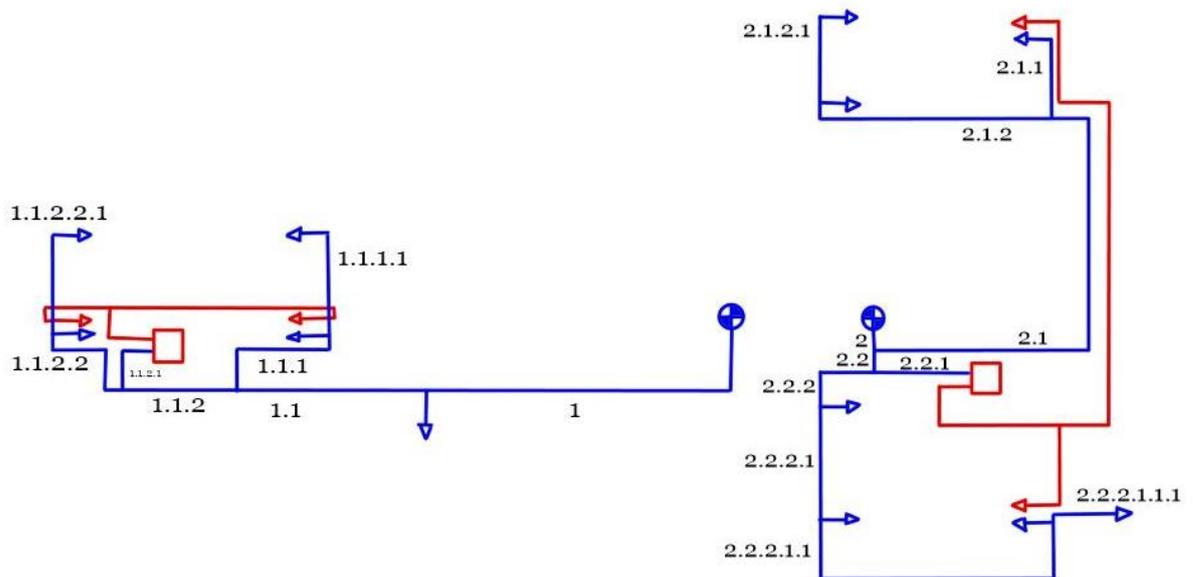


Ilustración 15. Croquis numeración tuberías P1 y P2

Planta	Rama	Q <sub>inst.min.</sub> [dm <sup>3</sup> /s]	n	Cs	Q <sub>rama</sub> [l/s]	Q <sub>rama</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>requerida</sub> [m/s]	S [m <sup>2</sup> ]	D <sub>teorico</sub> [mm]	DN tubería	D <sub>h</sub> [mm]
PB - A	A - Ducha emergencia	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
PB - A	B1.1 - Lavamanos (2)	0.1	2	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
PB - A	B1.2 - Lavamanos (1)	0.05	1	1.00	0.050	0.180	1.5	0.033	6.5	PE 20	16
PB - A	B2.1 - Lavamanos (2)	0.1	2	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
PB - A	B2.2 - Lavamanos (1)	0.05	1	1.00	0.050	0.180	1.5	0.033	6.5	PE 20	16
PB - A	C1.1 - Ducha (2) + Inodoro (2)	0.6	4	0.58	0.346	1.247	1.5	0.231	17.1	PE 25	20.4
PB - A	C1.2 - Ducha (2) + Inodoro (1)	0.5	3	0.71	0.354	1.273	1.5	0.236	17.3	PE 25	20.4
PB - A	C1.3 - Ducha (2)	0.4	2	1.00	0.400	1.440	1.5	0.267	18.4	PE 25	20.4
PB - A	C1.4 - Ducha (1)	0.2	1	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
PB - A	C2.1 - Ducha (2) + Inodoro (2)	0.6	4	0.58	0.346	1.247	1.5	0.231	17.1	PE 25	20.4
PB - A	C2.2 - Ducha (2) + Inodoro (1)	0.5	3	0.71	0.354	1.273	1.5	0.236	17.3	PE 25	20.4
PB - A	C2.3 - Ducha (2)	0.4	2	1.00	0.400	1.440	1.5	0.267	18.4	PE 25	20.4
PB - A	C2.4 - Ducha (1)	0.2	1	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
PB - A	D1 - termo (2 duchas + 2 lavamanos)	0.5	4	0.58	0.289	1.039	1.5	0.192	15.7	PE 25	20.4
PB - A	D2 - termo (2 duchas + 2 lavamanos)	0.5	4	0.58	0.289	1.039	1.5	0.192	15.7	PE 25	20.4
PB - A	BCD-1	2.35	6	0.45	1.051	3.783	1.5	0.701	29.9	PE 40	32.6
PB - A	BCD-2	2.35	6	0.45	1.051	3.783	1.5	0.701	29.9	PE 40	32.6
PB - A	A+BCD1	2.45	7	0.41	1.000	3.601	1.5	0.667	29.1	PE 40	32.6
PB - A	ABCD	4.8	13	0.29	1.386	4.988	1.5	0.924	34.3	PE 40	32.6
PB - A	W0+ABCD	5.5	19	0.24	1.296	4.667	1.5	0.864	33.2	PE 50	40.8
PB - A	W0	0.7	6	0.45	0.313	1.127	1.5	0.209	16.3	PE 25	20.4
PB - A	W1	0.4	3	0.71	0.283	1.018	1.5	0.189	15.5	PE 25	20.4
PB - A	Z2	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
PB - A	W2	0.3	2	1.00	0.300	1.080	1.5	0.200	16.0	PE 25	20.4
PB - A	W3	1.1	1	1.00	1.100	3.960	1.5	0.733	30.6	PE 25	20.4
PB - A	Y3	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
PB - A	Z3	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
PB - A	X1	0.3	3	0.71	0.212	0.764	1.5	0.141	13.4	PE 20	16
PB - A	Y1	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
PB - A	Z1	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
PB - B	XXX	5.3	42	0.16	0.828	2.980	1.5	0.552	26.5	PE 40	32.6
PB - B	W0	3.5	29	0.19	0.661	2.381	1.5	0.441	23.7	PE 40	32.6
PB - B	W1	3.4	28	0.19	0.654	2.356	1.5	0.436	23.6	PE 40	32.6
PB - B	W2	1.7	16	0.26	0.439	1.580	1.5	0.293	19.3	PE 25	20.4
PB - B	W3	1.5	14	0.28	0.416	1.498	1.5	0.277	18.8	PE 25	20.4
PB - B	1	1.8	13	0.29	0.520	1.871	1.5	0.346	21.0	PE 25	20.4
PB - B	11	0.6	4	0.58	0.346	1.247	1.5	0.231	17.1	PE 25	20.4
PB - B	111	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
PB - B	1111	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
PB - B	112	0.2	0	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
PB - B	113	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
PB - B	1131	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
PB - B	12	1.2	9	0.35	0.424	1.527	1.5	0.283	19.0	PE 25	20.4
PB - B	121	0.8	5	0.50	0.400	1.440	1.5	0.267	18.4	PE 25	20.4
PB - B	1211	0.3	3	0.71	0.212	0.764	1.5	0.141	13.4	PE 20	16
PB - B	12111	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
PB - B	121111	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16

<b>PB - B</b>	1212	0.3	0	1.00	0.300	1.080	1.5	0.200	16.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	1213	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	12131	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>PB - B</b>	122	0.4	4	0.58	0.231	0.831	1.5	0.154	14.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	1221	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	12211	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>PB - B</b>	1222	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	12221	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>PB - B</b>	2	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>PB - B</b>	3	1.7	12	0.30	0.513	1.845	1.5	0.342	20.9	PE 25	20.4
<b>PB - B</b>	31	1.3	9	0.35	0.460	1.655	1.5	0.306	19.8	PE 25	20.4
<b>PB - B</b>	311	0.4	4	0.58	0.231	0.831	1.5	0.154	14.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	3111	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	31111	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>PB - B</b>	3112	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	31121	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>PB - B</b>	312	0.9	5	0.50	0.450	1.620	1.5	0.300	19.5	PE 25	20.4
<b>PB - B</b>	3121	0.8	4	0.58	0.462	1.663	1.5	0.308	19.8	PE 25	20.4
<b>PB - B</b>	31211	0.7	3	0.71	0.495	1.782	1.5	0.330	20.5	PE 25	20.4
<b>PB - B</b>	312111	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	3121111	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>PB - B</b>	312112	0.4	0	1.00	0.400	1.440	1.5	0.267	18.4	PE 25	20.4
<b>PB - B</b>	32	0.4	3	0.71	0.283	1.018	1.5	0.189	15.5	PE 20	16
<b>PB - B</b>	321	0.25	2	1.00	0.250	0.900	1.5	0.167	14.6	PE 20	16
<b>PB - B</b>	3211	0.15	1	1.00	0.150	0.540	1.5	0.100	11.3	PE 20	16
<b>PB - B</b>	4	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>PB - B</b>	41	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P1 - A</b>	1 – acceso fuente (1) + lavabo (2) + inodoro (2)	0.55	5	0.50	0.275	0.990	1.5	0.183	15.3	PE 20	16
<b>P1 - A</b>	11 - lavabo (2) + inodoro (2)	0.4	4	0.58	0.231	0.831	1.5	0.154	14.0	PE 20	16
<b>P1 - A</b>	111 - lavabo (1) + inodoro (1)	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>P1 - A</b>	1111 - inodoro (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P1 - A</b>	112 - lavabo (2) + inodoro (1)	0.3	3	0.71	0.212	0.764	1.5	0.141	13.4	PE 20	16
<b>P1 - A</b>	1121 - termo (lavabo 2)	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>P1 - A</b>	1122 - lavabo (1) + inodoro (1)	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>P1 - A</b>	11221 - inodoro (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	2 – acceso fuente (1) + lavabo (2) + inodoro (4)	0.75	7	0.41	0.306	1.102	1.5	0.204	16.1	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	21 - lavabo (1) + inodoro (2)	0.3	3	0.71	0.212	0.764	1.5	0.141	13.4	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	211 - lavabo (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	212 - inodoro (2)	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	2121 - inodoro (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	22 - fuente (1) + lavabo (1) + inodoro (2)	0.45	4	0.58	0.260	0.935	1.5	0.173	14.9	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	221 - lavabo (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	222 - fuente (1) + lavabo (1) + inodoro (2)	0.45	4	0.58	0.260	0.935	1.5	0.173	14.9	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	2221 - fuente (1) + lavabo (1) + inodoro (1)	0.35	3	0.71	0.247	0.891	1.5	0.165	14.5	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	22211 - fuente (1) + lavabo (1)	0.25	2	1.00	0.250	0.900	1.5	0.167	14.6	PE 20	16
<b>P1 - B</b>	222111 - fuente (1)	0.15	1	1.00	0.150	0.540	1.5	0.100	11.3	PE 20	16

<b>P2 - A</b>	1 – acceso fuente (1) + lavabo (2) + inodoro (2)	0.55	5	0.50	0.275	0.990	1.5	0.183	15.3	PE 25	20.4
<b>P2 - A</b>	11 - lavabo (2) + inodoro (2)	0.4	4	0.58	0.231	0.831	1.5	0.154	14.0	PE 20	16
<b>P2 - A</b>	111 - lavabo (1) + inodoro (1)	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>P2 - A</b>	1111 - inodoro (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P2 - A</b>	112 - lavabo (2) + inodoro (1)	0.3	3	0.71	0.212	0.764	1.5	0.141	13.4	PE 20	16
<b>P2 - A</b>	1121 - termo (lavabo 2)	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>P2 - A</b>	1122 - lavabo (1) + inodoro (1)	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>P2 - A</b>	11221 - inodoro (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	2 – acceso fuente (1) + lavabo (2) + inodoro (4)	0.75	7	0.41	0.306	1.102	1.5	0.204	16.1	PE 25	20.4
<b>P2 - B</b>	21 - lavabo (1) + inodoro (2)	0.3	3	0.71	0.212	0.764	1.5	0.141	13.4	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	211 - lavabo (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	212 - inodoro (2)	0.2	2	1.00	0.200	0.720	1.5	0.133	13.0	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	2121 - inodoro (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	22 - fuente (1) + lavabo (1) + inodoro (2)	0.45	4	0.58	0.260	0.935	1.5	0.173	14.9	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	221 - lavabo (1)	0.1	1	1.00	0.100	0.360	1.5	0.067	9.2	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	222 - fuente (1) + lavabo (1) + inodoro (2)	0.45	4	0.58	0.260	0.935	1.5	0.173	14.9	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	2221 - fuente (1) + lavabo (1) + inodoro (1)	0.35	3	0.71	0.247	0.891	1.5	0.165	14.5	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	22211 - fuente (1) + lavabo (1)	0.25	2	1.00	0.250	0.900	1.5	0.167	14.6	PE 20	16
<b>P2 - B</b>	222111 - fuente (1)	0.15	1	1.00	0.150	0.540	1.5	0.100	11.3	PE 20	16

Tabla 71. Dimensionamiento del sistema de agua fría

### **Grupo de presión**

Para determinar la necesidad de un grupo de presión en la instalación se calculará la pérdida de carga por el sistema de tuberías.

Para ello existen dos métodos que son los más utilizados: Darcy-Weisbach y Hazen Williams. Ambos dan resultados equivalentes, pero finalmente se ha considerado el resultado obtenido mediante la fórmula de Hazen-Williams definida de la siguiente forma:

$$h_f = \frac{10,679}{D_I^{4,78} * C^{1,85}} Q^{1,85} * L$$

siendo:

$h_f$  – pérdida de carga [mca]

$D_I$  – diámetro interno de la tubería

$Q$  – caudal volumétrico de agua [ $m^3/s$ ]

$L$  – longitud de la tubería [m]

$C$  – coeficiente de Hazen-Williams, siendo 140 para polietileno

Además de la pérdida de carga por las tuberías, también hay variación de presión debido a discontinuidades en la red como codos, válvulas y diferencias de cota. Estas pérdidas de carga se calculan como:

$$L_{eq} = K' * D_h$$

siendo:

$L_{eq}$  – longitud equivalente al accesorio

$K'$  – coeficiente de resistencia<sup>19</sup>

$D_h$  – diámetro de la tubería

Utilizando la fórmula de Darcy-Weisbach se calcula la pérdida de carga producida por esta longitud equivalente y se añade a la pérdida de carga por fricción. También se suma la diferencia de presión debida a la diferencia de cota calculada de la siguiente forma:

$$\Delta P_{cota} = \rho g h$$

Una vez calculada la pérdida de carga, se determina el grupo de presión necesario para abastecer la instalación mediante las curvas características de las bombas. Se escogerán entre la serie AP-MATRIX del fabricante Ebara. Las curvas de características se muestran en la Figura 23 y en la Figura 24.

---

<sup>19</sup> (PPI Plastics Pipe Institute, 2008)

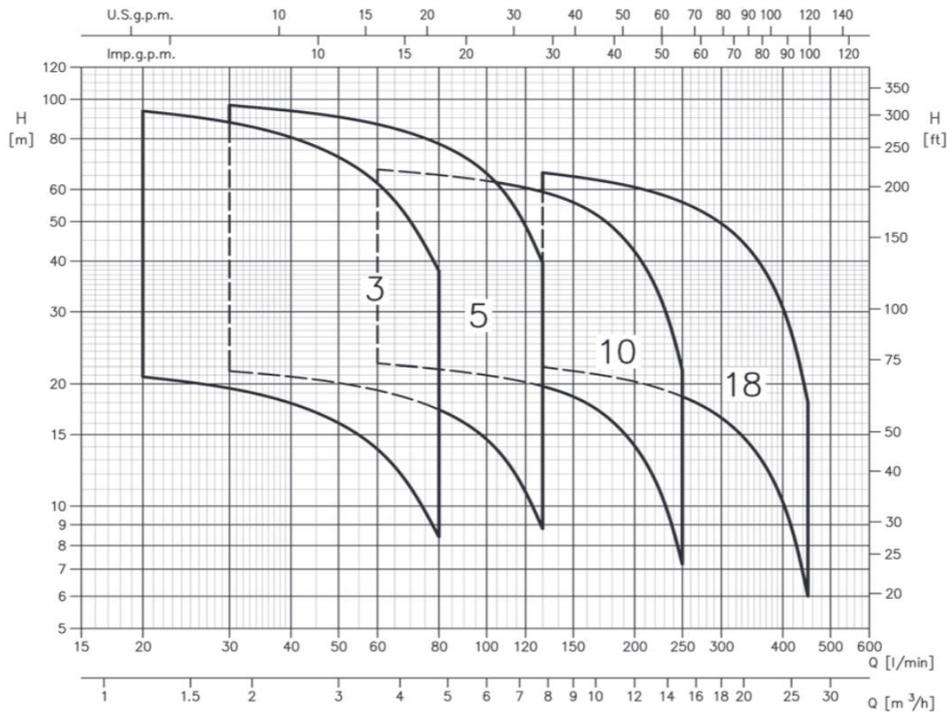


Figura 23. Curvas de características, serie AP-MATRIX Ebara

Modelo	kW	CV	Q=Caudal															
			l/min	0	20	30	45	60	80	100	130	160	200	250	300	350	400	450
			m³/h	0	1,2	1,8	2,7	3,6	4,8	6	7,8	9,6	12	15	18	21	24	27
			H=Altura manométrica total (m)															
AP MATRIX 5-4-1 DM	0,9	1,2	46	-	43	41	38,6	34,7	29,4	17,6	-	-	-	-	-	-	-	
AP MATRIX 5-5-1 DM	1,3	1,8	57,5	-	54	51	48,5	43,5	36,7	22	-	-	-	-	-	-	-	
AP MATRIX 5-6-1 DM	1,3	1,8	69	-	64,5	61,5	58	52	44	26,4	-	-	-	-	-	-	-	
AP MATRIX 5-7-1 DM	1,5	2	80,5	-	75,5	72	67,5	61	51,5	30,8	-	-	-	-	-	-	-	
AP MATRIX 5-8-1 DM	2,2	3	92	-	86	82	77	69,5	58,5	35,2	-	-	-	-	-	-	-	
AP MATRIX 5-9-1 DM	2,2	3	104	-	97	92	87	78	66	39,6	-	-	-	-	-	-	-	
AP MATRIX 10-3-1 DM	1,3	1,8	36	-	-	-	33,3	32,1	30,9	28,6	25,5	19,3	8,7	-	-	-	-	
AP MATRIX 10-4-1 DM	1,5	2	48	-	-	-	44,5	43	41	38,1	34	25,7	11,6	-	-	-	-	
AP MATRIX 10-5-1 DM	2,2	3	60	-	-	-	55,5	53,5	51,5	47,5	42,5	32,1	14,5	-	-	-	-	
AP MATRIX 10-6-1 DM	2,2	3	72	-	-	-	66,5	64,5	62	57	51	38,5	17,4	-	-	-	-	
AP MATRIX 18-3-1 DM	2,2	3	36,3	-	-	-	-	-	-	33	31,9	30,4	28,1	25,2	21,3	15,5	7,8	
AP MATRIX 18-4-1 DM	3	4	48,5	-	-	-	-	-	-	44	42,5	40,5	37,4	33,6	28,4	20,6	10,4	
AP MATRIX 18-5-1 DM	4	5,5	60,5	-	-	-	-	-	-	55	53	50,5	47	42	35,5	25,8	13	
AP MATRIX 18-6-1 DM	4	5,5	72,5	-	-	-	-	-	-	66	64	60,5	56	50,5	42,5	30,9	15,6	

Figura 24. Tabla de características, serie AP-MATRIX Ebara

El local A deberá ser abastecido con 5 m<sup>3</sup>/h de caudal de agua y el grupo de presión debe vencer 67 mca de pérdida de carga, por lo que se elegirá el modelo AP MATRIX 5-9-1 DM.

El local B deberá ser abastecido con 3 m<sup>3</sup>/h de caudal de agua y el grupo de presión debe vencer 97 mca de pérdida de carga, por lo que también se prevé el modelo AP MATRIX 5-9-1 DM.

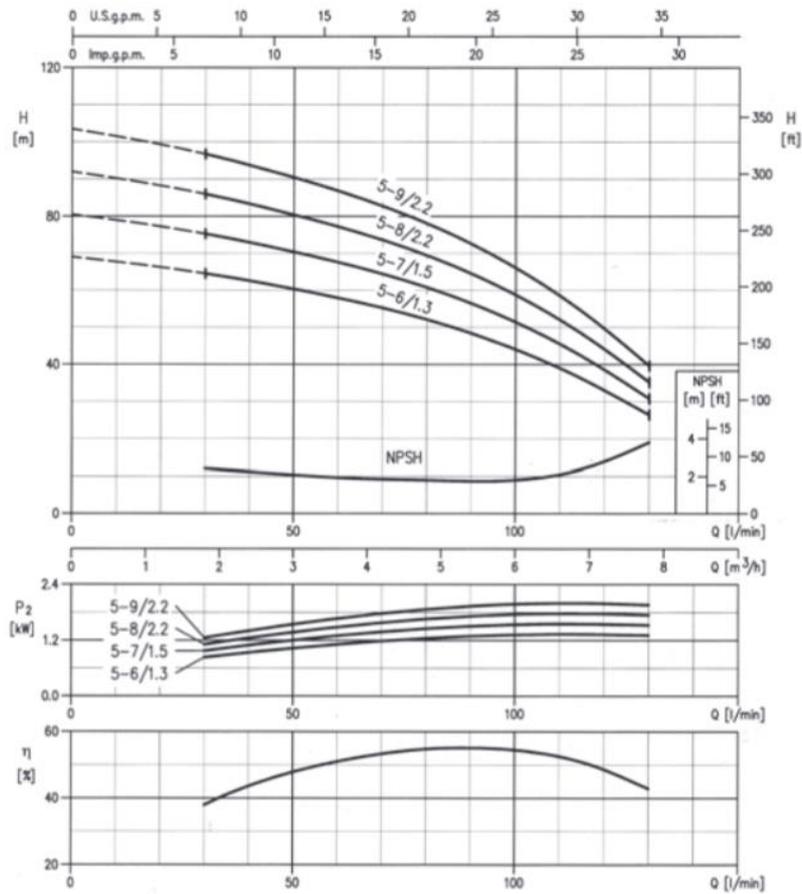


Figura 25. Curva característica AP-MATRIX 5-9-1

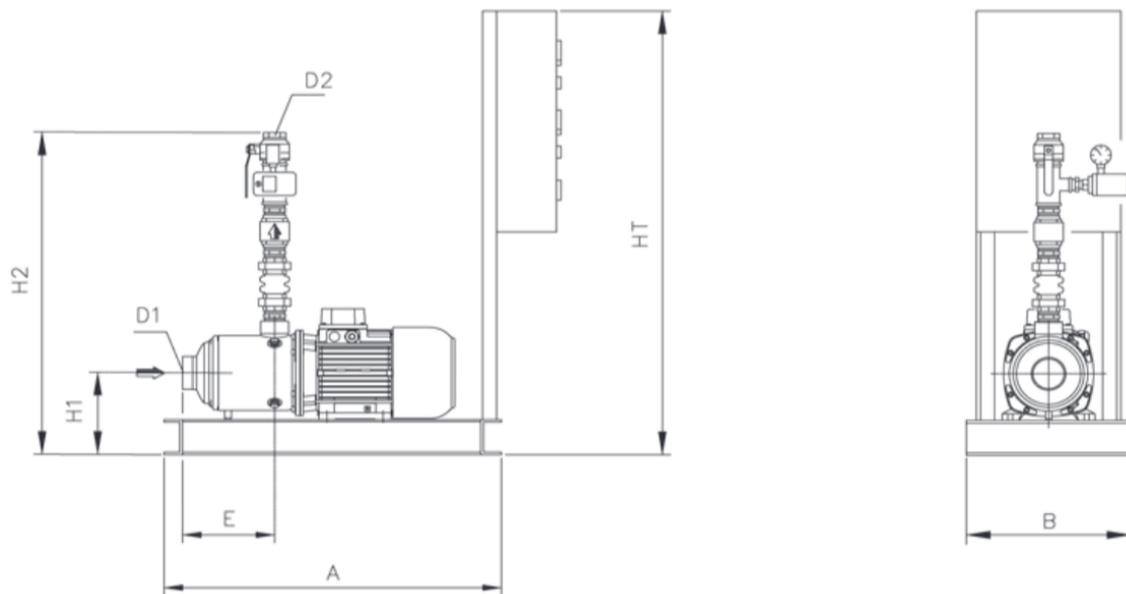


Figura 26. Geometría bomba AP-MATRIX 5-9-1

Planta	Rama	DN tubería	D <sub>i</sub> [mm]	Número de Reynolds	Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	L <sub>rama</sub> [m]	Altura [m]	Num. Codos 90º	L <sub>co</sub> codos [m]	Eficiencia de la bomba	Velocidad [m/s]	Caída de presión codos [bar]	Caída de presión diferencia de cota [bar]	c	hf [mmH <sub>2</sub> O/100m pipe]	hf [kPa/100mpipe]	Caída de presión en la tubería [mm H <sub>2</sub> O]	Caída de presión en la tubería [kPa]	Caída de presión en la tubería [bar]	P <sub>pérdidas_rama</sub> [bar]	P <sub>pérdidas_rama</sub> [kPa]	P <sub>max</sub> [kPa]	P <sub>min</sub> [kPa]	P <sub>min</sub> [bar]	Potencia mínima del grupo de pppresión [W]
P2 - IZQ	1	PE 25	20.4	17129509.35	1000	6.39	9	1	0.816	0.63	0.841	0.002	0.883	140	4958.678	48.645	357.322	92.149	0.921	0.921	92.149		0	40	
P2 - IZQ	11	PE 20	16	18340947.95	1000	1.32	9	0	0	0.63	1.149	0.000	0.883	140	11702.600	114.803	154.474	90.465	0.905	1.826	182.614		0	67	
P2 - IZQ	111	PE 20	16	15883726.86	1000	1.96	9	2	1.28	0.63	0.995	0.005	0.883	140	8965.801	87.955	290.492	91.634	1.916	3.742	374.249	500	100	1	119
P2 - IZQ	1111	PE 20	16	7941863.428	1000	1.38	9	0	0	0.63	0.497	0.000	0.883	140	2483.599	24.364	34.274	88.750	1.887	5.630	562.999	500	100	1	89
P2 - IZQ	112	PE 20	16	16847236.46	1000	1.55	9	0	0	0.63	1.055	0.000	0.883	140	9998.994	98.090	154.984	90.367	0.904	2.730	272.981	500		0	92
P2 - IZQ	1121	PE 20	16	15883726.86	1000	0.96	9	1	0.64	0.63	0.995	0.002	0.883	140	8965.801	87.955	143.453	90.192	2.402	5.132	513.173	500	150	1.5	163
P2 - IZQ	1122	PE 20	16	15883726.86	1000	1.68	9	2	1.28	0.63	0.995	0.005	0.883	140	8965.801	87.955	265.388	91.388	1.914	4.644	464.369	500	100	1	148
P2 - IZQ	11221	PE 20	16	7941863.428	1000	1.39	9	0	0	0.63	0.497	0.000	0.883	140	2483.599	24.364	34.522	88.752	1.888	6.531	653.122	500	100	1	104
P2 - DCHA	2	PE 25	20.4	19072071.57	1000	0.43	9	0	0	0.63	0.937	0.000	0.883	140	6050.164	59.352	26.016	88.984	0.890	0.890	88.984	500		0	43
P2 - DCHA	21	PE 20	16	16847236.46	1000	6.57	9	3	1.92	0.63	1.055	0.008	0.883	140	9998.994	98.090	848.915	97.174	0.972	1.862	186.158	500		0	63
P2 - DCHA	211	PE 20	16	7941863.428	1000	1.06	9	0	0	0.63	0.497	0.000	0.883	140	2483.599	24.364	26.326	88.672	1.887	2.833	283.333	500	100	1	45
P2 - DCHA	212	PE 20	16	15883726.86	1000	3.33	9	1	0.64	0.63	0.995	0.002	0.883	140	8965.801	87.955	355.942	92.277	1.923	3.784	378.435	500	100	1	120
P2 - DCHA	2121	PE 20	16	7941863.428	1000	1.19	9	0	0	0.63	0.497	0.000	0.883	140	2483.599	24.364	29.555	88.704	1.887	5.671	567.139	500	100	1	90
P2 - DCHA	22	PE 20	16	20633566.45	1000	0.31	9	0	0	0.63	1.292	0.000	0.883	140	14555.155	142.786	45.121	89.567	0.896	1.786	178.551	500		0	74
P2 - DCHA	221	PE 20	16	7941863.428	1000	1.06	9	0	0	0.63	0.497	0.000	0.883	140	2483.599	24.364	26.326	88.672	2.387	4.172	417.223	500	150	1.5	66
P2 - DCHA	222	PE 20	16	20633566.45	1000	1.18	9	1	0.64	0.63	1.292	0.004	0.883	140	14555.155	142.786	264.904	91.724	1.917	3.703	370.275	500	100	1	153
P2 - DCHA	2221	PE 20	16	19655109.2	1000	1.58	9	1	0.64	0.63	1.231	0.004	0.883	140	13302.761	130.500	295.321	91.945	1.919	5.622	562.220	500	100	1	221
P2 - DCHA	22211	PE 20	16	19854658.57	1000	4.68	9	2	1.28	0.63	1.243	0.007	0.883	140	13553.967	132.964	807.816	96.988	1.970	7.592	759.207	500	100	1	302
P2 - DCHA	222111	PE 20	16	11912795.14	1000	0.52	9	0	0	0.63	0.746	0.000	0.883	140	5262.627	51.626	27.366	88.837	1.888	9.480	948.044	500	100	1	226

### **Cálculo de caudales de ACS**

Para el cálculo de la demanda prevista de ACS, se considerarán los valores que indica el Anejo F del Documento Básico HE de ahorro de energía. Estos valores son los que se muestran en la Tabla 25.

<b>Criterio de demanda</b>	<b>Litros/día·persona</b>
Vestuarios/duchas colectivas	21
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Restaurantes	8
Cafeterías	1

Tabla 72. Demanda orientativa de ACS, extracto Tabla c - Anejo F DccHE

El consumo de ACS a una temperatura (T) distinta a la de referencia (60°C), se puede obtener a partir del consumo de ACS a la temperatura de referencia usando las siguientes expresiones:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T)$$

$$D_i(T) = D_i(60^{\circ}\text{C}) \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

donde:

D(T) – demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T

D<sub>i</sub>(T) – demanda de agua caliente sanitaria para el mes i, a la temperatura T elegida

D<sub>i</sub>(60°C) – demanda de agua caliente sanitaria para el mes i, a la temperatura de 60°C

T – temperatura del acumulador final

T<sub>i</sub> – temperatura media del agua fría en el mes i (según Anejo G Dcc HE)

La temperatura diaria media mensual de agua fría de la ciudad de Málaga según el Anejo G Dcc HE es la indicada en la Tabla 26.

<b>Capital de provincia</b>	<b>Altitud</b>	<b>EN</b>	<b>FE</b>	<b>MA</b>	<b>AB</b>	<b>MY</b>	<b>JN</b>	<b>JL</b>	<b>AG</b>	<b>SE</b>	<b>OC</b>	<b>NO</b>	<b>DI</b>
<b>Málaga</b>	11	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12

Tabla 73. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C), extracto Tabla a-Anejo G Dcc HE

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el consumo diario de agua caliente sanitaria a una temperatura de 35°C es de 670 litros.

### **Dimensionado de la red de ACS**

Para el dimensionado de estas tuberías se seguirá el mismo procedimiento usado en las tuberías de agua fría. Las dimensiones de cada una de las tuberías se especifican en la Tabla 74.

Planta	Rama	Q <sub>inst.min.</sub> [dm <sup>3</sup> /s]	n	Cs	Q <sub>rama</sub> [l/s]	Q <sub>rama</sub> [m <sup>3</sup> /h]	V <sub>requerida</sub> [m/s]	S [m <sup>2</sup> ]	D <sub>teorico</sub> [mm]	DN tubería	Dh [mm]
PB - A	B1.1 - Lavamanos (2)	0.01	2	1.00	0.010	0.036	1.5	0.007	2.9	PP20	13.2
PB - A	B1.2 - Lavamanos (1)	0.005	1	1.00	0.005	0.018	1.5	0.003	2.1	PP20	13.2
PB - A	B2.1 - Lavamanos (2)	0.01	2	1.00	0.010	0.036	1.5	0.007	2.9	PP20	13.2
PB - A	B2.2 - Lavamanos (1)	0.005	1	1.00	0.005	0.018	1.5	0.003	2.1	PP20	13.2
PB - A	C1.3 - Ducha (2)	0.01	2	1.00	0.010	0.036	1.5	0.007	2.9	PP20	13.2
PB - A	C1.4 - Ducha (1)	0.005	1	1.00	0.005	0.018	1.5	0.003	2.1	PP20	13.2
PB - A	C2.3 - Ducha (2)	0.01	2	1.00	0.010	0.036	1.5	0.007	2.9	PP20	13.2
PB - A	C2.4 - Ducha (1)	0.005	1	1.00	0.005	0.018	1.5	0.003	2.1	PP20	13.2
PB - A	D1 - termo (2 duchas+ 2 lavamanos)	0.02	4	0.58	0.012	0.042	1.5	0.008	3.1	PP20	13.2
PB - A	D2 - termo (2 duchas+ 2 lavamanos)	0.02	4	0.58	0.012	0.042	1.5	0.008	3.1	PP20	13.2
PB - A	BCD-2	0.03	6	0.45	0.013	0.048	1.5	0.009	3.4	PP20	13.2
PB - A	Z3	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
PB - B	11	0.005	4	0.58	0.003	0.010	1.5	0.002	1.6	PP20	13.2
PB - B	111	0.01	2	1.00	0.010	0.036	1.5	0.007	2.9	PP20	13.2
PB - B	1111	0.005	1	1.00	0.005	0.018	1.5	0.003	2.1	PP20	13.2
PB - B	112	0.03	0	1.00	0.030	0.108	1.5	0.020	5.0	PP20	13.2
PB - B	113	0.005	2	1.00	0.005	0.018	1.5	0.003	2.1	PP20	13.2
PB - B	121	0.03	5	0.50	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
PB - B	1211	0.005	3	0.71	0.004	0.013	1.5	0.002	1.7	PP20	13.2
PB - B	1212	0.045	0	1.00	0.045	0.162	1.5	0.030	6.2	PP20	13.2
PB - B	1213	0.01	2	1.00	0.010	0.036	1.5	0.007	2.9	PP20	13.2
PB - B	12131	0.005	1	1.00	0.005	0.018	1.5	0.003	2.1	PP20	13.2
PB - B	12221	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
PB - B	3111	0.01	2	1.00	0.010	0.036	1.5	0.007	2.9	PP20	13.2
PB - B	31111	0.005	1	1.00	0.005	0.018	1.5	0.003	2.1	PP20	13.2
PB - B	3112	0.01	2	1.00	0.010	0.036	1.5	0.007	2.9	PP20	13.2
PB - B	31121	0.005	1	1.00	0.005	0.018	1.5	0.003	2.1	PP20	13.2
PB - B	312112	0.02	0	1.00	0.020	0.072	1.5	0.013	4.1	PP20	13.2
P1 - A	1111 - lavamanos (1)	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
P1 - A	1121 - termo (lavamanos 2)	0.03	2	1.00	0.030	0.108	1.5	0.020	5.0	PP20	13.2
P1 - A	11221 - lavamanos (1)	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
P1 - B	211 - lavamanos (1)	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
P1 - B	221 - lavamanos (1)	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
P1 - B	222111 - lavamanos (2)	0.03	1	1.00	0.030	0.108	1.5	0.020	5.0	PP20	13.2
P2 - A	1111 - lavamanos (1)	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
P2 - A	1121 - termo (lavamanos 2)	0.03	2	1.00	0.030	0.108	1.5	0.020	5.0	PP20	13.2
P2 - A	11221 - lavamanos (1)	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
P2 - B	211 - lavamanos (1)	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
P2 - B	221 - lavamanos (1)	0.015	1	1.00	0.015	0.054	1.5	0.010	3.6	PP20	13.2
P2 - B	222111 - lavamanos (2)	0.03	1	1.00	0.030	0.108	1.5	0.020	5.0	PP20	13.2

Tabla 74. Dimensionamiento red de tuberías de AC

## **Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS – Dcc HE**

Al ser un edificio de nueva construcción con una previsión de consumo de ACS mayor a 100 l diarios, aplica la sección HE4 de la Dcc HE. Según esta normativa, al menos el 60% de la demanda de ACS deberá cubrirse con energía procedente de fuentes renovables.

Parte de esta energía se obtendrá por medio del recuperador del sistema de climatización.

## **Energía solar térmica**

Se instalarán captadores solares para la producción de agua caliente sanitaria, considerando una temperatura de consumo de 35 °C acorde al CTE. El CTE DB HE 4 establece un porcentaje mínimo de contribución solar, calculada como la relación entre la energía solar aportada y la demanda energética anual del edificio. Estos valores se especifican en la Tabla 27.

Demanda total de ACS del edificio [l/d]	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5000	30	30	40	50	60
5000 – 10000	30	40	50	60	70
> 10000	30	50	60	70	70

Tabla 75. Contribución solar mínima anual para ACS en %, tabla 2.1 CTE DB HE 4

En el caso del presente proyecto, Málaga se encuentra en una zona climática IV y la demanda de ACS del edificio se encuentra entre 50 y 5000 litros al día, por lo que la contribución solar mínima anual tiene que ser un 50%.

Para determinar el número de placas necesarias para cubrir la demanda de ACS y la potencia de estas, es necesario calcular la demanda energética. Esta se determinará a partir del consumo de ACS y se calculará a partir de la siguiente fórmula:

$$D_{ACS} = V_{ACS} \cdot c_e \cdot (T_{consumo} - T_{AF})$$

Siendo:

$D_{ACS}$  [kWh/periodo] – demanda energética de ACS

$V_{ACS}$  – volumen de consumo de ACS a la temperatura de consumo

$T_{consumo}$  – temperatura de consumo del agua caliente sanitaria = 35°C

$T_{AF}$  – temperatura de agua fría de consumo humano = 12°C

$c_e$  [kWh/(m<sup>3</sup>·°C)] – calor específico del agua = 1,16 kWh/(m<sup>3</sup>·°C)

Se calculará la demanda energética mensual a partir de la fórmula anterior. Los resultados se detallan en la Tabla 28.

	Cálculo energético											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días por mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Consumo ACS [l/día]	591.3	657	657	657	657	492.75	492.75	328.5	657	657	657	328.5
$T_{AF}$ [°C]	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8
$\Delta T$ [°C]	27	26	24	22	21	20	19	20	21	22	24	27
$D_{ACS}$ [kWh]	574	555	567	503	496	343	337	236	480	520	549	319

Tabla 76. Cálculo demanda energética mensual ACS

Por lo que el total de demanda energética anual es de 5479 kWh.

Para cubrir esta demanda se necesitarán tres captadores WOLF CFK1 con área de captación de 6 m<sup>2</sup> y volumen de acumulación ACS de 420 litros. Se instalarán orientados hacia el sur, con una inclinación de 35°.

Teniendo en cuenta un 6% de pérdidas por sombras, se hace un cálculo energético con los datos de pérdida por inclinación sobre una superficie horizontal extraído de las tablas Pliego de Condiciones Técnicas de Baja Temperatura del IDAE.

Constantes consideradas en el cálculo	
Factor corrector conjunto captador-intercambiador	0.95
Modificador del ángulo de incidencia	0.96
Temperatura mínima ACS	45°

	CALCULO ENERGÉTICO MEDIANTE EL METODO F-CHART											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Jul	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Rad. horiz. [kWh/m2-mes]:	71,61	93,24	133,61	154,20	199,64	204,30	228,16	199,64	158,40	117,18	77,40	68,82
Coef. K. incl[35°] lat[37°]	1,33	1,24	1,14	1,03	0,96	0,93	0,96	1,04	1,17	1,32	1,42	1,41
Rad. inclin. [kWh/m2-mes]:	89,53	108,68	143,18	149,30	180,16	178,60	205,89	195,17	174,21	145,40	103,31	91,21
Deman. Ener. [KWh]:	574	555	567	503	496	343	337	236	480	520	549	319
Ener. Ac. Cap. [KWh/mes]:	348	422	556	580	700	694	800	758	677	565	401	354
D1=EA/DE	0,61	0,76	0,98	1,15	1,41	2,02	2,38	3,21	1,41	1,09	0,73	1,11
K1	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
K2	0,77	0,80	0,85	0,93	0,92	0,90	0,91	0,84	0,85	0,86	0,83	0,75
Ener. Per. Cap. [KWh/mes]:	1.023	945	1.093	1.136	1.127	1.012	1.034	940	955	1.034	1.024	988
D2=EP/DE	1,78	1,70	1,93	2,26	2,27	2,95	3,07	3,98	1,99	1,99	1,87	3,10
f	0,43	0,55	0,68	0,76	0,89	1,08	1,17	1,26	0,90	0,73	0,52	0,69
EU=f*DE	246	302	383	380	440	371	393	298	433	382	283	219

Tabla 77. Cálculo captador de energía térmica, (Konstruir.es, 2020)

Se obtiene que la producción energética útil anual es de 4129 kWh que representa un 75% de la demanda de energía, por lo que cumple con el CTE que exige una contribución solar mínima del 70%.

También se cumplen las exigencias en cuanto a pérdidas mínimas admisibles por orientación e inclinación.

Sin embargo, hay meses en los que se produce más del 110% de energía demandada y no cumple con el CTE. Para evitar que la sobreproducción de energía resulte en daños al equipo, se recomendará y se facilitará el tapado parcial de los captadores como indica el apartado HE 4 – 2.1.4 del CTE.

## ***Bibliografía***

- AEMET. (s.f.). *AEMet*. Obtenido de <http://www.aemet.es/es/portada>
- Agencia Andaluza de la Energía. (s.f.). *Agencia Andaluza de la Energía, Junta de Andalucía*. Obtenido de <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/Radiacion/radiacion1.php>
- BRE Group*. (29 de 10 de 2019). Obtenido de <https://www.bregroup.com/about-us/bre-global/>
- BREEAM ES. (31 de 03 de 2017). *BREEAM ES NUEVA CONSTRUCCIÓN 2015*. Obtenido de [www.breeam.es](http://www.breeam.es)
- Carazo, C. (2020). *UTA Edificio BREEAM, ficha técnica 5631, DAIKIN*.
- Carlos. (19 de 08 de 2019). *Nergiza*. Obtenido de <https://nergiza.com/geotermia-merece-la-pena-o-mejor-aerotermia/>
- GIRA*. (15 de 08 de 2020). Obtenido de [https://partner.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib\\_system/knx-produkte/gateways/knx-dali-gateway.html](https://partner.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib_system/knx-produkte/gateways/knx-dali-gateway.html)
- Ibm.com*. (25 de Septiembre de 2019). Obtenido de <https://www.ibm.com/supply-chain/supply-chain-analytics>
- IDAE. (2008). *Soluciones de Aislamiento con Espumas Flexibles*. Madrid.
- IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2010). *Evaluación del potencial de energía geotérmica*. Madrid.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja e ICCL, Instituto de la Construcción de Castilla y León. (2007). *CTE WEB*. Obtenido de <http://cte-web.iccl.es/sistemas.php?t=2&f=4>
- Konstruir.es. (2020). *Producción de Agua Caliente por medio de Energía Solar*.
- PPI Plastics Pipe Institute. (2008). *Handbook of Polyethylene Pipes*.
- Schneider Electric. (10 de 2019). *Prisma P Catalogue 2019. DESW016EN*. Francia.
- Varas, J. M. (05 de 12 de 2016). *Domótica para todos*. Obtenido de <http://domoticaparatodos.com/2016/12/introduccion-a-dali-protocolo-de-control-de-iluminacion/>

# Anexo A

## Objetivos y metas de Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Permanente ODS son un conjunto de metas fruto de la determinación de los líderes mundiales de erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad a generaciones futuras. Cada uno de los ODS está definido concretamente con las metas que se deben conseguir en los próximos 15 años y con acciones propuestas para su logro.

### ***ODS relacionado con este Proyecto Fin de Máster***

Este trabajo fin de máster se centra en el diseño de instalaciones con criterio ecológico BREEAM. Este certificado tiene como objetivo el desarrollo y mantenimiento sostenible de la construcción de edificios.

Este enfoque del proyecto hace que esté directamente relacionado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 7 – Energía asequible y no contaminante.

La electricidad es un consumo básico del mundo en el que habitamos, ya que casi todo funciona con electricidad. La falta de acceso a ella es un problema al que se debe buscar solución y también es un desafío el asegurar su uso en el futuro. Para ello deben usarse las fuentes de energía responsablemente.

Algunos datos relevantes que ilustran el problema<sup>1</sup>:

- El 13% de la población mundial aún no tiene acceso a servicios modernos de electricidad.
- 3000 millones de personas dependen de la madera, el carbón, el carbón vegetal o los desechos de origen animal para cocinar y calentar la comida.
- La energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático y representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.
- La contaminación del aire en locales cerrados debido al uso de combustibles para la energía doméstica causó 4,3 millones de muertes en 2012, 6 de cada 10 de estas fueron mujeres y niñas.
- En 2015, el 17,5% del consumo final de energía fue de energías renovables.

Las metas concretas de este ODS son:

- I. Garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos

---

<sup>1</sup> (UN United Nations, s.f.)

- II. Aumentar considerablemente la proporción de uso de energía proveniente de fuentes renovables en el conjunto de fuentes energéticas
- III. Duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
- IV. Aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias
- V. Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo

Todas estas metas deben alcanzarse para el año 2030.

### ***Meta perseguida***

Este proyecto persigue las metas III y IV del objetivo 7.

Con respecto a la meta III, contribuye a la mejora de la eficiencia energética ya que es el objetivo de los propios criterios BREEAM. Todas las medidas exigidas por este certificado persiguen la eficiencia energética. Por un lado, los criterios constructivos buscan reducir el consumo de energía, tanto consumo eléctrico como consumo de agua. Por lo que el diseño de instalaciones se realiza con este mismo enfoque y teniendo en cuenta las condiciones producidas por estos criterios. De esta forma se contribuye a la mejora de la eficiencia energética. Por otro lado, también se busca la instalación de equipos de alta eficiencia energética, por ejemplo, los equipos de climatización. Este requisito también camina en la dirección de esta meta del ODS 7.

Con respecto a la meta IV, BREEAM es un criterio internacional que se adapta a las normativas y exigencias de cada país. Este proyecto también contribuye a aumentar la cooperación internacional para promover la inversión en energía limpia e infraestructura energética obteniendo este certificado y aceptando este criterio de sostenibilidad como válido.

Al comprobar la rentabilidad del criterio de diseño BREEAM para instalaciones, este proyecto contribuye a ambas metas de sostenibilidad.

### ***ODS secundario relacionado con este PFM***

Como se ha comentado anteriormente, BREEAM es un certificado global en la construcción de edificios que evalúa no sólo el diseño, sino la construcción, post construcción y mantenimiento del edificio en cuestión.

Entre los criterios considerados en este proyecto se encuentran las medidas tomadas relacionadas con el sistema de fontanería y ACS. BREEAM limita el consumo de agua y valora la producción de ACS mediante energías renovables, como la termo solar. Por ello, ese proyecto también está relacionado con el ODS 06 – Agua limpia y saneamiento.

Concretamente, persigue el objetivo de aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos y asegurar la sostenibilidad del abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua. Esto contribuye directamente a la reducción del número de personas que sufren falta de agua.

### ***Contextualización ODS elegido***

Se ha escogido el ODS 07 como objetivo principal que persigue este TFM debido a que el proyecto consiste en el diseño de las instalaciones de una nave industrial mediante criterio ecológico de sostenibilidad BREEAM. Este enfoque de diseño busca disminuir el consumo de energía.

Por un lado, influye en la accesibilidad de la energía ya que reduce el consumo. Esta perspectiva hace que no contribuya directamente a mejorar el acceso a los servicios de electricidad, aunque indirectamente si fuera suficientemente implementado, supondría un abaratamiento de la electricidad. Esto favorecería el acceso a personas con menos recursos para obtener electricidad hoy en día.

Por otro lado, también valora la obtención de energía mediante fuentes renovables, por lo que contribuye al uso de energías menos contaminantes.

### ***Descripción de la interacción del TFM con el ODS 07***

En este TFM se realiza un diseño con criterios alineados con los objetivos del ODS 07. Las consideraciones de diseño concretas que contribuyen a este objetivo son:

- Instalación de dispositivos de control de iluminación: protocolo DALI, temporizadores, sensores de movimiento y de luz
- Instalación de lucernarios en las naves
- Instalación de contadores energéticos para mejorar el control del consumo
- Instalación fotovoltaica
- Análisis del efecto de la mejora de la transmitancia de los cerramientos en el consumo
- Equipos de climatización con recuperadores de alta eficiencia
- Uso de aguas pluviales en los aparatos sanitarios que lo permitan
- Limitación de los caudales de consumos de agua, tanto fría como ACS
- Producción de ACS con energía solar térmica
- Estudio del ahorro energético producido por estas medidas

### ***Cuantificar las acciones***

El cálculo del impacto energético de estas medidas está desarrollado en el estudio económico de la memoria. A continuación se resumen los resultados de los cálculos:

- Ahorro energético de iluminación: 139.728,03 kWh de energía eléctrica al año
- Ahorro energético de climatización: 169.585,59 kWh de energía eléctrica anual
- Ahorro por cerramientos: 75,1 kWh diarios en verano y 47,3 kWh en invierno
- Ahorro de agua: 1.585.005 litros al año

En total, se ahorrarían 324.858,42 kWh de energía eléctrica al año. Se calcula la emisión de CO<sub>2</sub> como la energía consumida por un factor de conversión. Este factor se obtiene a partir del factor de conversión de energía final a energía primaria (MWh

e.p./MWh e.f.) y el factor de emisión de CO<sub>2</sub> específico de cada combustible según su factor de oxidación (tCO<sub>2</sub>/MWh). Este coeficiente es de 0,331 para electricidad convencional peninsular<sup>2</sup>.

Teniendo en cuenta el mix energético de generación en la península en 2020, ilustrado en la Figura 1, se conseguirá evitar la emisión de 107,53 toneladas de CO<sub>2</sub>.

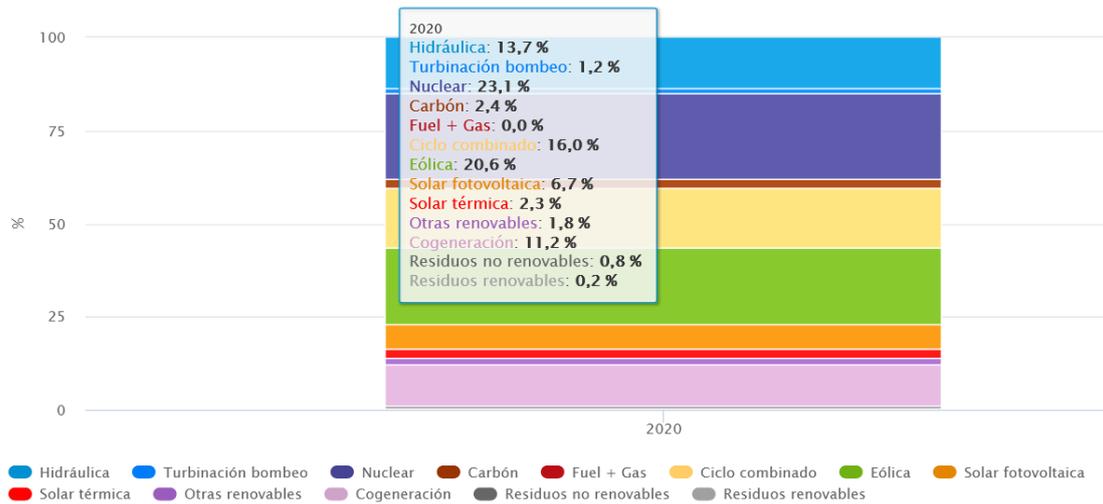


Figura 1. Estructura de la generación de la península ibérica por tecnologías, REE

En conclusión, este Proyecto Fin de Máster está directamente relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, ya que analiza medidas para mejorar la sostenibilidad y mantenimiento de edificios. Esto influye directamente en las metas propuestas para alcanzar los ODS.

<sup>2</sup> (Ministerios de Industria, Energía y Turismo y Ministerio de Fomento, 2016)

# ***Anexo B***

## **Informes iluminación DIALux**

- Almacén sin lucernarios – informe completo
- Almacén con lucernarios – informe completo
- Iluminación exterior – informe completo
- Oficinas, salas de reuniones – informe completo
- Aseos – informe completo
- Despacho – output en hoja simple
- Sala de cargadores – output en hoja simple

# Proyecto 1

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

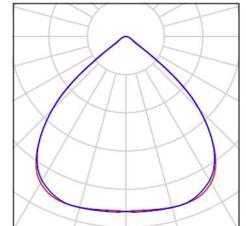
Fecha: 29.07.2020  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Proyecto 1 / Lista de luminarias

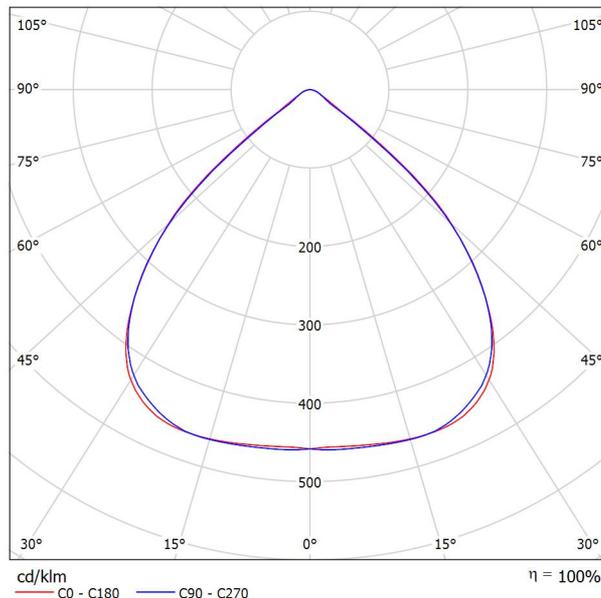
180 Pieza PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 25000 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 25000 lm  
Potencia de las luminarias: 162.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 98 100 100 100  
Lámpara: 1 x LED250S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Hoja de datos de luminarias**

**Emisión de luz 1:**



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 98 100 100 100

GentleSpace gen3: adaptable high-bay lighting offering high efficiency and connectivity options to lighting systems and software applications. With the third generation of the GentleSpace high-bay luminaire, we continue to bring innovations to the market by offering adaptable high bay lighting solutions for high ceiling and industrial applications. GentleSpace gen3 offers a wide variety of options in terms of optics and beam angles (from very narrow to wide), a choice of mounting possibilities and cover materials and a variety of lumen packages. This means that GentleSpace gen3 can easily help you create a tailor-made and ideal lighting solution for almost any high ceiling and/or industrial application. It can also support changes in application requirements (such as layout changes) thanks to its flexible optical system, which can be easily adjusted even after installation. In addition, GentleSpace gen3 also provides the option of advanced connectivity and is ready to be connected to IoT-based system and software applications such as Interact Industry. Overall, whether you are looking for a reliable "fit & forget" solution or one that can be adapted and controlled after installation, GentleSpace gen3 is the ideal solution for your application.

**Emisión de luz 1:**

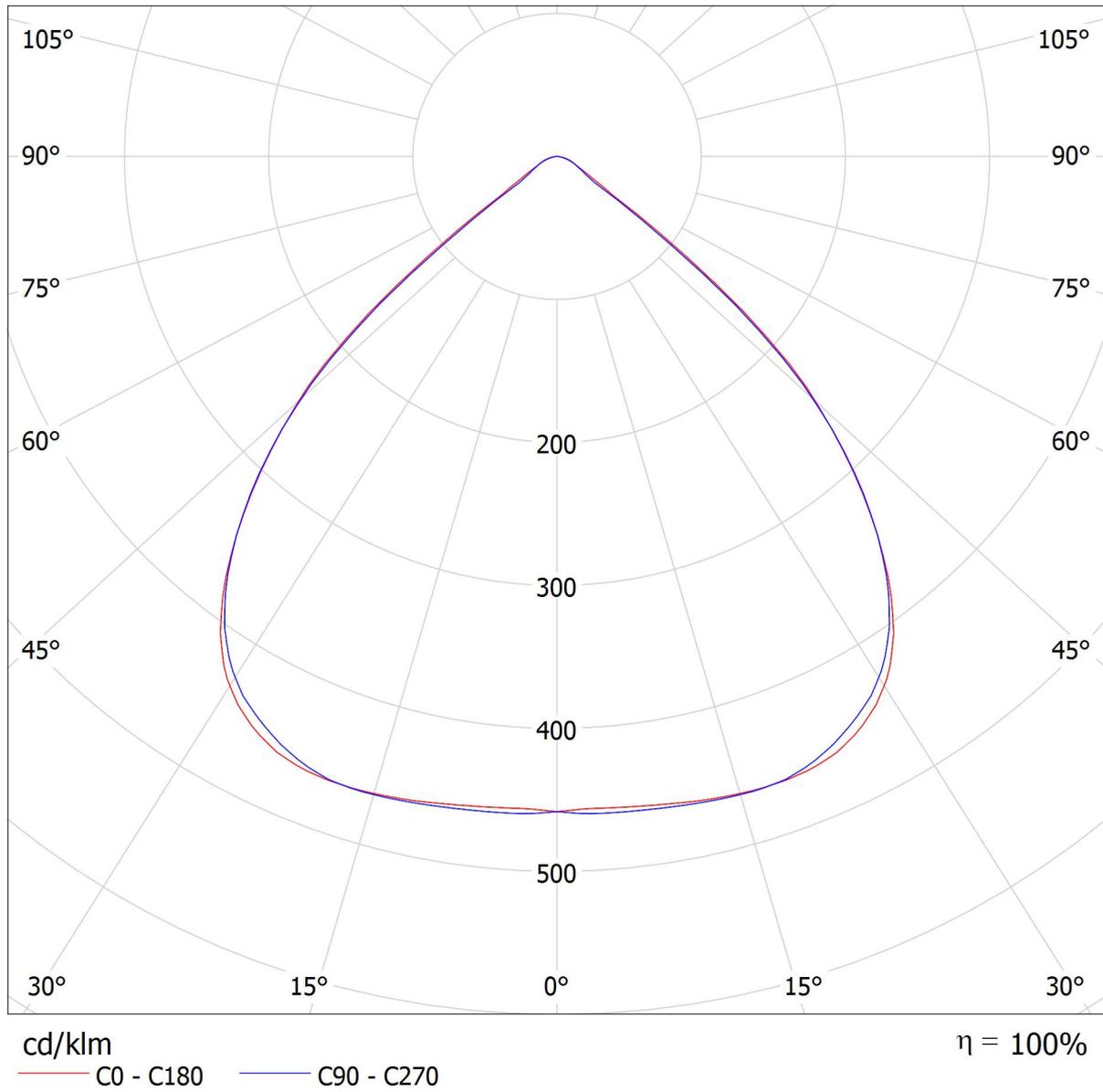
Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	2H	23.8	24.8	24.1	25.0	25.2	23.7	24.7	24.0	24.9	25.1
	3H	3H	23.7	24.6	24.0	24.8	25.1	23.6	24.5	23.9	24.7	25.0
	4H	4H	23.6	24.5	24.0	24.7	25.0	23.5	24.4	23.9	24.6	24.9
	6H	6H	23.6	24.4	23.9	24.6	24.9	23.5	24.3	23.8	24.5	24.8
	8H	8H	23.6	24.3	23.9	24.6	24.9	23.5	24.2	23.8	24.5	24.8
4H	12H	12H	23.5	24.2	23.9	24.5	24.8	23.4	24.1	23.8	24.4	24.8
	2H	2H	23.7	24.5	24.0	24.8	25.1	23.6	24.4	23.9	24.7	25.0
	3H	3H	23.6	24.3	24.0	24.6	25.0	23.5	24.2	23.9	24.5	24.9
	4H	4H	23.6	24.2	24.0	24.5	24.9	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8
	6H	6H	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8	23.5	24.0	23.9	24.3	24.7
8H	8H	8H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.3	24.7
	12H	12H	23.5	23.9	23.9	24.3	24.7	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
	4H	4H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.3	24.7
	6H	6H	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7	23.4	23.7	23.8	24.2	24.6
	8H	8H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.7	23.8	24.1	24.6
12H	12H	12H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
	4H	4H	23.5	23.9	23.9	24.3	24.7	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
	6H	6H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.6	23.8	24.1	24.6
	8H	8H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+2.0 / -5.7				+2.1 / -6.1							
S = 1.5H	+3.4 / -9.2				+3.5 / -9.1							
S = 2.0H	+4.7 / -10.2				+4.8 / -9.6							
Tabla estándar	BK00				BK00							
Sumando de corrección	5.3				5.2							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 25000lm Flujo luminoso total												



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / CDL (Polar)

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
Lámparas: 1 x LED250S/840/-





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Tabla UGR**

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
Lámparas: 1 x LED250S/840/-

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	23.8	24.8	24.1	25.0	25.2	23.7	24.7	24.0	24.9	25.1
	3H	23.7	24.6	24.0	24.8	25.1	23.6	24.5	23.9	24.7	25.0
	4H	23.6	24.5	24.0	24.7	25.0	23.5	24.4	23.9	24.6	24.9
	6H	23.6	24.4	23.9	24.6	24.9	23.5	24.3	23.8	24.5	24.8
	8H	23.6	24.3	23.9	24.6	24.9	23.5	24.2	23.8	24.5	24.8
	12H	23.5	24.2	23.9	24.5	24.8	23.4	24.1	23.8	24.4	24.8
4H	2H	23.7	24.5	24.0	24.8	25.1	23.6	24.4	23.9	24.7	25.0
	3H	23.6	24.3	24.0	24.6	25.0	23.5	24.2	23.9	24.5	24.9
	4H	23.6	24.2	24.0	24.5	24.9	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8
	6H	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8	23.5	24.0	23.9	24.3	24.7
	8H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.3	24.7
	12H	23.5	23.9	23.9	24.3	24.7	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
8H	4H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.3	24.7
	6H	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7	23.4	23.7	23.8	24.2	24.6
	8H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.7	23.8	24.1	24.6
	12H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
12H	4H	23.5	23.9	23.9	24.3	24.7	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
	6H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.6	23.8	24.1	24.6
	8H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+2.0 / -5.7					+2.1 / -6.1				
S = 1.5H		+3.4 / -9.2					+3.5 / -9.1				
S = 2.0H		+4.7 / -10.2					+4.8 / -9.6				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		5.3					5.2				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 25000lm Flujo luminoso total											

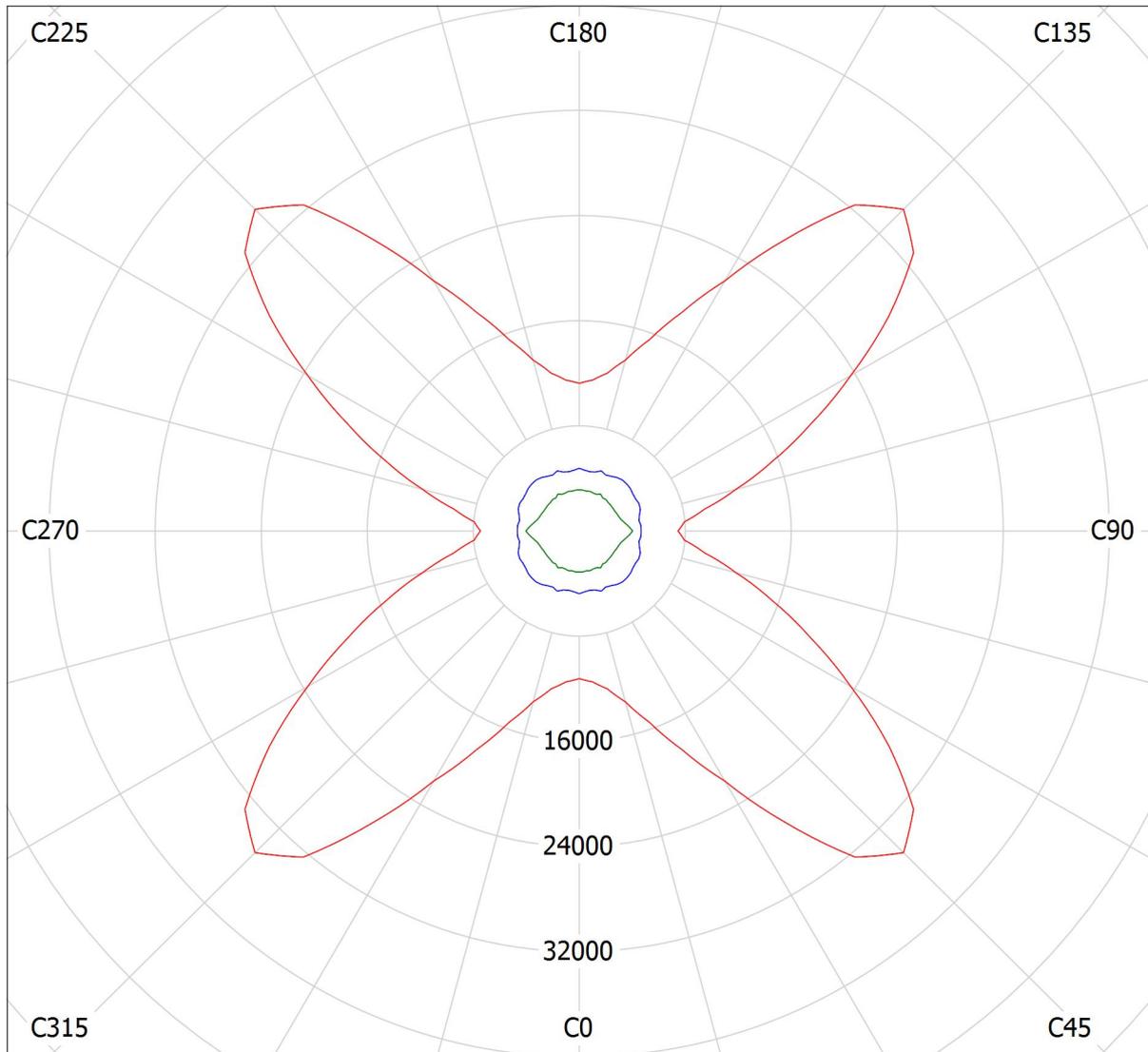
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
Lámparas: 1 x LED250S/840/-



cd/m<sup>2</sup>

— g = 55.0°    — g = 65.0°    — g = 75.0°



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Diagrama conico**

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
Lámparas: 1 x LED250S/840/-

0.5	1.07 1.08	E(0°) 45820 E(C90) 47.0° 7369 E(C0) 47.2° 7315
1.0	2.14 2.16	E(0°) 11455 E(C90) 47.0° 1842 E(C0) 47.2° 1829
1.5	3.22 3.24	E(0°) 5091 E(C90) 47.0° 819 E(C0) 47.2° 813
2.0	4.29 4.32	E(0°) 2864 E(C90) 47.0° 461 E(C0) 47.2° 457
2.5	5.36 5.40	E(0°) 1833 E(C90) 47.0° 295 E(C0) 47.2° 293
3.0	6.43 6.48	E(0°) 1273 E(C90) 47.0° 205 E(C0) 47.2° 203

Separación [m]

Diámetro cónico [m]

Intensidad lumínica [lx]

— C0 - C180 (Semiángulo de dispersión: 94.4°)

— C90 - C270 (Semiángulo de dispersión: 94.0°)

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Tabla de intensidades lumínicas

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB

Lámparas: 1 x LED250S/840/-

<b>Gamma</b>	<b>C 0°</b>	<b>C 15°</b>	<b>C 30°</b>	<b>C 45°</b>	<b>C 60°</b>	<b>C 75°</b>	<b>C 90°</b>
<b>0.0°</b>	458	458	458	458	458	458	458
<b>5.0°</b>	457	459	459	459	460	460	461
<b>10.0°</b>	460	461	462	462	461	461	462
<b>15.0°</b>	463	465	466	466	465	463	464
<b>20.0°</b>	464	467	469	470	467	464	464
<b>25.0°</b>	460	464	470	472	466	457	454
<b>30.0°</b>	443	450	462	466	456	441	436
<b>35.0°</b>	407	419	440	447	434	412	402
<b>40.0°</b>	346	365	397	412	396	362	346
<b>45.0°</b>	269	291	330	354	331	289	270
<b>50.0°</b>	170	196	246	274	239	186	161
<b>55.0°</b>	47	56	92	145	99	51	31
<b>60.0°</b>	24	24	28	34	30	22	20
<b>65.0°</b>	15	14	15	16	15	14	14
<b>70.0°</b>	9.80	9.70	9.70	9.60	9.50	10	11
<b>75.0°</b>	5.90	5.90	6.10	5.80	5.80	6.20	7.60
<b>80.0°</b>	2.80	2.70	2.80	2.80	2.80	3.10	3.80
<b>85.0°</b>	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80	0.90	0.90
<b>90.0°</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Valores en cd/klm

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Tabla de densidades lumínicas

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB

Lámparas: 1 x LED250S/840/-

<b>Gamma</b>	<b>C 0°</b>	<b>C 15°</b>	<b>C 30°</b>	<b>C 45°</b>	<b>C 60°</b>	<b>C 75°</b>	<b>C 90°</b>
<b>0.0°</b>	62813	62813	62813	62813	62813	62813	62813
<b>5.0°</b>	62901	63108	63135	63218	63245	63259	63383
<b>10.0°</b>	63962	64213	64241	64241	64213	64171	64283
<b>15.0°</b>	65681	65979	66079	66079	65922	65752	65823
<b>20.0°</b>	67719	68113	68434	68536	68157	67617	67631
<b>25.0°</b>	69533	70183	71045	71363	70486	69094	68610
<b>30.0°</b>	70076	71216	73100	73812	72134	69823	68952
<b>35.0°</b>	68128	70086	73601	74856	72680	68948	67275
<b>40.0°</b>	61918	65264	70990	73764	70865	64763	61918
<b>45.0°</b>	52228	56474	63918	68610	64151	56067	52344
<b>50.0°</b>	36149	41822	52528	58499	50992	39710	34357
<b>55.0°</b>	11233	13456	21964	34607	23661	12237	7457
<b>60.0°</b>	6498	6608	7759	9459	8198	6032	5511
<b>65.0°</b>	4768	4639	4801	5060	4898	4703	4671
<b>70.0°</b>	3928	3888	3888	3848	3808	4048	4369
<b>75.0°</b>	3125	3125	3231	3072	3072	3284	4025
<b>80.0°</b>	2210	2131	2210	2210	2210	2447	3000
<b>85.0°</b>	944	944	1101	1101	1258	1416	1416

Valores en Candela/m<sup>2</sup>.

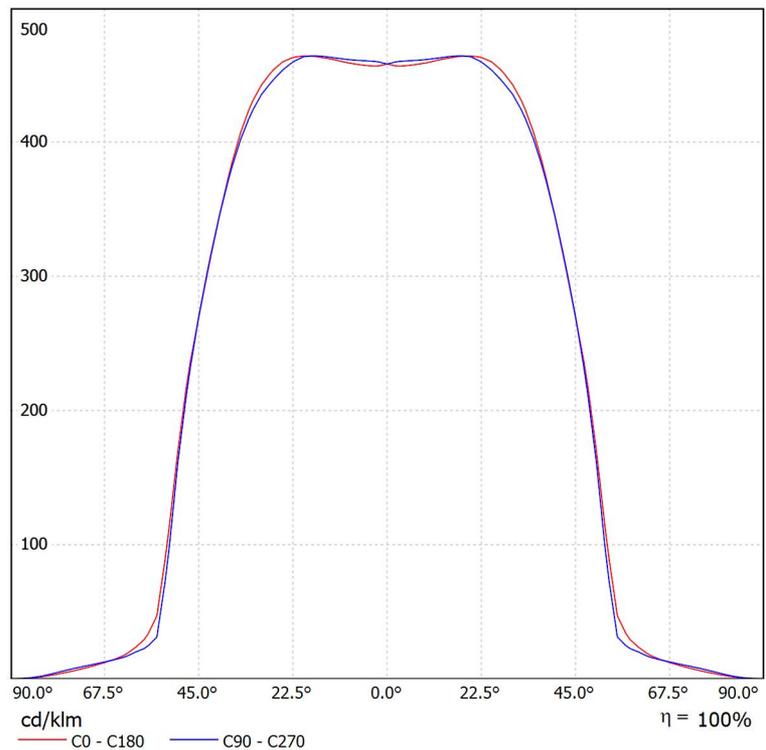
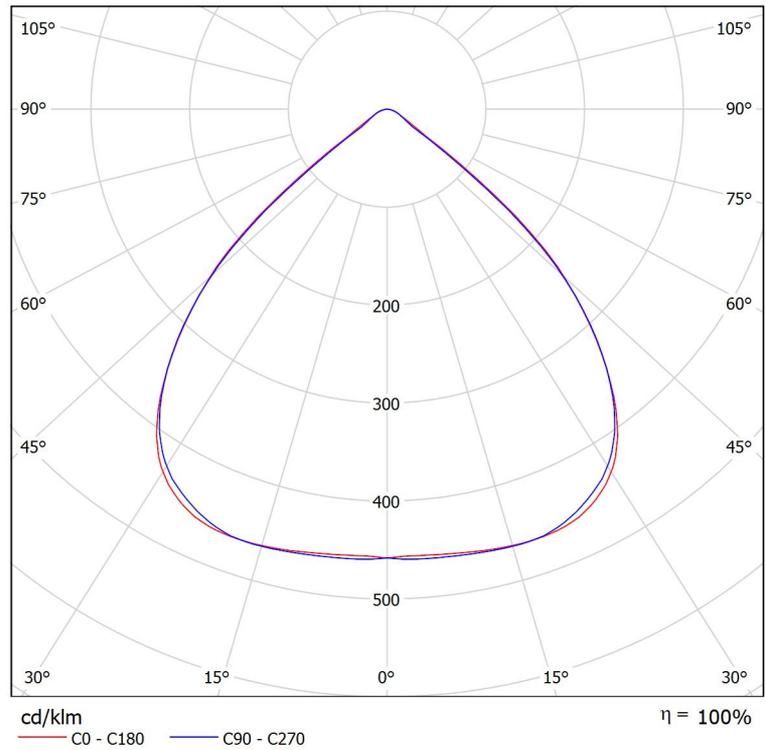


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Hoja de datos CDL**

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD  
1 xLED250S/840 WB

Lámparas: 1 x LED250S/840/-





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Hoja de datos del alumbrado de emergencia

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB

Lámparas: 1 x LED250S/840/-

Índice de reproducción de color:	0
Flujo luminoso:	25000 lm
Factor de corrección:	1.000
Factor de alumbrado de emergencia:	1.00
Flujo luminoso de alumbrado de emergencia:	25000 lm
Grado de eficacia de funcionamiento:	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local inferior):	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local superior):	0.00

Evaluación del deslumbramiento (Intensidades lumínicas máximas [cd])

	C0	C90	C0 - C360
Gamma 60° - 90°	592.5	502.5	865.0
Gamma 0° - 180°	11605.0	11595.0	11800.0

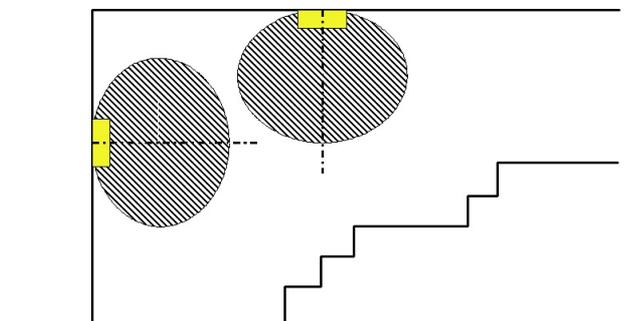
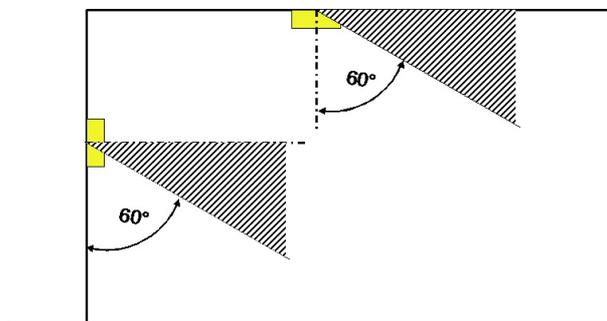


Tabla de distancias para caminos de escape planos

Altura de montaje [m]					
2.00	2.80	6.12	5.99	5.91	2.76
2.50	3.50	7.65	7.48	7.34	3.43
3.00	4.20	9.18	8.96	8.61	4.10
3.50	4.90	10.71	10.45	10.05	4.78
4.00	5.60	12.24	11.95	11.49	5.47

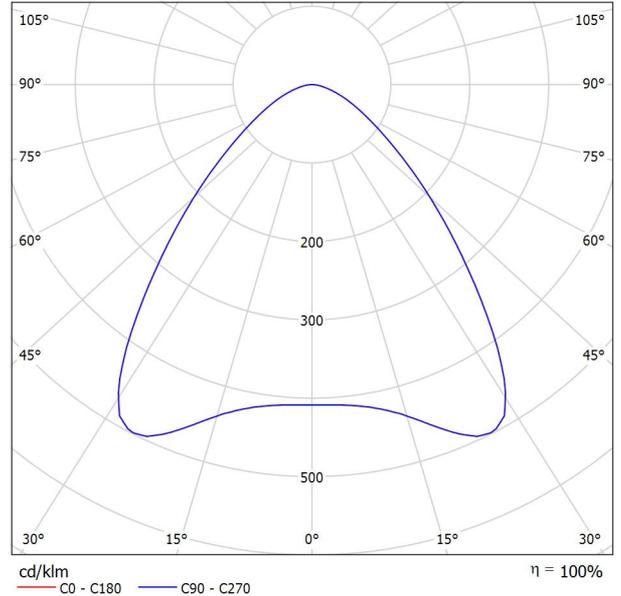
La tabla de distancias se base en los siguientes parámetros:

- Factor mantenimiento: 0.72
- Factor de alumbrado de emergencia: 1.00
- Intensidad lumínica mínima en la línea media: 1.00 lx
- Intensidad lumínica mínima en la media anchura de la vía de evacuación: 0.50 lx
- Uniformidad máxima en la línea media 40 : 1
- Anchura de la vía de evacuación: 2.00 m

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 67 92 99 100 100

CoreLine High-bay G4 – superior light quality, highly efficient and reliable solution. Following the success of the previous generation CoreLine High-bay, the upgrade to a new generation further improves performance with new innovation design and provides higher efficiency, longer lifetime (to further improve the total cost of ownership), and optional DALI dimming for even further savings. Designed as a replacement for HPI 250/400 W luminaires, CoreLine High-bay G4 offers customers all the benefits of LED lighting – fresh light quality, longer service lifetime, reduced energy consumption and less maintenance – from a trusted manufacturer. At the same time, it delivers clear benefits for the installer too. The luminaire can be installed on the existing grid; electrical connection is straightforward – there is no need to open the luminaire for installation or servicing; and being smaller and lighter than conventional luminaires, it is very easy to handle

Emisión de luz 1:

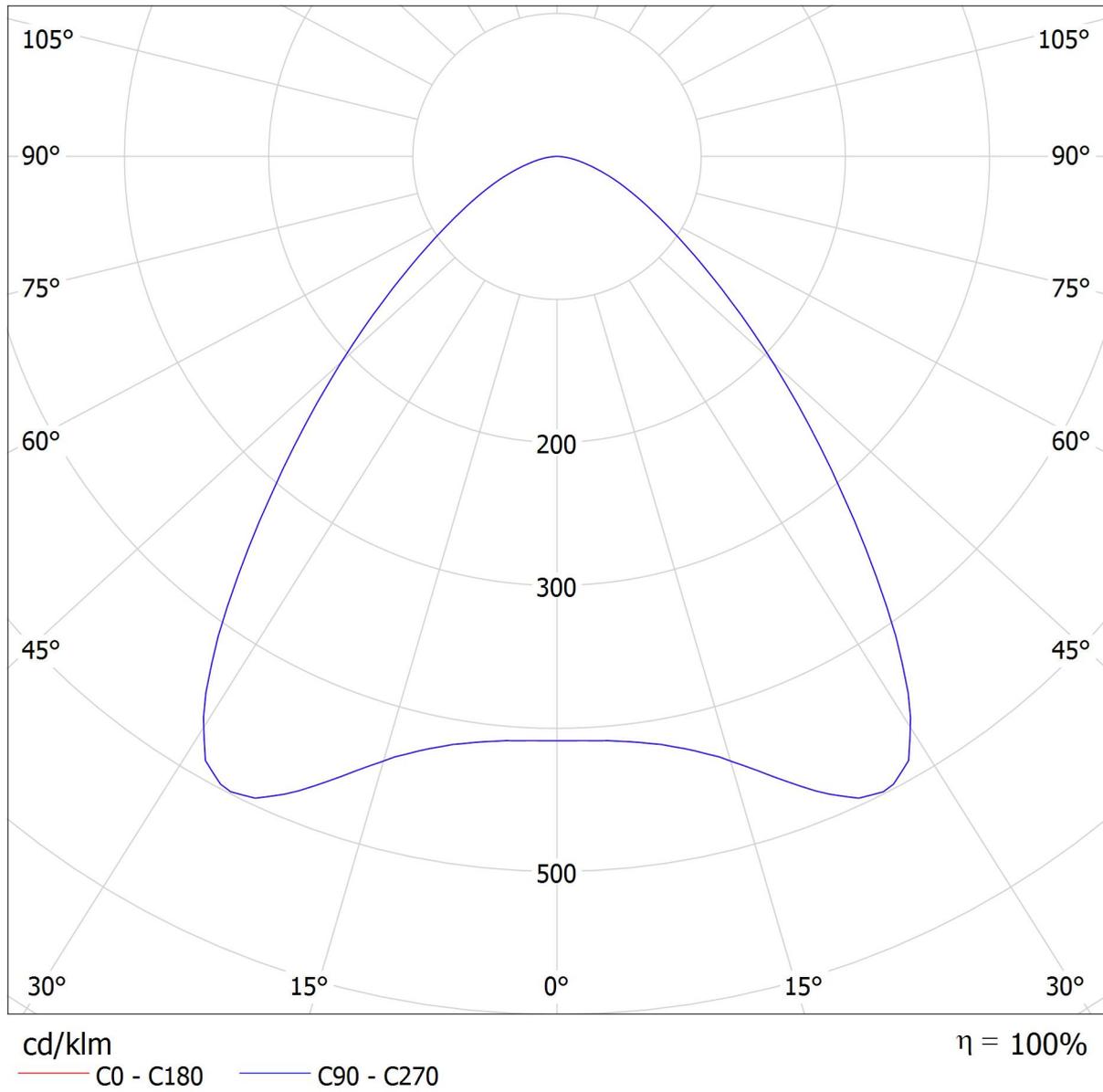
Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Techo											
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	21.9	23.0	22.2	23.2	23.4	21.9	23.0	22.2	23.2	23.4
	3H	22.4	23.4	22.7	23.6	23.9	22.4	23.4	22.7	23.6	23.9
	4H	22.6	23.5	22.9	23.7	24.0	22.6	23.5	22.9	23.7	24.0
	6H	22.7	23.5	23.0	23.8	24.1	22.7	23.5	23.0	23.8	24.1
	8H	22.7	23.5	23.1	23.8	24.1	22.7	23.5	23.1	23.8	24.1
4H	2H	22.1	23.0	22.5	23.3	23.6	22.1	23.0	22.5	23.3	23.6
	3H	22.8	23.5	23.1	23.8	24.2	22.8	23.5	23.1	23.8	24.2
	4H	23.0	23.7	23.4	24.0	24.4	23.0	23.7	23.4	24.0	24.4
	6H	23.2	23.8	23.6	24.1	24.5	23.2	23.8	23.6	24.1	24.5
	8H	23.3	23.8	23.7	24.2	24.6	23.3	23.8	23.7	24.2	24.6
8H	2H	23.3	23.7	23.7	24.2	24.6	23.3	23.7	23.7	24.2	24.6
	4H	23.1	23.6	23.5	24.0	24.4	23.1	23.6	23.5	24.0	24.4
	6H	23.3	23.7	23.8	24.2	24.6	23.3	23.7	23.8	24.2	24.6
	8H	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7
	12H	23.5	23.8	24.0	24.3	24.8	23.5	23.8	24.0	24.3	24.8
12H	4H	23.1	23.5	23.5	23.9	24.4	23.1	23.5	23.5	23.9	24.4
	6H	23.3	23.7	23.8	24.1	24.6	23.3	23.7	23.8	24.1	24.6
	8H	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,0H	+0,6 / -0,9					+0,6 / -0,9					
S = 1,5H	+1,3 / -1,6					+1,3 / -1,6					
S = 2,0H	+2,5 / -2,3					+2,5 / -2,3					
Tabla estándar	BK02					BK02					
Sumando de corrección	5.4					5.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10000lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB / CDL (Polar)

Luminaria: PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB  
Lámparas: 1 x LED100S/865/-



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB / Tabla UGR**

Luminaria: PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB  
Lámparas: 1 x LED100S/865/-

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.9	23.0	22.2	23.2	23.4	21.9	23.0	22.2	23.2	23.4
	3H	22.4	23.4	22.7	23.6	23.9	22.4	23.4	22.7	23.6	23.9
	4H	22.6	23.5	22.9	23.7	24.0	22.6	23.5	22.9	23.7	24.0
	6H	22.7	23.5	23.0	23.8	24.1	22.7	23.5	23.0	23.8	24.1
	8H	22.7	23.5	23.1	23.8	24.1	22.7	23.5	23.1	23.8	24.1
	12H	22.7	23.5	23.1	23.8	24.1	22.7	23.5	23.1	23.8	24.1
4H	2H	22.1	23.0	22.5	23.3	23.6	22.1	23.0	22.5	23.3	23.6
	3H	22.8	23.5	23.1	23.8	24.2	22.8	23.5	23.1	23.8	24.2
	4H	23.0	23.7	23.4	24.0	24.4	23.0	23.7	23.4	24.0	24.4
	6H	23.2	23.8	23.6	24.1	24.5	23.2	23.8	23.6	24.1	24.5
	8H	23.3	23.8	23.7	24.2	24.6	23.3	23.8	23.7	24.2	24.6
	12H	23.3	23.7	23.7	24.2	24.6	23.3	23.7	23.7	24.2	24.6
8H	4H	23.1	23.6	23.5	24.0	24.4	23.1	23.6	23.5	24.0	24.4
	6H	23.3	23.7	23.8	24.2	24.6	23.3	23.7	23.8	24.2	24.6
	8H	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7
	12H	23.5	23.8	24.0	24.3	24.8	23.5	23.8	24.0	24.3	24.8
12H	4H	23.1	23.5	23.5	23.9	24.4	23.1	23.5	23.5	23.9	24.4
	6H	23.3	23.7	23.8	24.1	24.6	23.3	23.7	23.8	24.1	24.6
	8H	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.6 / -0.9					+0.6 / -0.9				
S = 1.5H		+1.3 / -1.6					+1.3 / -1.6				
S = 2.0H		+2.5 / -2.3					+2.5 / -2.3				
Tabla estándar		BK02					BK02				
Sumando de corrección		5.4					5.4				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10000lm Flujo luminoso total											

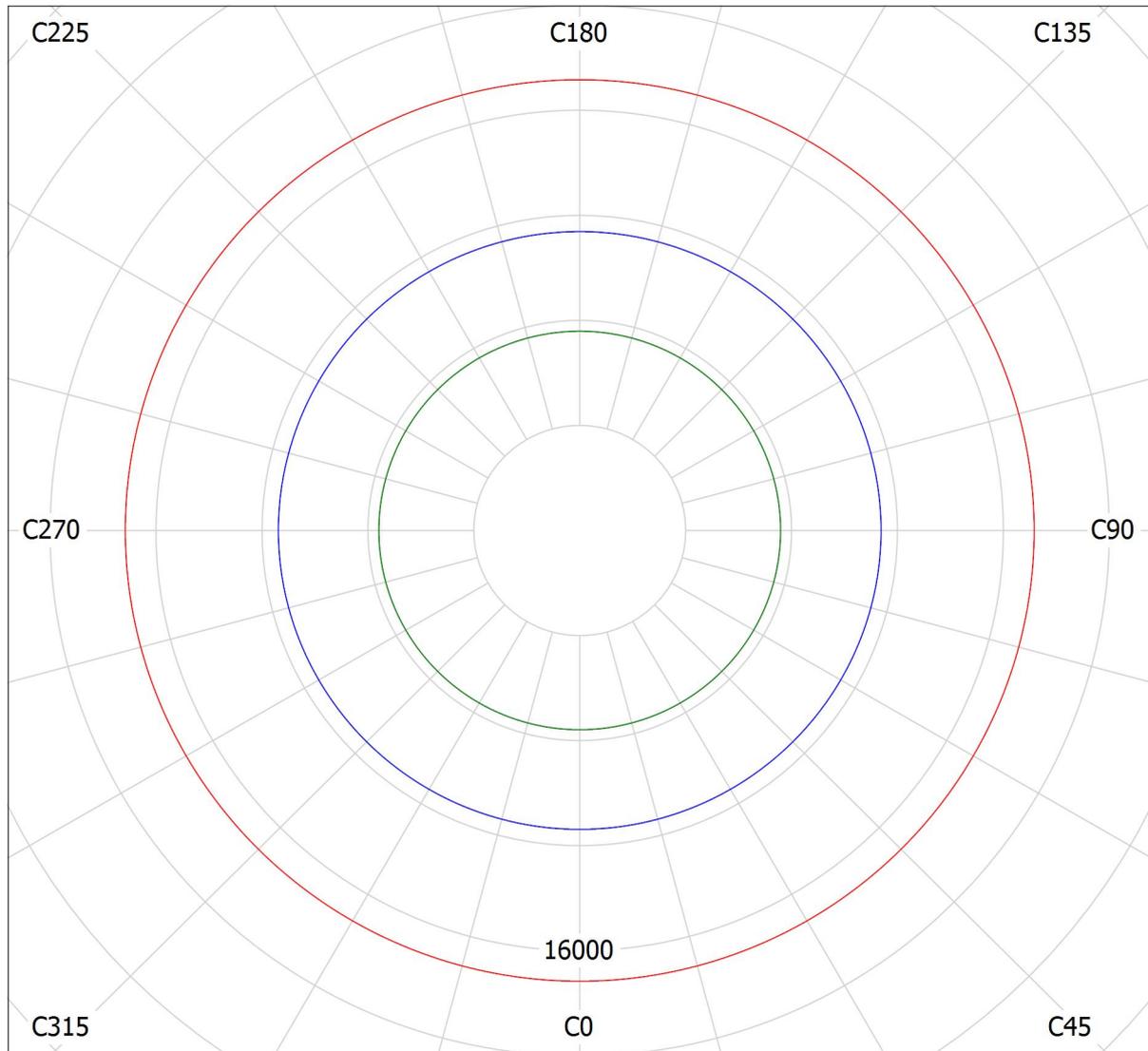
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB  
Lámparas: 1 x LED100S/865/-



cd/m<sup>2</sup>

— g = 55.0°    — g = 65.0°    — g = 75.0°



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB / Diagrama conico**

Luminaria: PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB  
Lámparas: 1 x LED100S/865/-

0.5	0.94	E(0°) E(C0)	43.3°	16344 3865
1.0	1.88	E(0°) E(C0)	43.3°	4086 966
1.5	2.83	E(0°) E(C0)	43.3°	1816 429
2.0	3.77	E(0°) E(C0)	43.3°	1022 242
2.5	4.71	E(0°) E(C0)	43.3°	654 155
3.0	5.65	E(0°) E(C0)	43.3°	454 107

Separación [m]

Diámetro cónico [m]

Intensidad lumínica [lx]

— C0 - C180 (Semiángulo de dispersión: 86.6°)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB / Tabla de intensidades lumínicas**

Luminaria: PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB  
Lámparas: 1 x LED100S/865/-

<b>Gamma</b>	<b>C 0°</b>
0.0°	409
5.0°	410
10.0°	418
15.0°	435
20.0°	465
25.0°	495
30.0°	488
35.0°	410
40.0°	308
45.0°	224
50.0°	157
55.0°	109
60.0°	76
65.0°	53
70.0°	36
75.0°	22
80.0°	12
85.0°	4.90
90.0°	0.20

Valores en cd/klm



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## **PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB / Tabla de densidades lumínicas**

Luminaria: PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB  
Lámparas: 1 x LED100S/865/-

**Gamma C 0°**

<b>0.0°</b>	36799
<b>5.0°</b>	37075
<b>10.0°</b>	38189
<b>15.0°</b>	40530
<b>20.0°</b>	44566
<b>25.0°</b>	49208
<b>30.0°</b>	50728
<b>35.0°</b>	45066
<b>40.0°</b>	36187
<b>45.0°</b>	28479
<b>50.0°</b>	22025
<b>55.0°</b>	17162
<b>60.0°</b>	13761
<b>65.0°</b>	11380
<b>70.0°</b>	9374
<b>75.0°</b>	7586
<b>80.0°</b>	6379
<b>85.0°</b>	5063

Valores en Candela/m<sup>2</sup>.

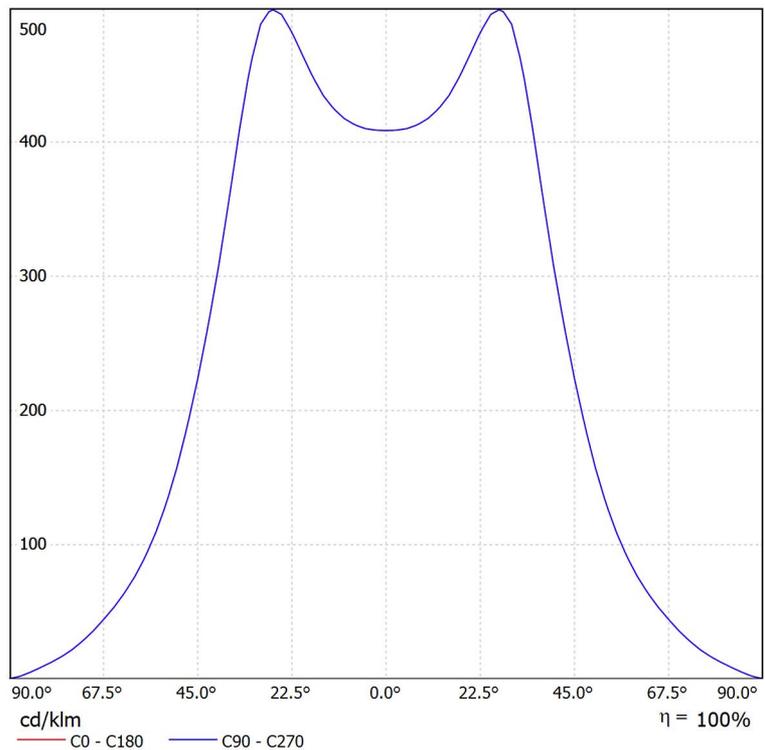
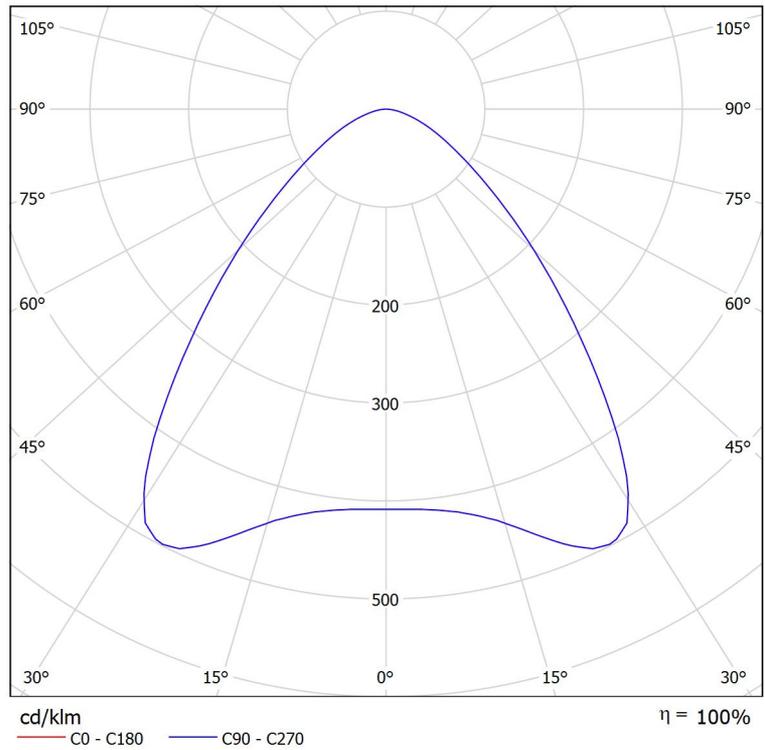


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB / Hoja de datos CDL**

Luminaria: PHILIPS BY120P G4  
PSU 1 xLED100S/865 WB

Lámparas: 1 x LED100S/865/-





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB / Hoja de datos del alumbrado de emergencia

Luminaria: PHILIPS BY120P G4 PSU 1 xLED100S/865 WB

Lámparas: 1 x LED100S/865/-

Índice de reproducción de color:	0
Flujo luminoso:	10000 lm
Factor de corrección:	1.000
Factor de alumbrado de emergencia:	1.00
Flujo luminoso de alumbrado de emergencia:	10000 lm
Grado de eficacia de funcionamiento:	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local inferior):	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local superior):	0.00

Evaluación del deslumbramiento (Intensidades lumínicas máximas [cd])

	C0	C90	C0 - C360
Gamma 60° - 90°	764.0	764.0	764.0
Gamma 0° - 180°	4952.0	4952.0	4952.0

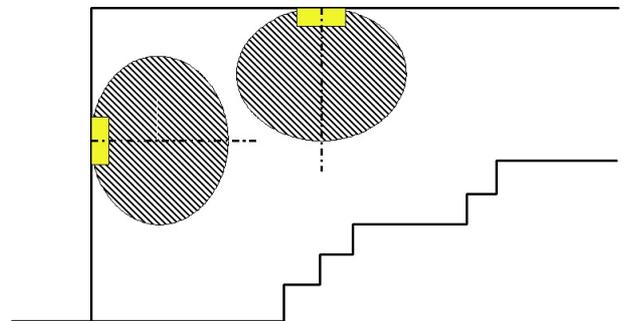
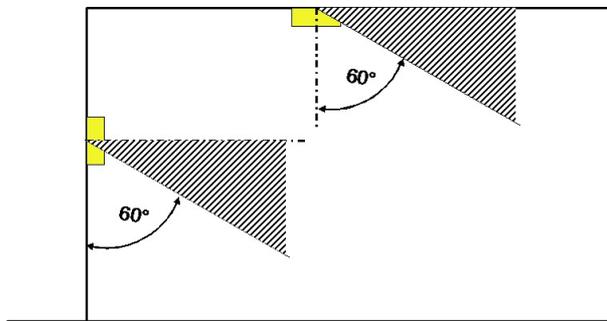


Tabla de distancias para caminos de escape planos

Altura de montaje [m]					
2.00	3.40	8.09	8.09	8.09	3.40
2.50	4.26	10.12	10.12	10.12	4.26
3.00	5.11	12.14	12.14	12.14	5.11
3.50	5.96	14.17	14.17	14.17	5.96
4.00	6.81	16.19	16.19	16.19	6.81

La tabla de distancias se base en los siguientes parámetros:

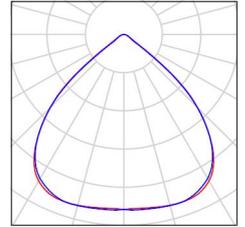
- Factor mantenimiento: 0.72
- Factor de alumbrado de emergencia: 1.00
- Intensidad lumínica mínima en la línea media: 1.00 lx
- Intensidad lumínica mínima en la media anchura de la vía de evacuación: 0.50 lx
- Uniformidad máxima en la línea media 40 : 1
- Anchura de la vía de evacuación: 2.00 m



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Lista de luminarias

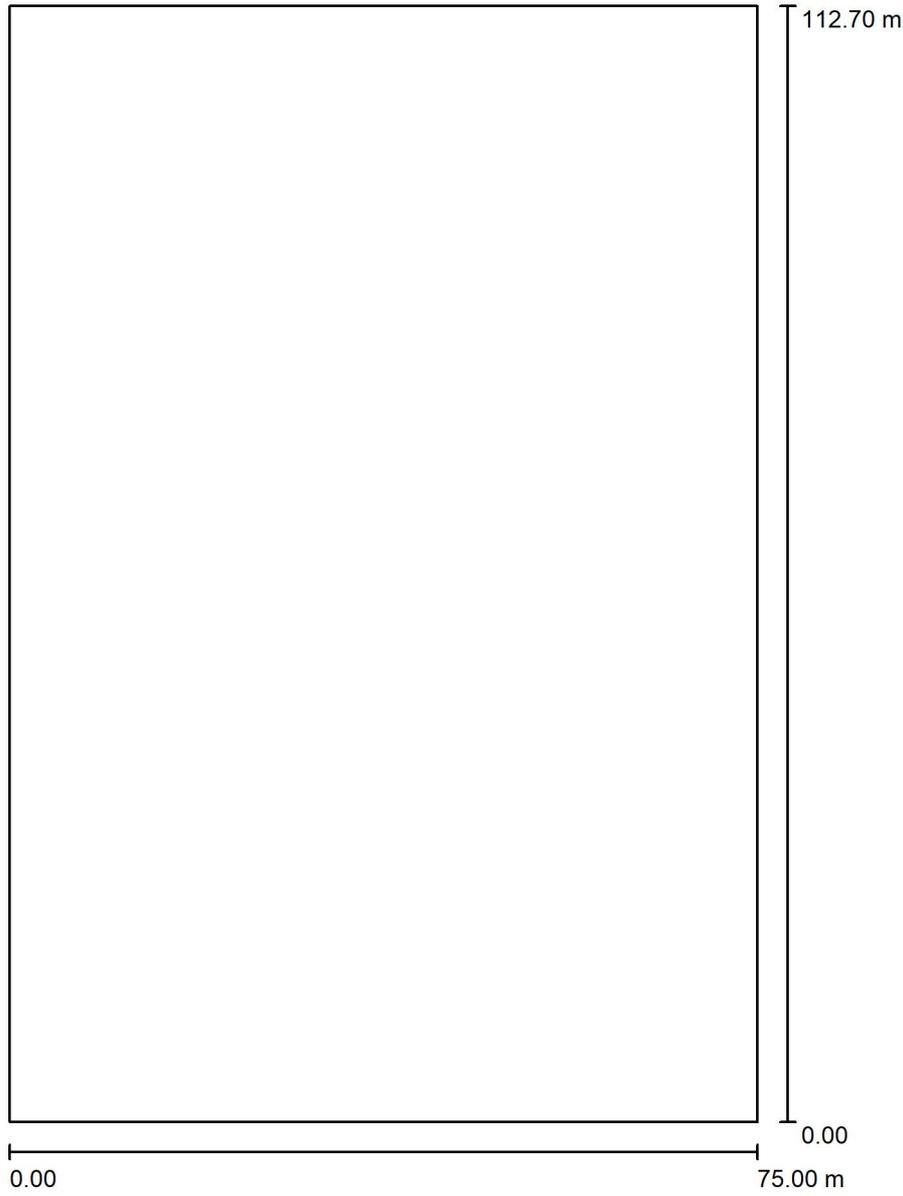
180 Pieza PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 25000 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 25000 lm  
Potencia de las luminarias: 162.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 98 100 100 100  
Lámpara: 1 x LED250S/840/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Almacén / Planta**

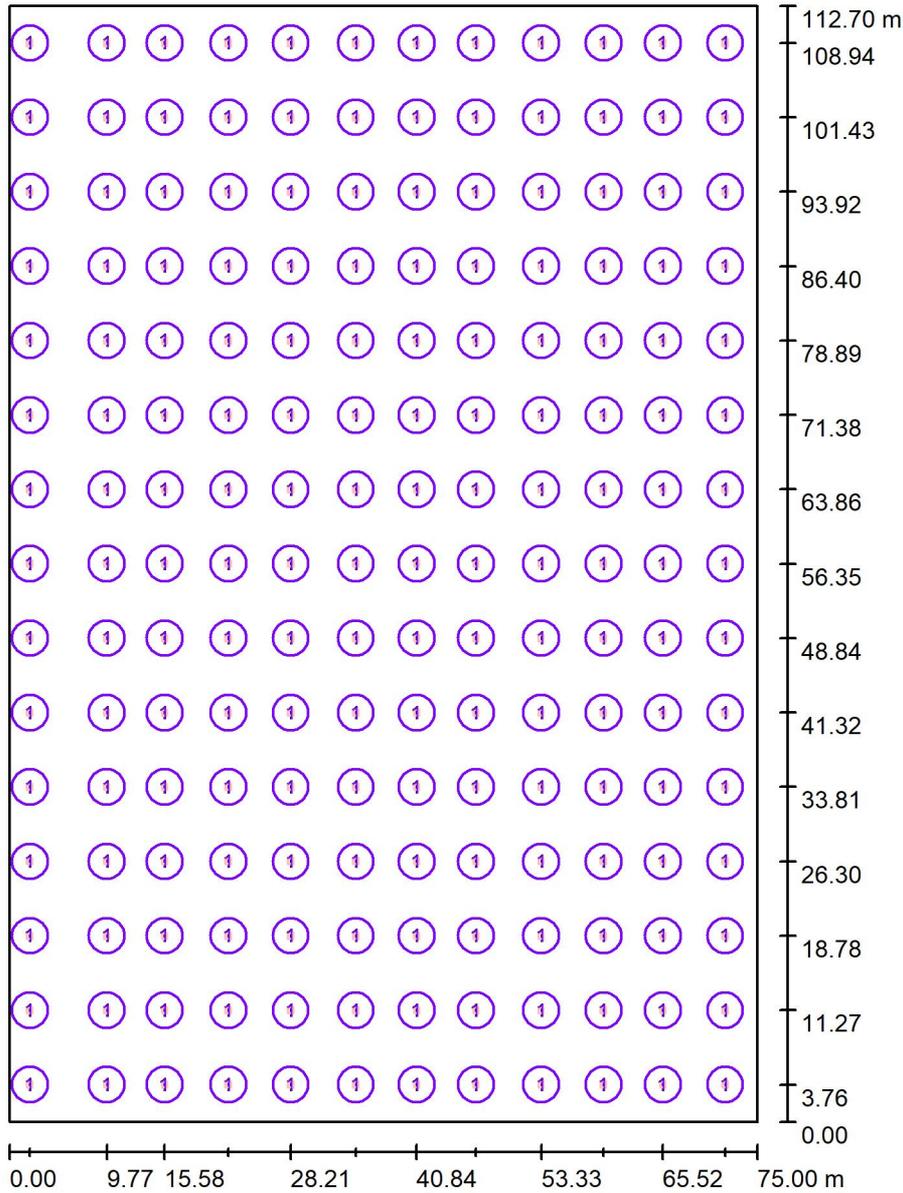


Escala 1 : 763



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Almacen / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 763

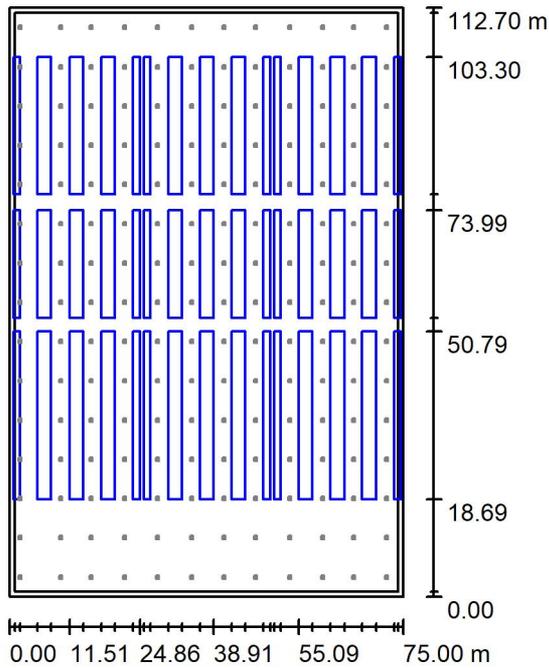
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	180	PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Almacen / Escena de luz 1 / Resumen



Altura del local: 13.000 m, Altura de montaje: 13.000 m

Valores en Lux, Escala 1:1448

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	0.00	0.00	0.00	0.000
Suelo	20	0.00	0.00	0.00	0.000
Techo	70	0.00	0.00	0.00	0.000
Paredes (4)	50	0.00	0.00	0.00	/

**Plano útil:**

Altura: 2.000 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 1.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Almacén / Escena de luz 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
Potencia total: 0.0 W  
Zona marginal: 1.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	0.00	0.00	0.00	/	/
Suelo	0.00	0.00	0.00	20	0.00
Techo	0.00	0.00	0.00	70	0.00
Pared 1	0.00	0.00	0.00	50	0.00
Pared 2	0.00	0.00	0.00	50	0.00
Pared 3	0.00	0.00	0.00	50	0.00
Pared 4	0.00	0.00	0.00	50	0.00

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.000

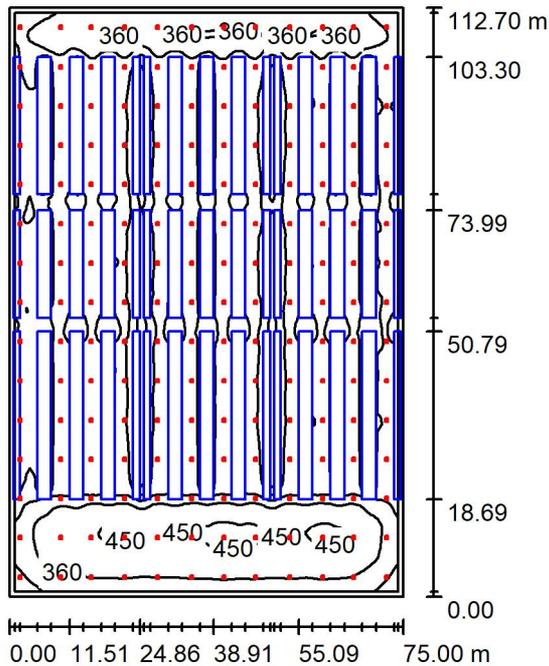
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.000

Valor de eficiencia energética: 0.00 W/m<sup>2</sup> = 0.00 W/m<sup>2</sup>/ lx (Base: 8452.50 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacen / Escena de luz 2 / Resumen



Altura del local: 13.000 m, Altura de montaje: 13.000 m

Valores en Lux, Escala 1:1448

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	244	20	463	0.080
Suelo	20	151	6.79	441	0.045
Techo	70	69	45	104	0.651
Paredes (4)	50	108	4.92	515	/

### Plano útil:

Altura: 2.000 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 1.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	180	PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB (1.000)	25000	25000	162.0
			Total: 4500000	Total: 4500000	29160.0

Valor de eficiencia energética:  $3.45 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 8452.50 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacén / Escena de luz 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 4500000 lm  
Potencia total: 29160.0 W  
Zona marginal: 1.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	209	34	244	/	/
Suelo	127	24	151	20	9.64
Techo	0.00	69	69	70	15
Pared 1	91	53	145	50	23
Pared 2	41	29	70	50	11
Pared 3	90	44	134	50	21
Pared 4	71	32	103	50	16

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.080 (1:12)

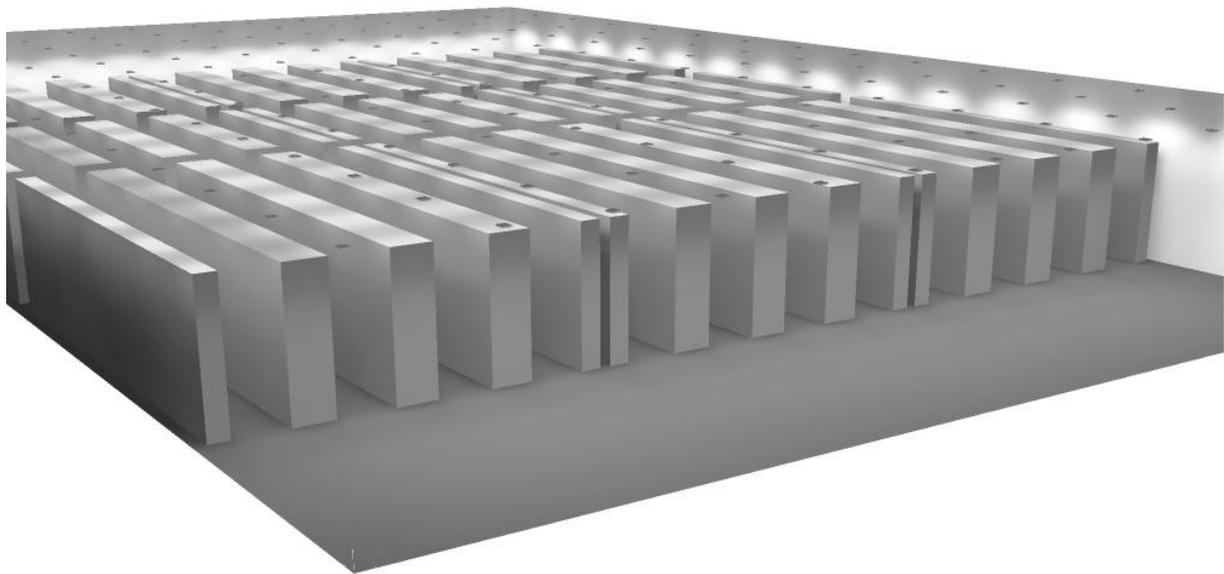
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.042 (1:24)

Valor de eficiencia energética:  $3.45 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 8452.50 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

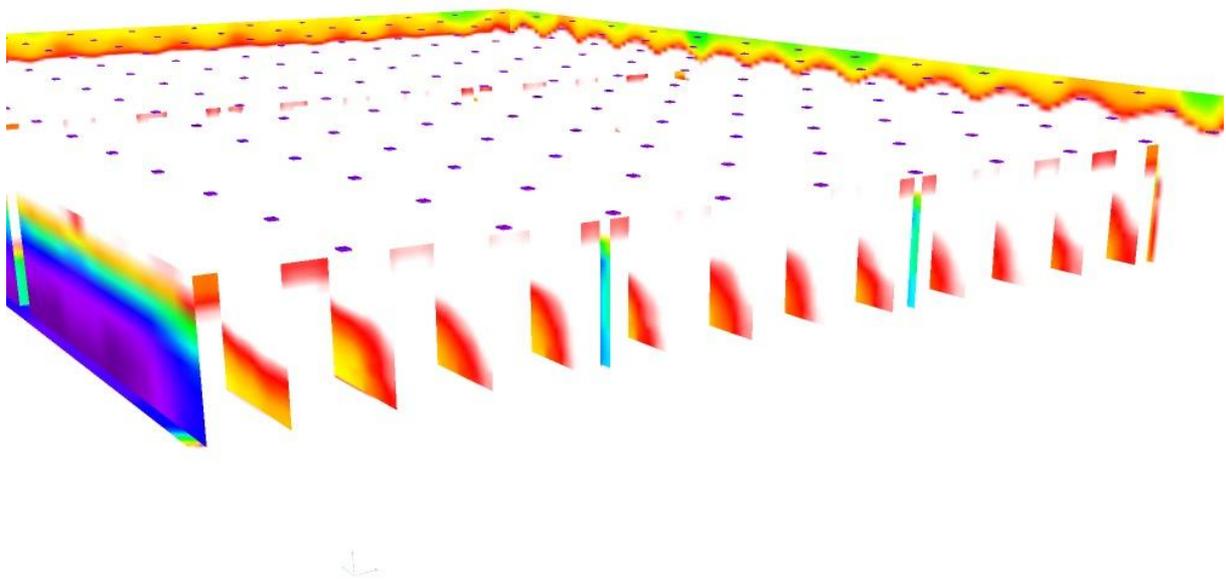
**Almacen / Escena de luz 2 / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Almacen / Escena de luz 2 / Rendering (procesado) de colores falsos**



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

# Proyecto 1

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

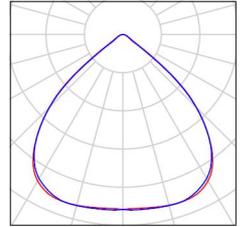
Fecha: 29.07.2020  
Proyecto elaborado por:



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Proyecto 1 / Lista de luminarias

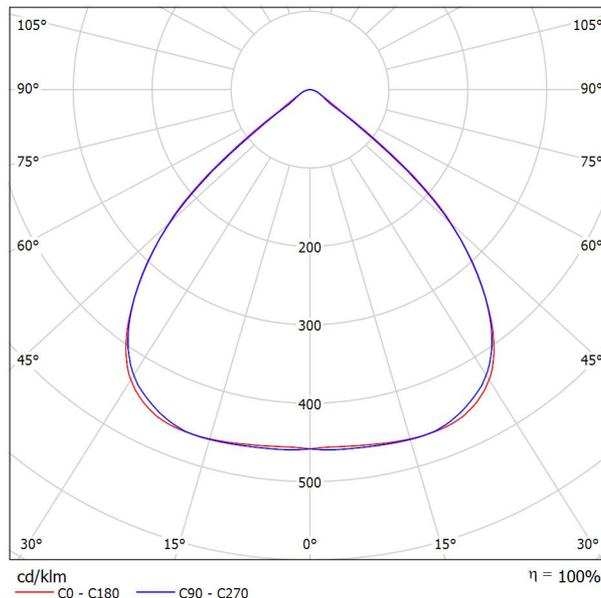
144 Pieza PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 25000 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 25000 lm  
Potencia de las luminarias: 162.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 98 100 100 100  
Lámpara: 1 x LED250S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 98 100 100 100

GentleSpace gen3: adaptable high-bay lighting offering high efficiency and connectivity options to lighting systems and software applications. With the third generation of the GentleSpace high-bay luminaire, we continue to bring innovations to the market by offering adaptable high bay lighting solutions for high ceiling and industrial applications. GentleSpace gen3 offers a wide variety of options in terms of optics and beam angles (from very narrow to wide), a choice of mounting possibilities and cover materials and a variety of lumen packages. This means that GentleSpace gen3 can easily help you create a tailor-made and ideal lighting solution for almost any high ceiling and/or industrial application. It can also support changes in application requirements (such as layout changes) thanks to its flexible optical system, which can be easily adjusted even after installation. In addition, GentleSpace gen3 also provides the option of advanced connectivity and is ready to be connected to IoT-based system and software applications such as Interact Industry. Overall, whether you are looking for a reliable "fit & forget" solution or one that can be adapted and controlled after installation, GentleSpace gen3 is the ideal solution for your application.

Emisión de luz 1:

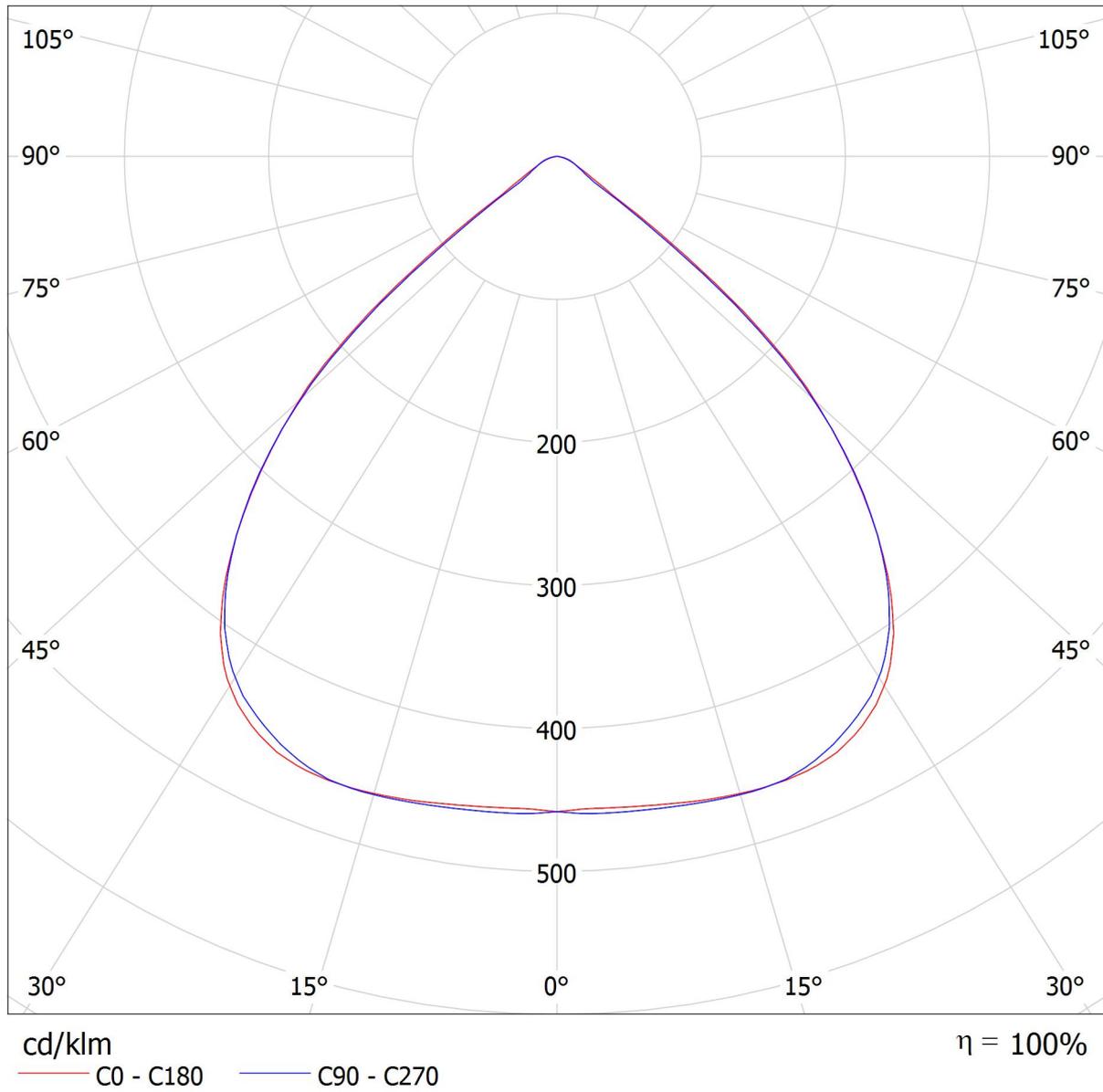
Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Techo												
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	2H	23.8	24.8	24.1	25.0	25.2	23.7	24.7	24.0	24.9	25.1
	3H	3H	23.7	24.6	24.0	24.8	25.1	23.6	24.5	23.9	24.7	25.0
	4H	4H	23.6	24.5	24.0	24.7	25.0	23.5	24.4	23.9	24.6	24.9
	6H	6H	23.6	24.4	23.9	24.6	24.9	23.5	24.3	23.8	24.5	24.8
	8H	8H	23.6	24.3	23.9	24.6	24.9	23.5	24.2	23.8	24.5	24.8
4H	12H	12H	23.5	24.2	23.9	24.5	24.8	23.4	24.1	23.8	24.4	24.8
	2H	2H	23.7	24.5	24.0	24.8	25.1	23.6	24.4	23.9	24.7	25.0
	3H	3H	23.6	24.3	24.0	24.6	25.0	23.5	24.2	23.9	24.5	24.9
	4H	4H	23.6	24.2	24.0	24.5	24.9	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8
	6H	6H	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8	23.5	24.0	23.9	24.3	24.7
8H	8H	8H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.3	24.7
	12H	12H	23.5	23.9	23.9	24.3	24.7	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
	4H	4H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.3	24.7
	6H	6H	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7	23.4	23.7	23.8	24.2	24.6
	8H	8H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.7	23.8	24.1	24.6
12H	12H	12H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
	4H	4H	23.5	23.9	23.9	24.3	24.7	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
	6H	6H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.6	23.8	24.1	24.6
	8H	8H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,0H		+2.0 / -5.7					+2.1 / -6.1					
S = 1,5H		+3.4 / -9.2					+3.5 / -9.1					
S = 2,0H		+4.7 / -10.2					+4.8 / -9.6					
Tabla estándar		BK00					BK00					
Sumando de corrección		5.3					5.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 25000lm Flujo luminoso total												



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / CDL (Polar)

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
Lámparas: 1 x LED250S/840/-



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Tabla UGR**

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
Lámparas: 1 x LED250S/840/-

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	23.8	24.8	24.1	25.0	25.2	23.7	24.7	24.0	24.9	25.1
	3H	23.7	24.6	24.0	24.8	25.1	23.6	24.5	23.9	24.7	25.0
	4H	23.6	24.5	24.0	24.7	25.0	23.5	24.4	23.9	24.6	24.9
	6H	23.6	24.4	23.9	24.6	24.9	23.5	24.3	23.8	24.5	24.8
	8H	23.6	24.3	23.9	24.6	24.9	23.5	24.2	23.8	24.5	24.8
	12H	23.5	24.2	23.9	24.5	24.8	23.4	24.1	23.8	24.4	24.8
4H	2H	23.7	24.5	24.0	24.8	25.1	23.6	24.4	23.9	24.7	25.0
	3H	23.6	24.3	24.0	24.6	25.0	23.5	24.2	23.9	24.5	24.9
	4H	23.6	24.2	24.0	24.5	24.9	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8
	6H	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8	23.5	24.0	23.9	24.3	24.7
	8H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.3	24.7
	12H	23.5	23.9	23.9	24.3	24.7	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
8H	4H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.3	24.7
	6H	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7	23.4	23.7	23.8	24.2	24.6
	8H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.7	23.8	24.1	24.6
	12H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
12H	4H	23.5	23.9	23.9	24.3	24.7	23.4	23.8	23.8	24.2	24.6
	6H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.6	23.8	24.1	24.6
	8H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.0	24.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+2.0 / -5.7					+2.1 / -6.1				
S = 1.5H		+3.4 / -9.2					+3.5 / -9.1				
S = 2.0H		+4.7 / -10.2					+4.8 / -9.6				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		5.3					5.2				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 25000lm Flujo luminoso total											

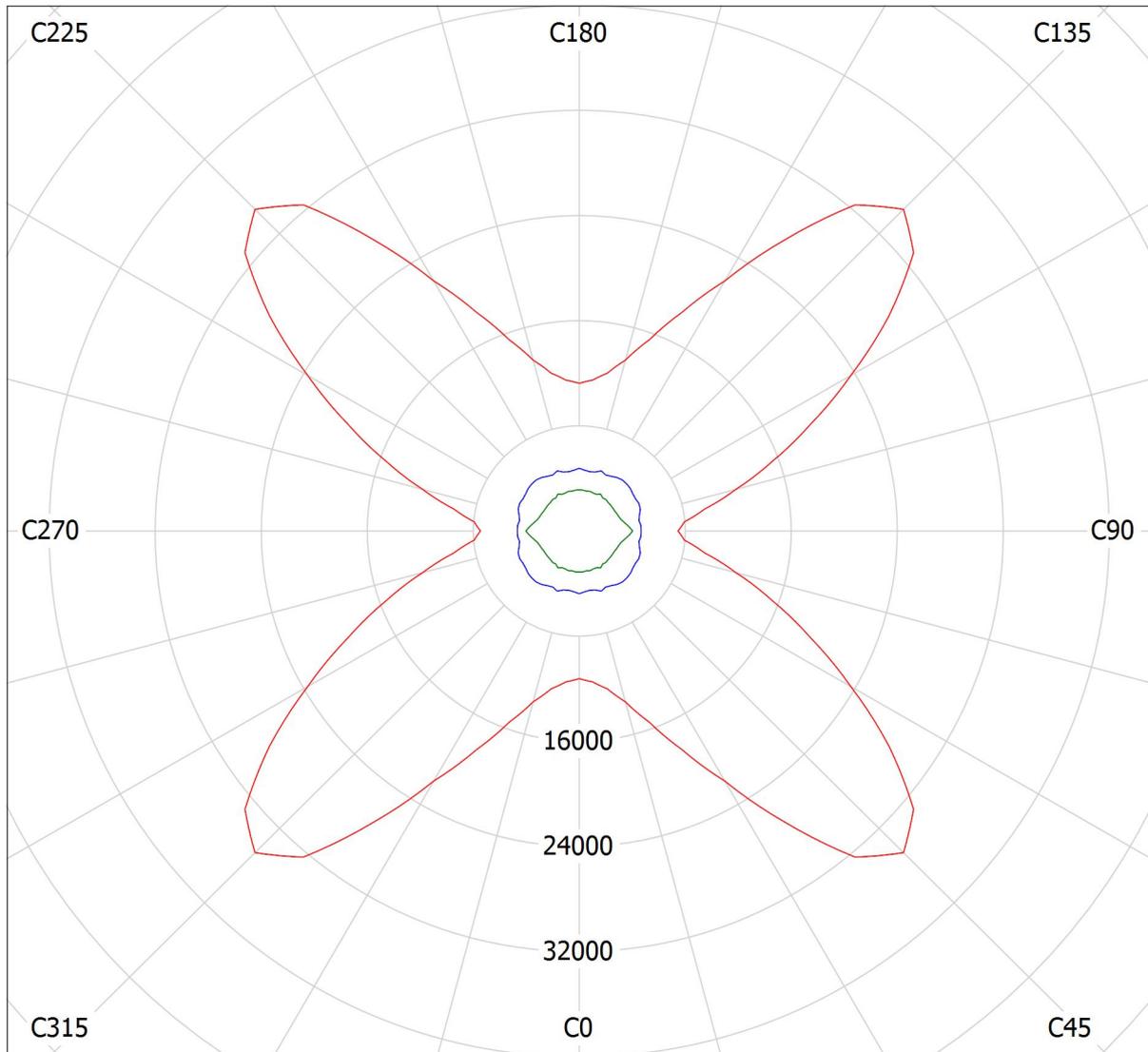
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
Lámparas: 1 x LED250S/840/-



cd/m<sup>2</sup>

— g = 55.0°    — g = 65.0°    — g = 75.0°



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Diagrama conico**

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
Lámparas: 1 x LED250S/840/-

0.5	1.07 1.08	E(0°) 45820 E(C90) 47.0° 7369 E(C0) 47.2° 7315
1.0	2.14 2.16	E(0°) 11455 E(C90) 47.0° 1842 E(C0) 47.2° 1829
1.5	3.22 3.24	E(0°) 5091 E(C90) 47.0° 819 E(C0) 47.2° 813
2.0	4.29 4.32	E(0°) 2864 E(C90) 47.0° 461 E(C0) 47.2° 457
2.5	5.36 5.40	E(0°) 1833 E(C90) 47.0° 295 E(C0) 47.2° 293
3.0	6.43 6.48	E(0°) 1273 E(C90) 47.0° 205 E(C0) 47.2° 203

Separación [m]

Diámetro cónico [m]

Intensidad lumínica [lx]

— C0 - C180 (Semiángulo de dispersión: 94.4°)

— C90 - C270 (Semiángulo de dispersión: 94.0°)

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Tabla de intensidades lumínicas

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB

Lámparas: 1 x LED250S/840/-

<b>Gamma</b>	<b>C 0°</b>	<b>C 15°</b>	<b>C 30°</b>	<b>C 45°</b>	<b>C 60°</b>	<b>C 75°</b>	<b>C 90°</b>
<b>0.0°</b>	458	458	458	458	458	458	458
<b>5.0°</b>	457	459	459	459	460	460	461
<b>10.0°</b>	460	461	462	462	461	461	462
<b>15.0°</b>	463	465	466	466	465	463	464
<b>20.0°</b>	464	467	469	470	467	464	464
<b>25.0°</b>	460	464	470	472	466	457	454
<b>30.0°</b>	443	450	462	466	456	441	436
<b>35.0°</b>	407	419	440	447	434	412	402
<b>40.0°</b>	346	365	397	412	396	362	346
<b>45.0°</b>	269	291	330	354	331	289	270
<b>50.0°</b>	170	196	246	274	239	186	161
<b>55.0°</b>	47	56	92	145	99	51	31
<b>60.0°</b>	24	24	28	34	30	22	20
<b>65.0°</b>	15	14	15	16	15	14	14
<b>70.0°</b>	9.80	9.70	9.70	9.60	9.50	10	11
<b>75.0°</b>	5.90	5.90	6.10	5.80	5.80	6.20	7.60
<b>80.0°</b>	2.80	2.70	2.80	2.80	2.80	3.10	3.80
<b>85.0°</b>	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80	0.90	0.90
<b>90.0°</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Valores en cd/klm

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Tabla de densidades lumínicas

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB

Lámparas: 1 x LED250S/840/-

<b>Gamma</b>	<b>C 0°</b>	<b>C 15°</b>	<b>C 30°</b>	<b>C 45°</b>	<b>C 60°</b>	<b>C 75°</b>	<b>C 90°</b>
<b>0.0°</b>	62813	62813	62813	62813	62813	62813	62813
<b>5.0°</b>	62901	63108	63135	63218	63245	63259	63383
<b>10.0°</b>	63962	64213	64241	64241	64213	64171	64283
<b>15.0°</b>	65681	65979	66079	66079	65922	65752	65823
<b>20.0°</b>	67719	68113	68434	68536	68157	67617	67631
<b>25.0°</b>	69533	70183	71045	71363	70486	69094	68610
<b>30.0°</b>	70076	71216	73100	73812	72134	69823	68952
<b>35.0°</b>	68128	70086	73601	74856	72680	68948	67275
<b>40.0°</b>	61918	65264	70990	73764	70865	64763	61918
<b>45.0°</b>	52228	56474	63918	68610	64151	56067	52344
<b>50.0°</b>	36149	41822	52528	58499	50992	39710	34357
<b>55.0°</b>	11233	13456	21964	34607	23661	12237	7457
<b>60.0°</b>	6498	6608	7759	9459	8198	6032	5511
<b>65.0°</b>	4768	4639	4801	5060	4898	4703	4671
<b>70.0°</b>	3928	3888	3888	3848	3808	4048	4369
<b>75.0°</b>	3125	3125	3231	3072	3072	3284	4025
<b>80.0°</b>	2210	2131	2210	2210	2210	2447	3000
<b>85.0°</b>	944	944	1101	1101	1258	1416	1416

Valores en Candela/m<sup>2</sup>.

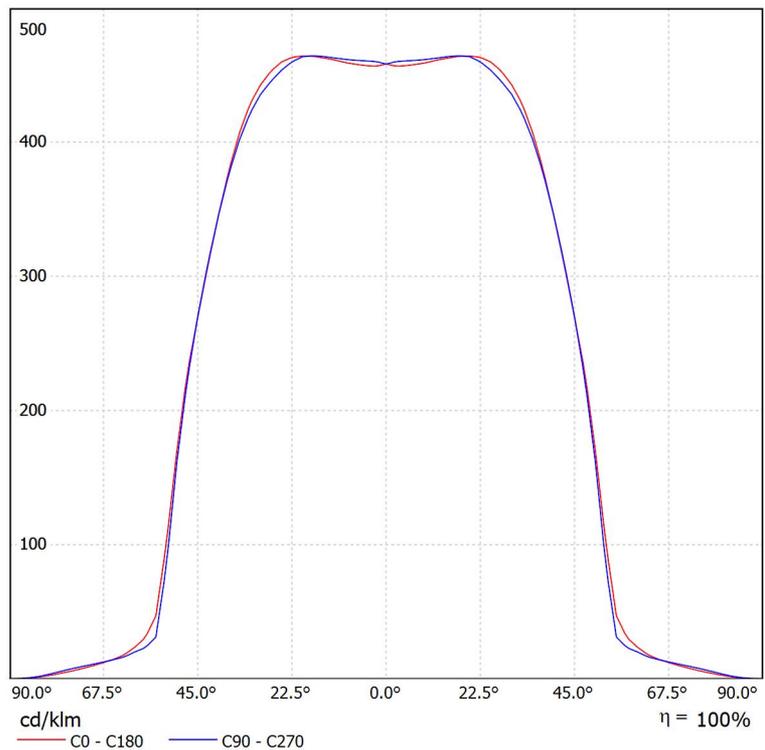
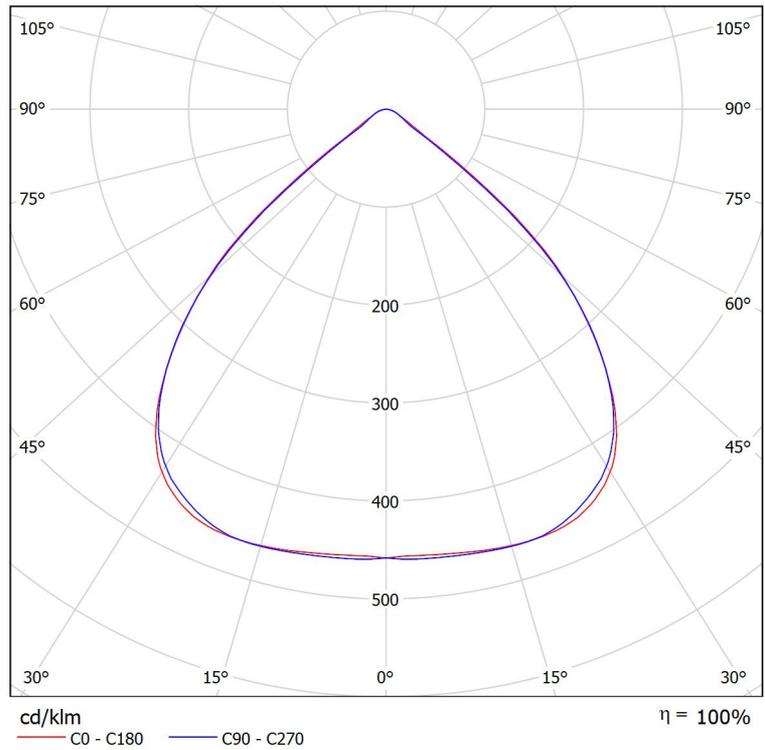


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Hoja de datos CDL**

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD  
1 xLED250S/840 WB

Lámparas: 1 x LED250S/840/-





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB / Hoja de datos del alumbrado de emergencia

Luminaria: PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB

Lámparas: 1 x LED250S/840/-

Índice de reproducción de color:	0
Flujo luminoso:	25000 lm
Factor de corrección:	1.000
Factor de alumbrado de emergencia:	1.00
Flujo luminoso de alumbrado de emergencia:	25000 lm
Grado de eficacia de funcionamiento:	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local inferior):	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local superior):	0.00

Evaluación del deslumbramiento (Intensidades lumínicas máximas [cd])

	C0	C90	C0 - C360
Gamma 60° - 90°	592.5	502.5	865.0
Gamma 0° - 180°	11605.0	11595.0	11800.0

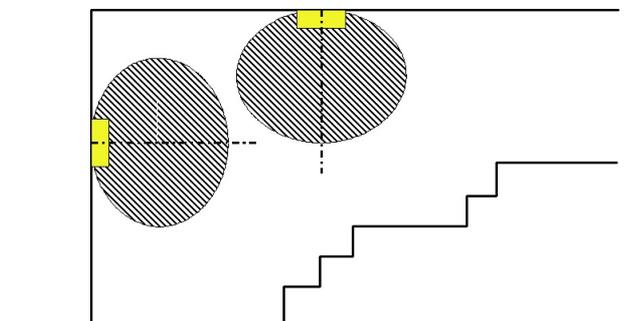
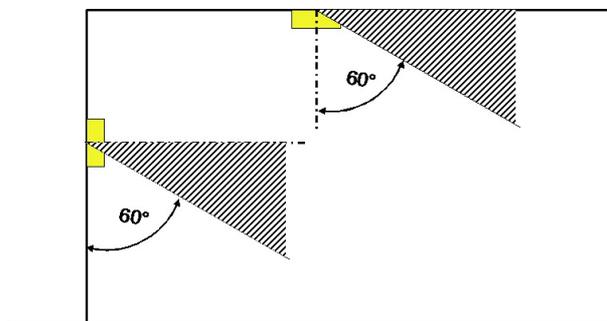


Tabla de distancias para caminos de escape planos

Altura de montaje [m]					
2.00	2.80	6.12	5.99	5.91	2.76
2.50	3.50	7.65	7.48	7.34	3.43
3.00	4.20	9.18	8.96	8.61	4.10
3.50	4.90	10.71	10.45	10.05	4.78
4.00	5.60	12.24	11.95	11.49	5.47

La tabla de distancias se base en los siguientes parámetros:

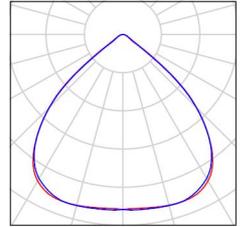
- Factor mantenimiento: 0.72
- Factor de alumbrado de emergencia: 1.00
- Intensidad lumínica mínima en la línea media: 1.00 lx
- Intensidad lumínica mínima en la media anchura de la vía de evacuación: 0.50 lx
- Uniformidad máxima en la línea media 40 : 1
- Anchura de la vía de evacuación: 2.00 m



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local 1 / Lista de luminarias

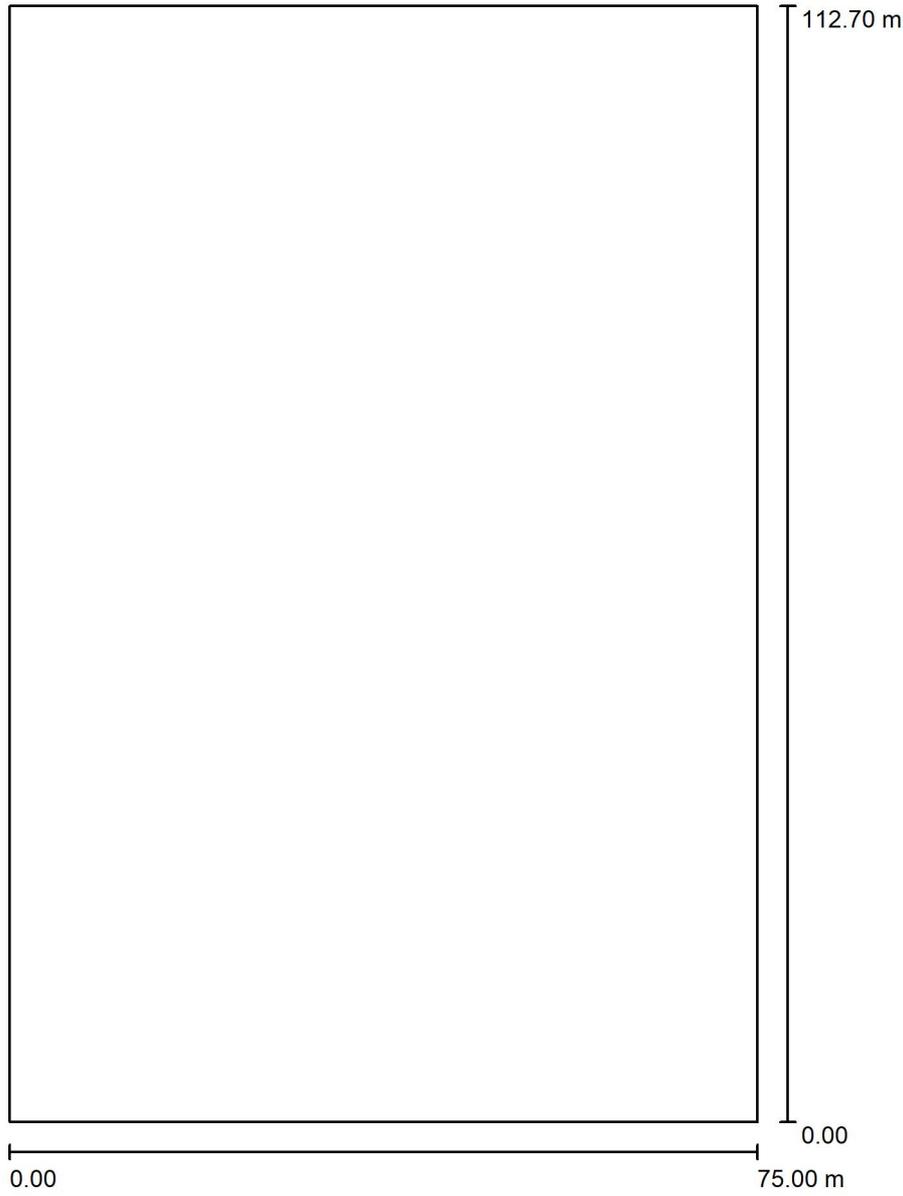
144 Pieza PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 25000 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 25000 lm  
Potencia de las luminarias: 162.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 98 100 100 100  
Lámpara: 1 x LED250S/840/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Planta**

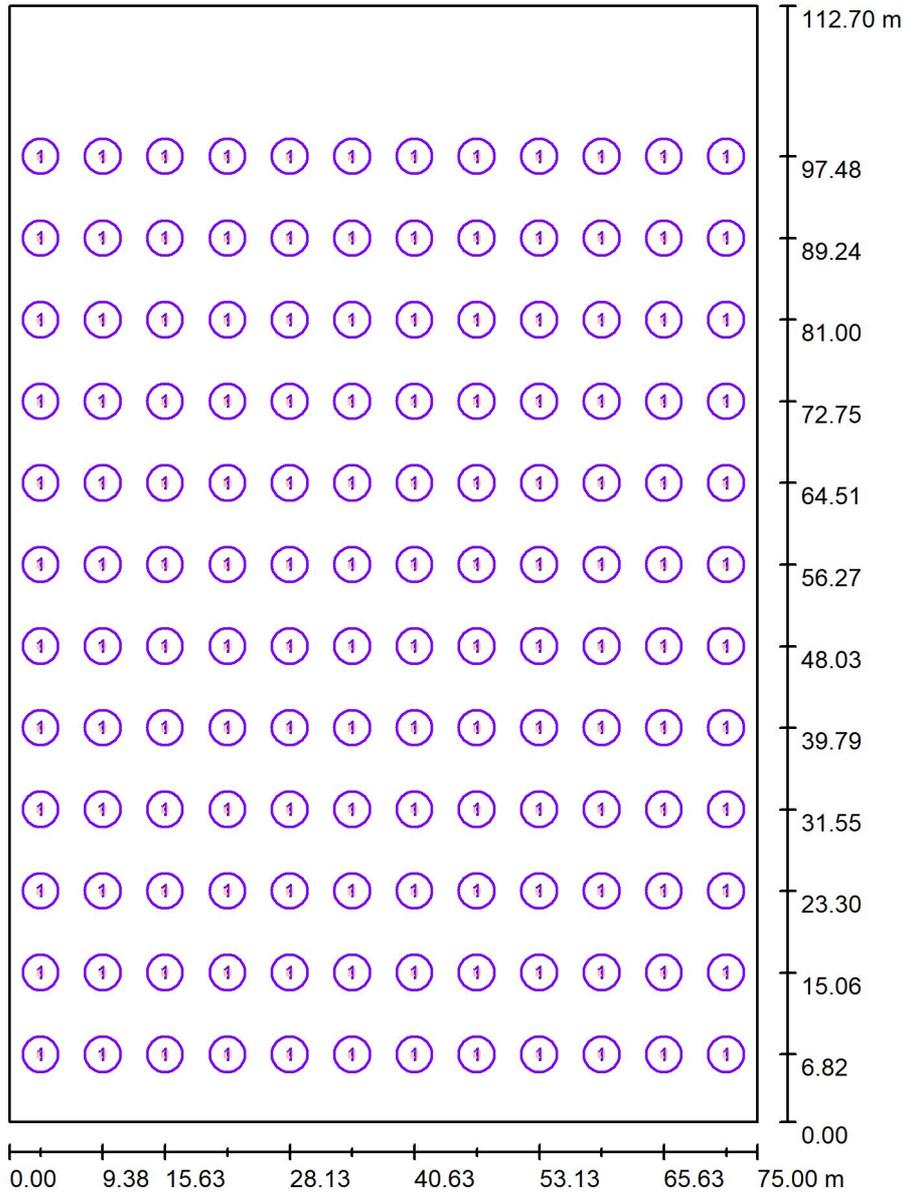


Escala 1 : 763



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 763

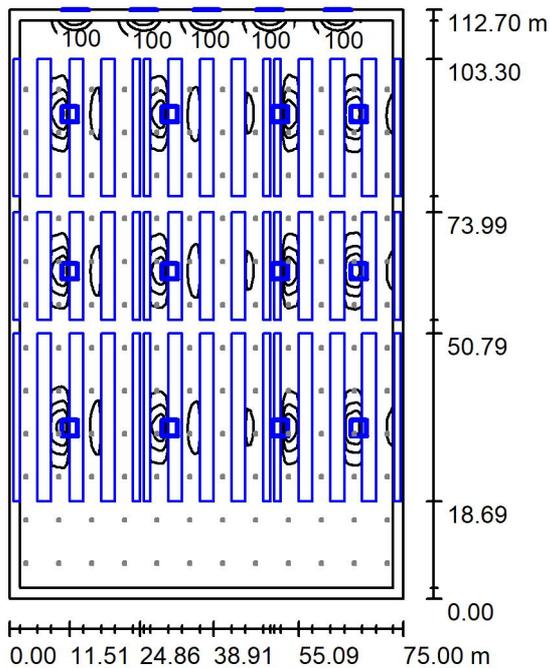
### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	144	PHILIPS BY481P PSD 1 xLED250S/840 WB



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Local 1 / Escena de luz 1 / Resumen



Altura del local: 13.000 m, Altura de montaje: 12.000 m

Valores en Lux, Escala 1:1448

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	52	2.80	459	0.054
Suelo	20	18	1.43	140	0.078
Techo	70	16	3.05	117	0.187
Paredes (4)	50	11	3.12	72	/

**Plano útil:**

Altura: 6.000 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 2.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local 1 / Escena de luz 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
Potencia total: 0.0 W  
Zona marginal: 2.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	43	9.76	52	/	/
Suelo	14	4.81	18	20	1.17
Techo	0.00	16	16	70	3.63
Pared 1	2.57	3.84	6.41	50	1.02
Pared 2	5.68	5.95	12	50	1.85
Pared 3	6.34	12	19	50	2.98
Pared 4	3.33	5.70	9.03	50	1.44

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.054 (1:19)

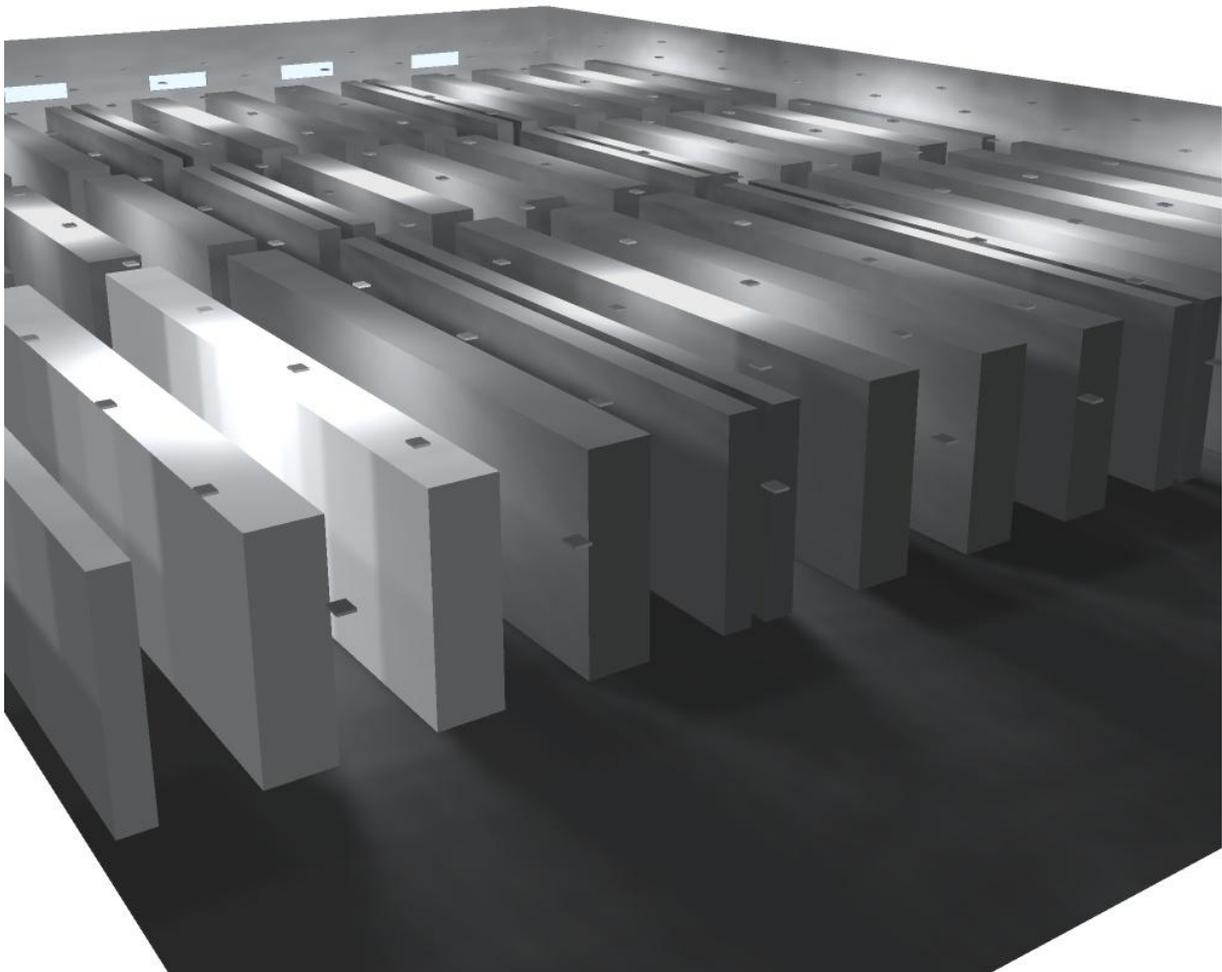
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.006 (1:164)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base: 8452.50 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

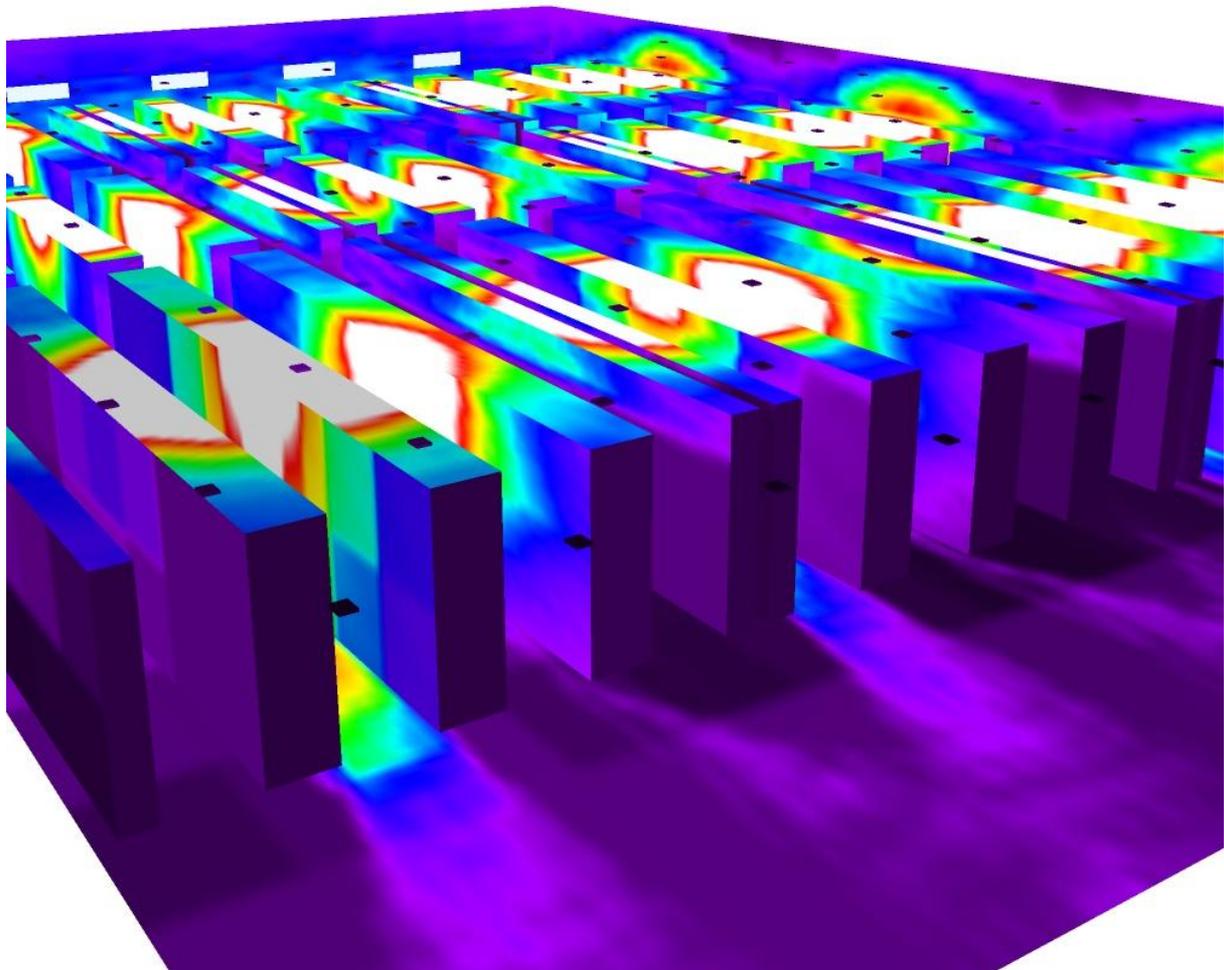
**Local 1 / Escena de luz 1 / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Escena de luz 1 / Rendering (procesado) de colores falsos**

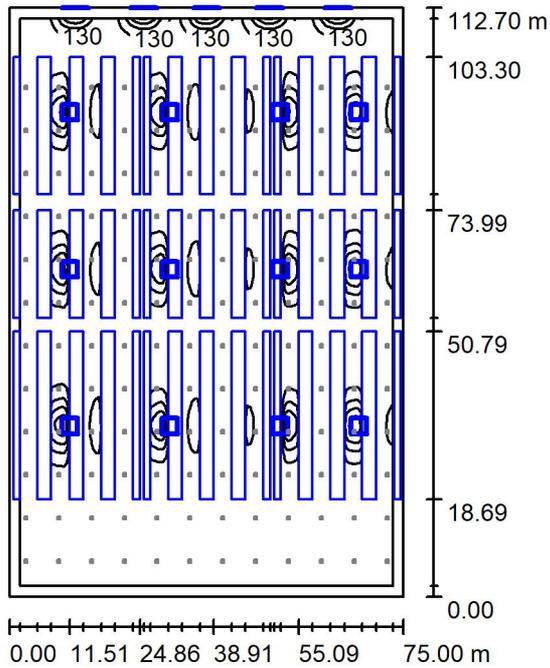


0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Local 1 / Escena de luz 2 / Resumen**



Altura del local: 13.000 m, Altura de montaje: 12.000 m

Valores en Lux, Escala 1:1448

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	70	3.77	617	0.054
Suelo	20	25	1.92	188	0.078
Techo	70	22	4.10	157	0.187
Paredes (4)	50	15	4.19	96	/

**Plano útil:**

Altura: 6.000 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 2.000 m

Escena de luz diurna pura, sin participación de luminarias.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local 1 / Escena de luz 2 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 0 lm  
Potencia total: 0.0 W  
Zona marginal: 2.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	57	13	70	/	/
Suelo	18	6.48	25	20	1.57
Techo	0.00	22	22	70	4.88
Pared 1	3.46	5.17	8.63	50	1.37
Pared 2	7.65	8.01	16	50	2.49
Pared 3	8.52	17	25	50	4.01
Pared 4	4.48	7.67	12	50	1.93

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.054 (1:19)

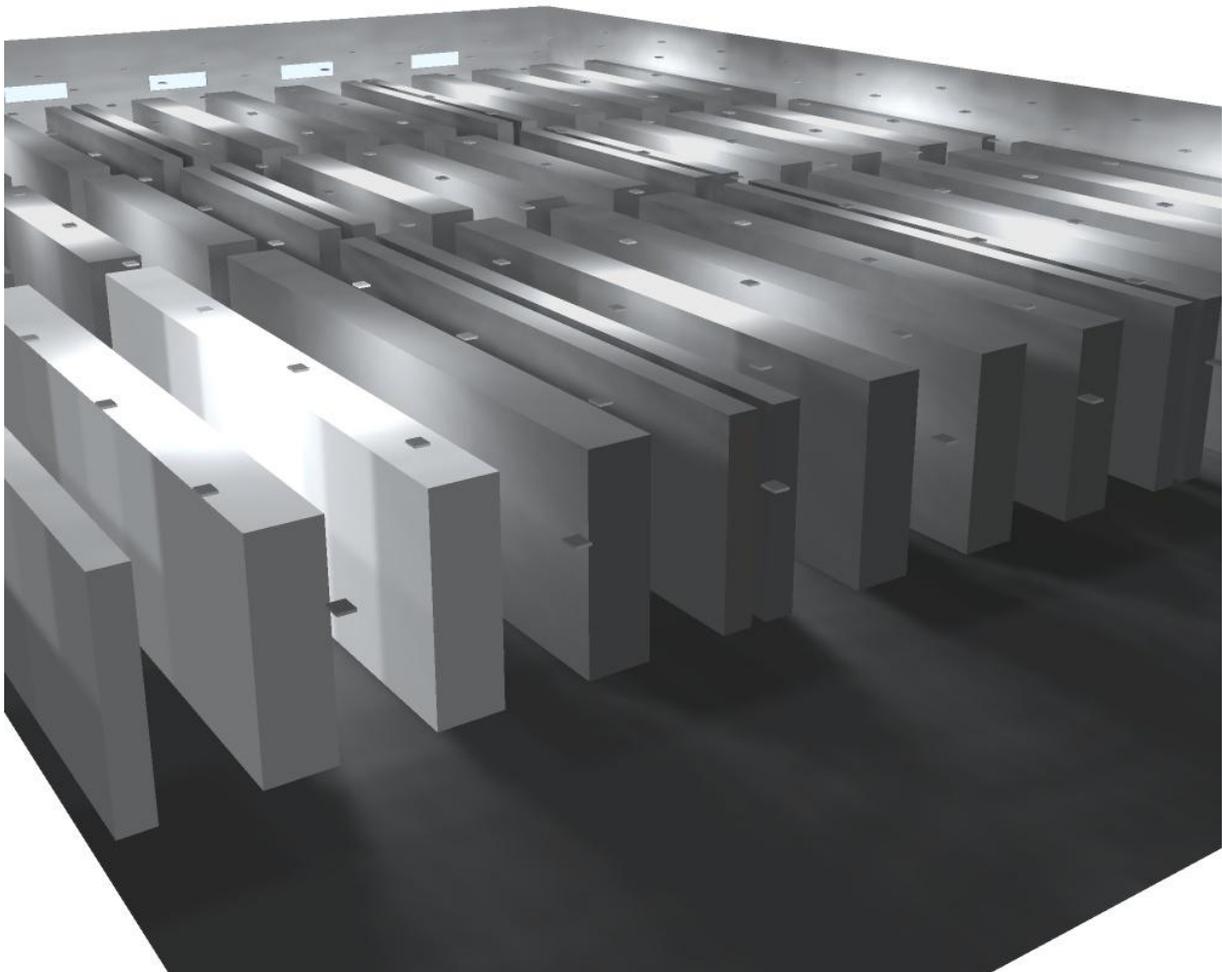
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.006 (1:164)

Valor de eficiencia energética:  $0.00 \text{ W/m}^2 = 0.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Base: 8452.50 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

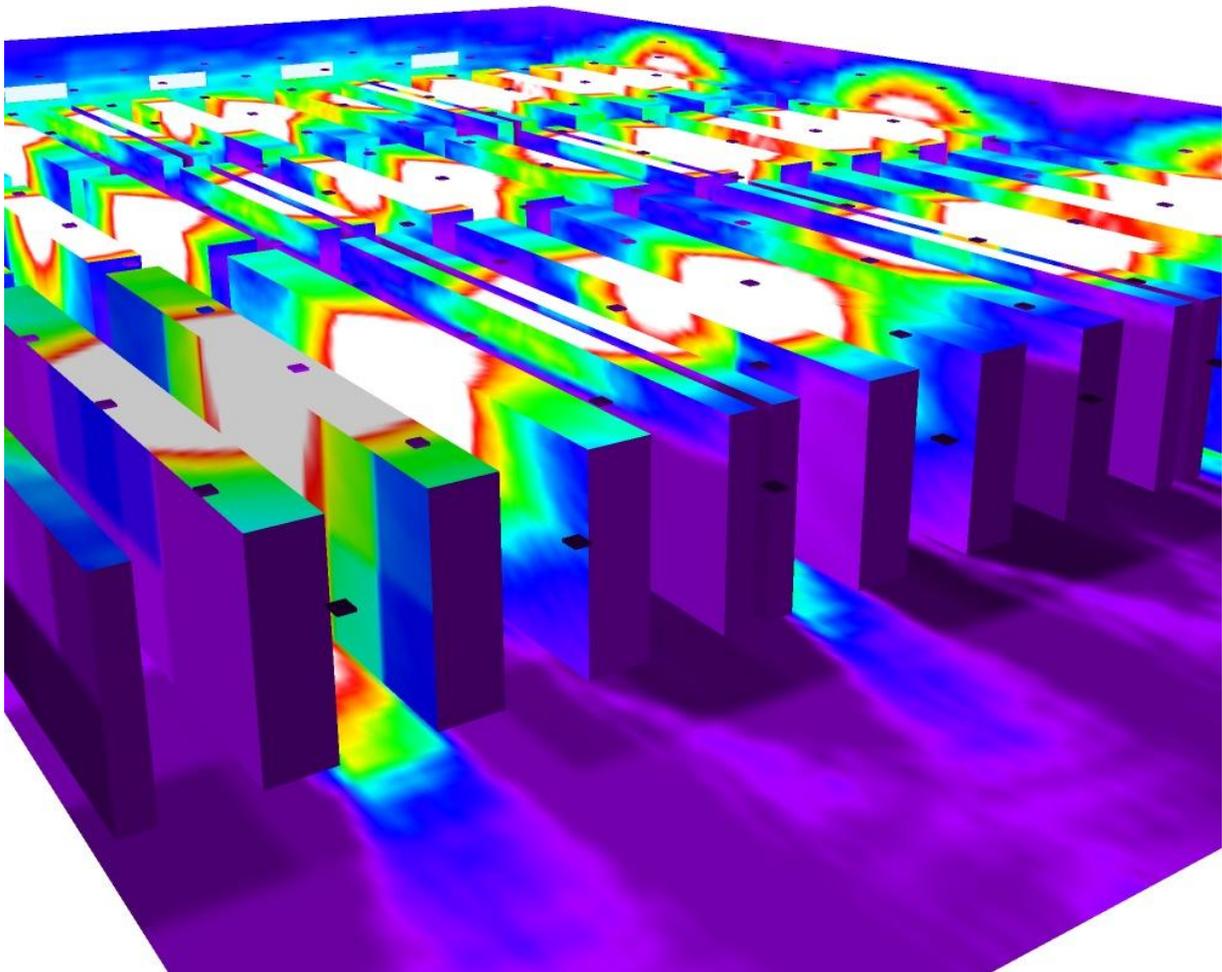
**Local 1 / Escena de luz 2 / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local 1 / Escena de luz 2 / Rendering (procesado) de colores falsos



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

## **Iluminación exterior**

Contacto:

Nº de encargo:

Empresa:  
Nº de cliente:

Fecha: 09.04.2020  
Proyecto elaborado por:

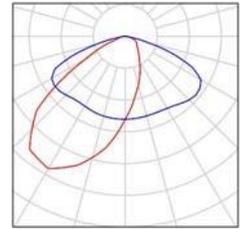
# Índice

## PROYECTO

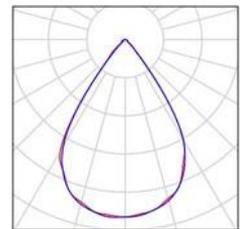
Índice	1
Lista de luminarias	2
<b>NAVE EXTERIOR</b>	
Datos de planificación	3
Luminarias (ubicación)	4
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	5
Rendering (procesado) en 3D	6
Rendering (procesado) de colores falsos	7
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Zona Lateral Derecha</b>	
Isolíneas (E, perpendicular)	8
Gráfico de valores (E, perpendicular)	9
<b>Zona Lateral Izquierda</b>	
Isolíneas (E, perpendicular)	10
Gráfico de valores (E, perpendicular)	11
<b>Zona Lateral Inferior</b>	
Isolíneas (E, perpendicular)	12
Gráfico de valores (E, perpendicular)	13
<b>Zona Lateral Superior</b>	
Isolíneas (E, perpendicular)	14
Gráfico de valores (E, perpendicular)	15

## PROYECTO / Lista de luminarias

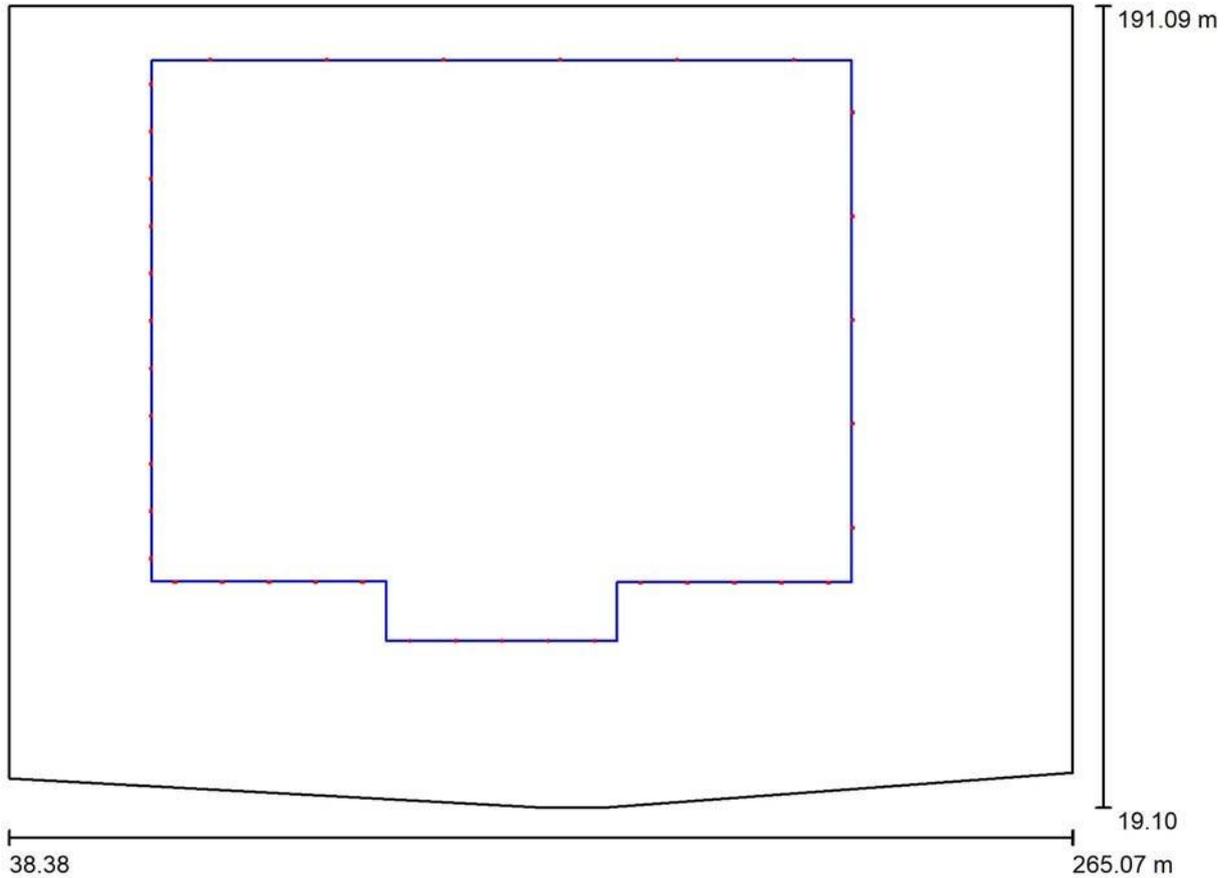
16 Pieza Enerluxe ProLuxe S 100W 85x135DEG  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 13781 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 13814 lm  
Potencia de las luminarias: 100.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 42 80 98 100 100  
Lámpara: 1 x LUMI3030S CCT 4.000K (Factor de corrección 1.000).



21 Pieza ENERLUXE SL Proluxe S ENX 100W 60x60DEG  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 15458 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 15493 lm  
Potencia de las luminarias: 103.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 93 97 99 100 100  
Lámpara: 1 x LUMI3030S - 103.00 W (Factor de corrección 1.000).



## NAVE EXTERIOR / Datos de planificación



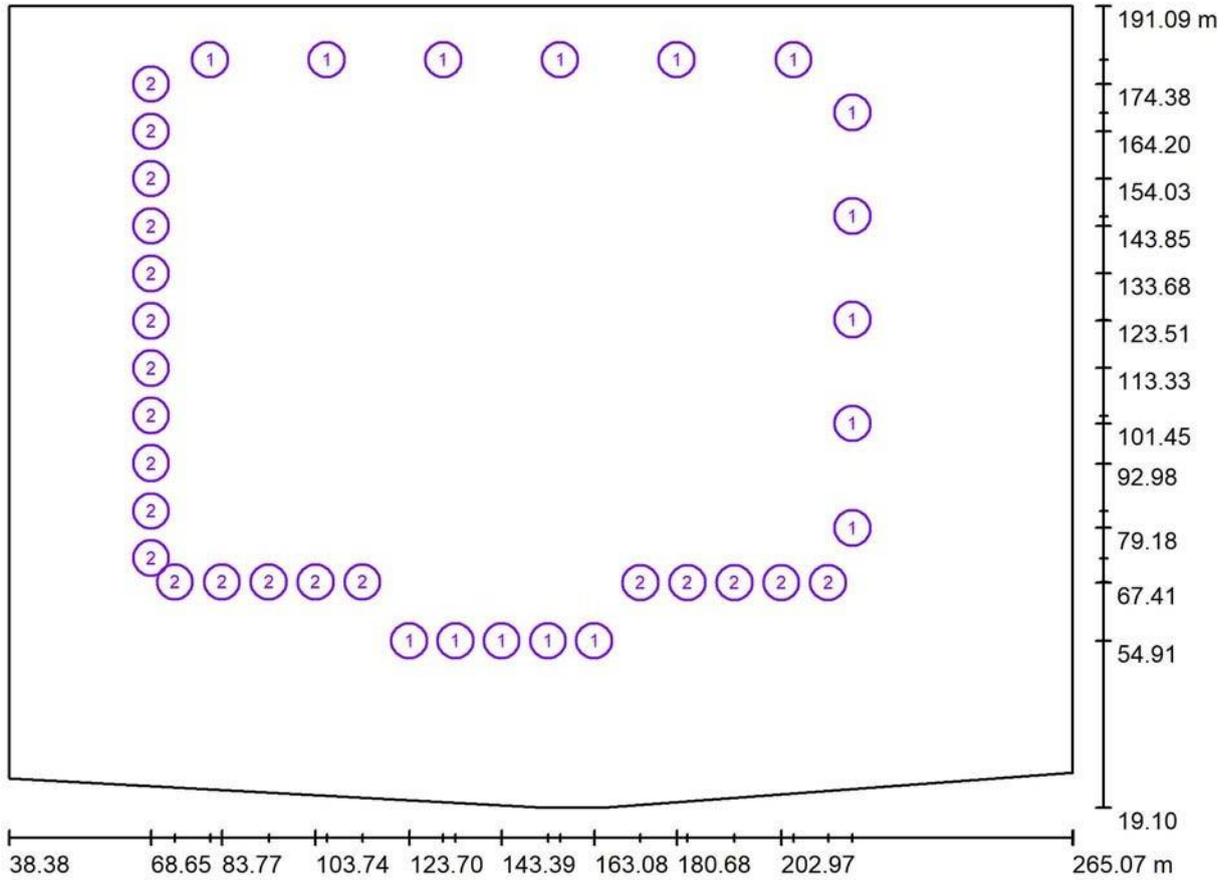
Factor mantenimiento: 0.85, ULR (Upward Light Ratio): 3.0%

Escala 1:1621

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	Enerluxe ProLuxe S 100W 85x135DEG (1.000)	13781	13814	100.0
2	21	ENERLUXE SL Proluxe S ENX 100W 60x60DEG (1.000)	15458	15493	103.0
Total:			545101	546382	3763.0

## NAVE EXTERIOR / Luminarias (ubicación)

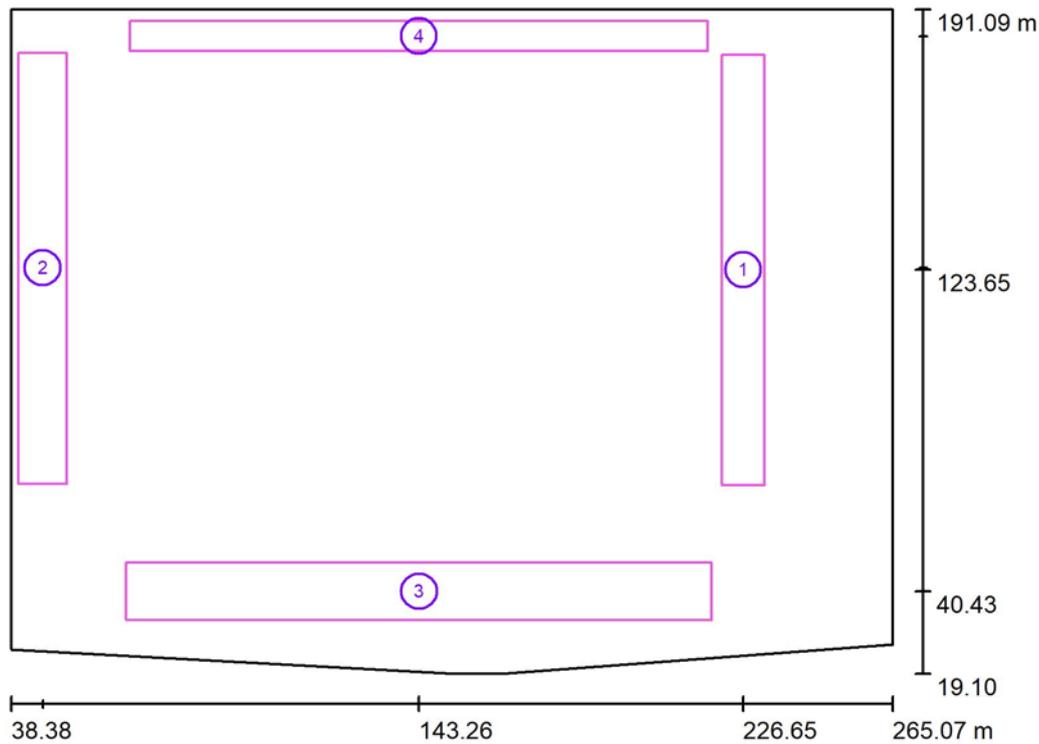


Escala 1 : 1621

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	16	Enerluxe ProLuxe S 100W 85x135DEG
2	21	ENERLUXE SL ProLuxe S ENX 100W 60x60DEG

## NAVE EXTERIOR / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 1958

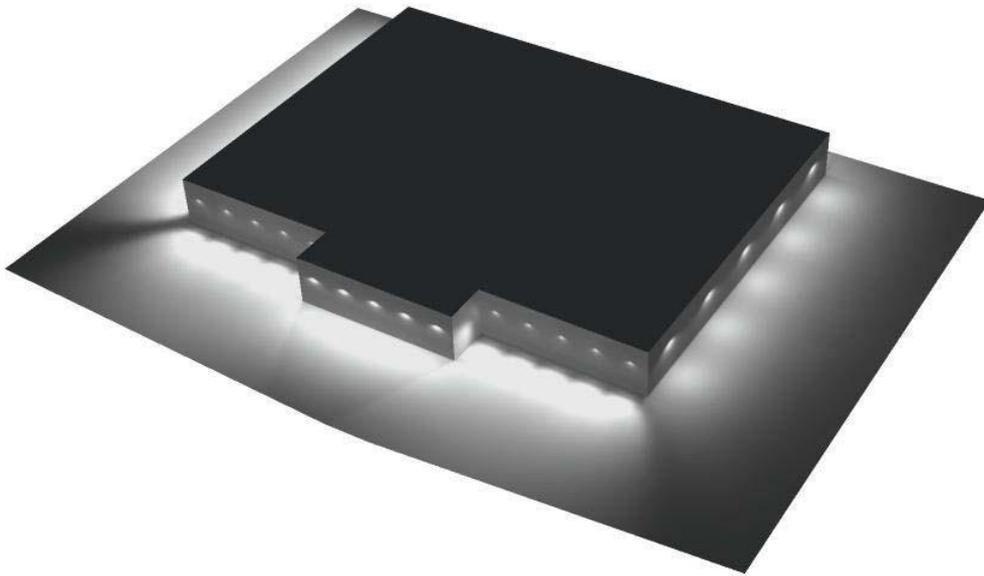
### Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Zona Lateral Derecha	perpendicular	32 x 128	22	7.71	37	0.351	0.209
2	Zona Lateral Izquierda	perpendicular	128 x 128	20	6.85	35	0.336	0.194
3	Zona Lateral Inferior	perpendicular	32 x 128	20	5.09	58	0.255	0.088
4	Zona Lateral Superior	perpendicular	32 x 128	23	7.84	35	0.347	0.222

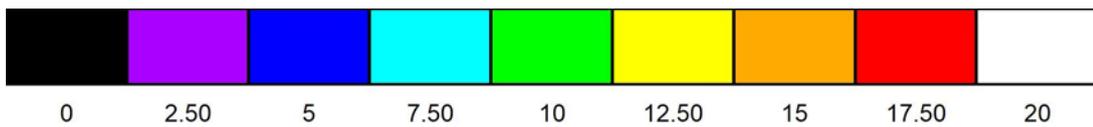
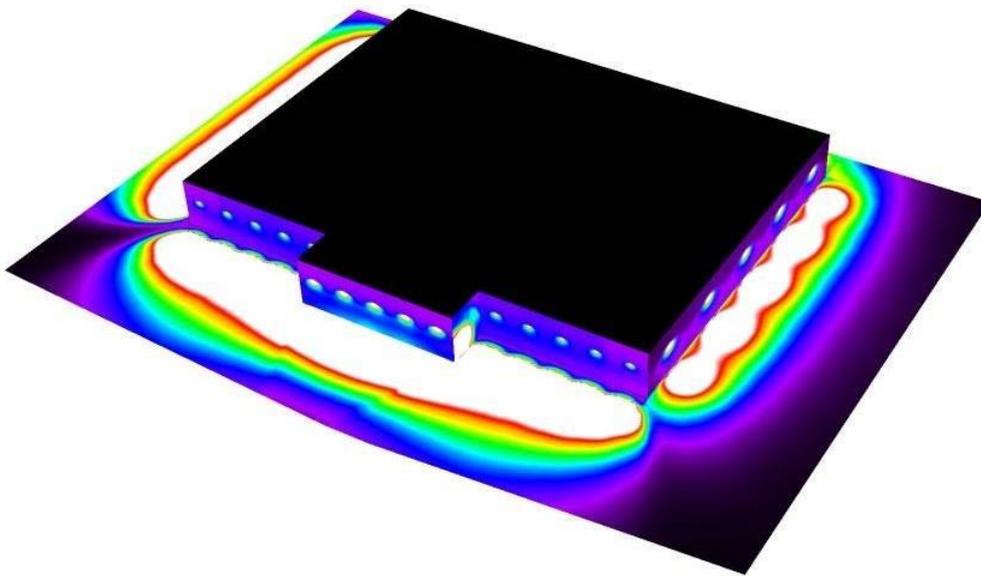
### Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	4	21	5.09	58	0.24	0.09

## NAVE EXTERIOR / Rendering (procesado) en 3D

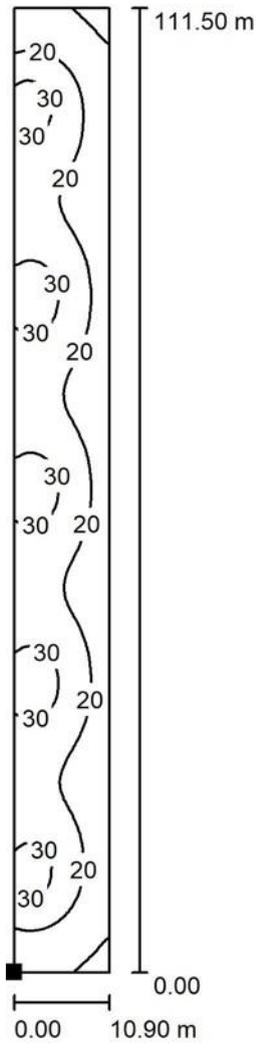


## NAVE EXTERIOR / Rendering (procesado) de colores falsos

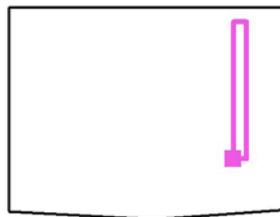


lx

## NAVE EXTERIOR / Zona Lateral Derecha / Isolíneas (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:  
 Punto marcado:  
 (221.200 m, 67.900 m, 0.050 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 873

Trama: 32 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
22

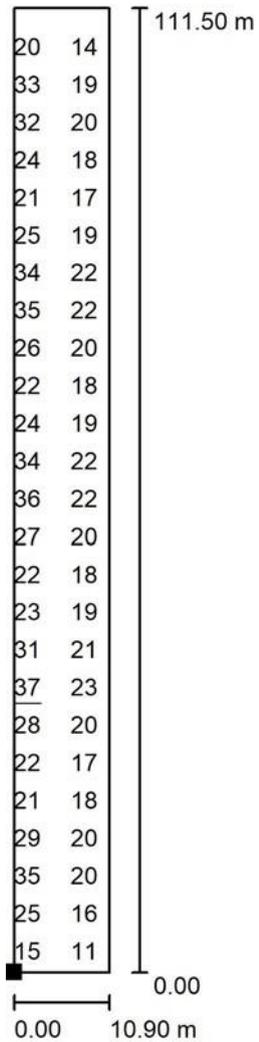
$E_{min}$  [lx]  
7.71

$E_{max}$  [lx]  
37

$E_{min} / E_m$   
0.351

$E_{min} / E_{max}$   
0.209

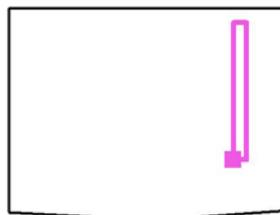
## NAVE EXTERIOR / Zona Lateral Derecha / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 873

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(221.200 m, 67.900 m, 0.050 m)



Trama: 32 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
22

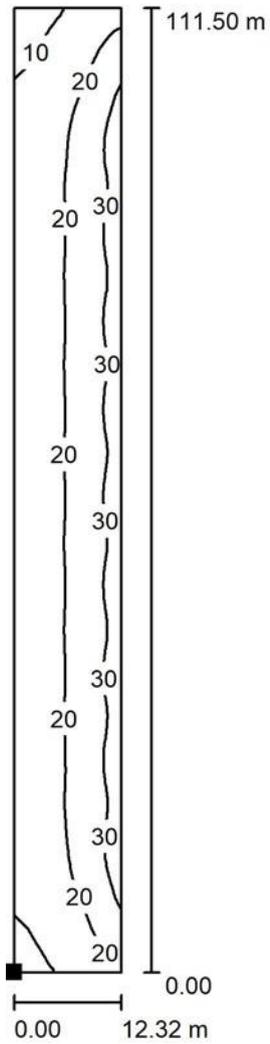
$E_{min}$  [lx]  
7.71

$E_{max}$  [lx]  
37

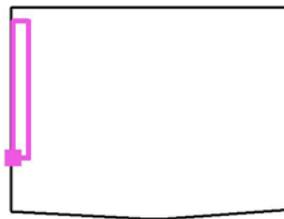
$E_{min} / E_m$   
0.351

$E_{min} / E_{max}$   
0.209

## NAVE EXTERIOR / Zona Lateral Izquierda / Isolíneas (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:  
 Punto marcado:  
 (40.379 m, 68.375 m, 0.050 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 873

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
20

$E_{min}$  [lx]  
6.85

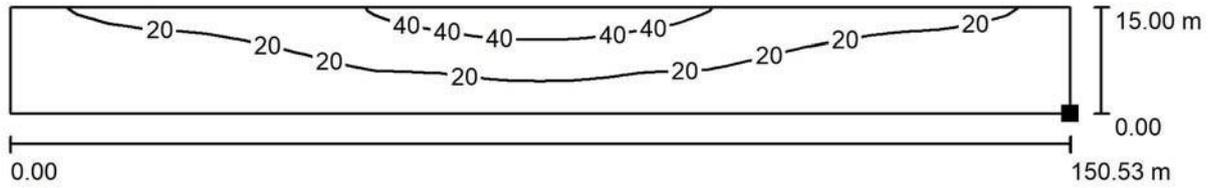
$E_{max}$  [lx]  
35

$E_{min} / E_m$   
0.336

$E_{min} / E_{max}$   
0.194

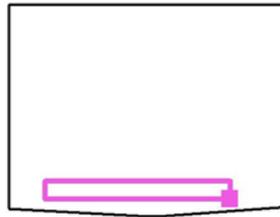


## NAVE EXTERIOR / Zona Lateral Inferior / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1077

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(218.574 m, 32.934 m, 0.050 m)



Trama: 32 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
20

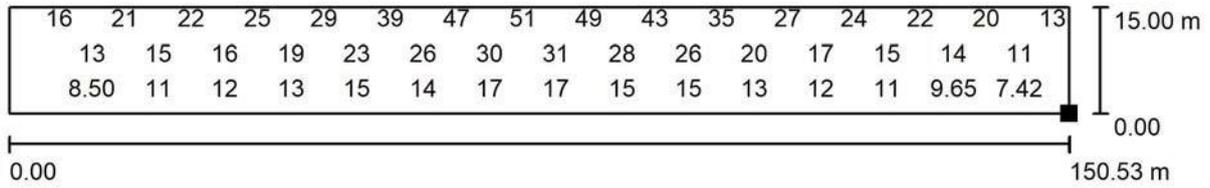
$E_{min}$  [lx]  
5.09

$E_{max}$  [lx]  
58

$E_{min} / E_m$   
0.255

$E_{min} / E_{max}$   
0.088

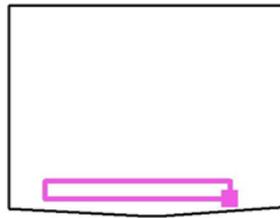
## NAVE EXTERIOR / Zona Lateral Inferior / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1077

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado:  
(218.574 m, 32.934 m, 0.050 m)



Trama: 32 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
20

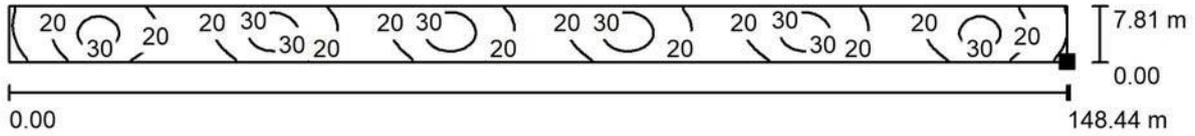
$E_{min}$  [lx]  
5.09

$E_{max}$  [lx]  
58

$E_{min} / E_m$   
0.255

$E_{min} / E_{max}$   
0.088

## NAVE EXTERIOR / Zona Lateral Superior / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1062

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(217.483 m, 180.291 m, 0.050 m)



Trama: 32 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
23

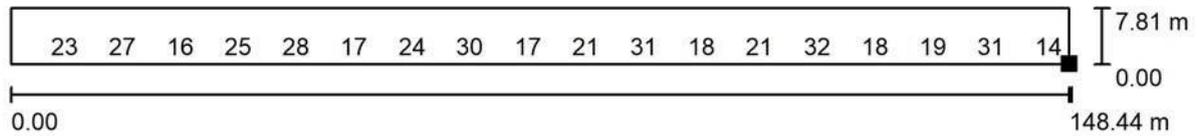
$E_{min}$  [lx]  
7.84

$E_{max}$  [lx]  
35

$E_{min} / E_m$   
0.347

$E_{min} / E_{max}$   
0.222

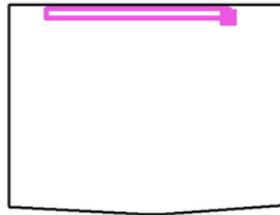
## NAVE EXTERIOR / Zona Lateral Superior / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1062

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:  
 Punto marcado:  
 (217.483 m, 180.291 m, 0.050 m)



Trama: 32 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
23	7.84	35	0.347	0.222

## **Oficinas, Salas de reuniones**

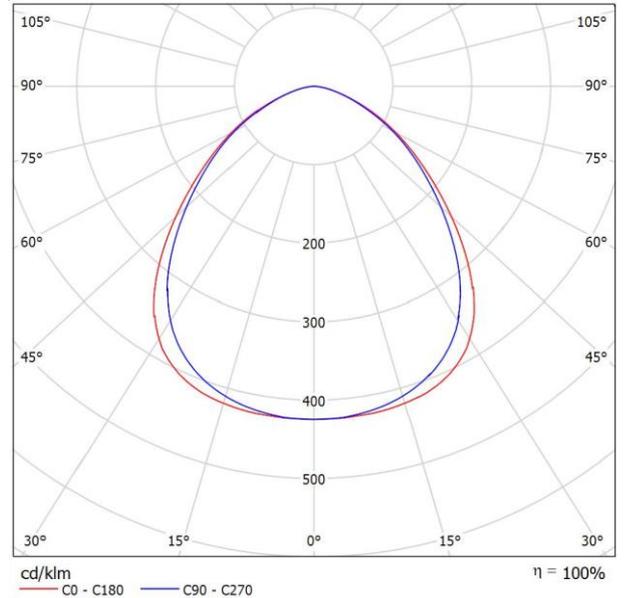
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 12.04.2020  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 58 87 98 100 100

CoreLine Panel – the clear choice for LED Whether for a new building or renovation of an existing space, customers want lighting solutions that provide quality of light and substantial energy and maintenance savings. The new CoreLine Panel range of LED products can be used to replace functional luminaires in general lighting applications. Both Non-Office Compliant (NOC) version and Office Compliant version (OC) are now available. The process of selecting, installing and maintaining is so easy – it's a simple switch.

Emisión de luz 1:

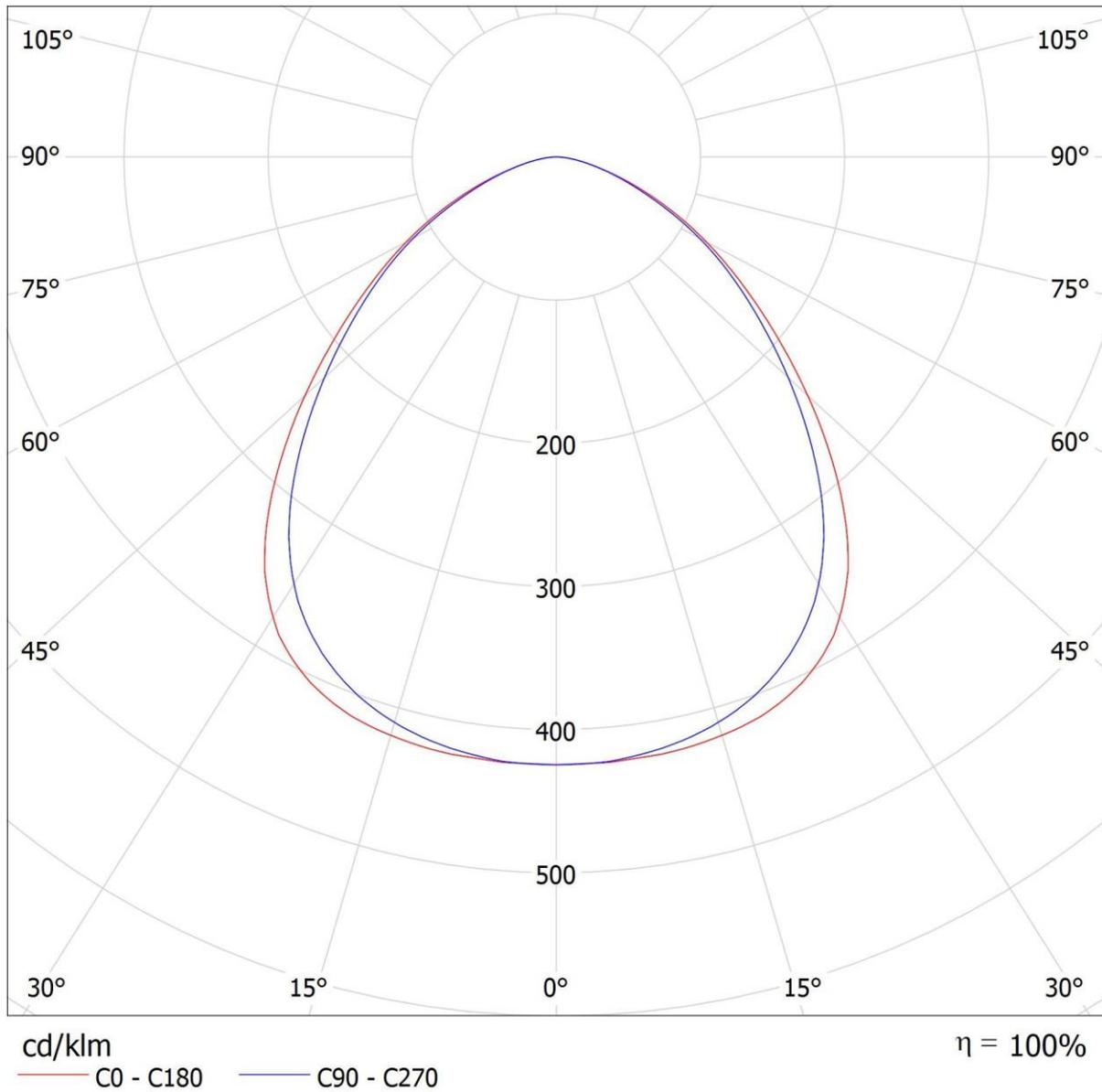
Valoración de deslumbramiento según UGR												
p. Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
p. Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
p. Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H		16.6	17.7	16.8	18.0	18.2	16.2	17.4	16.5	17.6	17.9
	3H		17.4	18.4	17.7	18.7	18.9	17.0	18.1	17.3	18.3	18.6
	4H		17.6	18.6	17.9	18.9	19.1	17.3	18.3	17.6	18.5	18.8
	6H		17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
	8H		17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
4H	2H		16.9	17.9	17.3	18.2	18.5	16.7	17.7	17.0	17.9	18.2
	3H		17.9	18.7	18.3	19.0	19.4	17.6	18.4	18.0	18.7	19.1
	4H		18.2	18.9	18.6	19.3	19.7	17.9	18.7	18.3	19.0	19.4
	6H		18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.1	18.8	18.6	19.2	19.5
	8H		18.5	19.0	18.9	19.4	19.8	18.2	18.8	18.6	19.2	19.6
8H	2H		18.5	19.0	18.9	19.4	19.8	18.2	18.8	18.7	19.2	19.6
	4H		18.3	18.9	18.7	19.3	19.7	18.0	18.6	18.5	19.0	19.4
	6H		18.6	19.0	19.0	19.5	19.9	18.3	18.8	18.8	19.2	19.7
	8H		18.6	19.1	19.1	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
	12H		18.7	19.0	19.2	19.5	20.0	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8
12H	4H		18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.5	18.5	19.0	19.4
	6H		18.6	19.0	19.0	19.4	19.9	18.3	18.7	18.8	19.2	19.7
	8H		18.7	19.0	19.2	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.4						
S = 1.5H	+0.4 / -0.9					+0.4 / -0.9						
S = 2.0H	+1.1 / -1.6					+1.0 / -1.7						
Tabla estándar	BK03					BK03						
Sumando de corrección	0.9					0.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total												



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC / CDL (Polar)

Luminaria: PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC  
Lámparas: 1 x LED36S/840/-



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC / Tabla UGR

Luminaria: PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.6	17.7	16.8	18.0	18.2	16.2	17.4	16.5	17.6	17.9
	3H	17.4	18.4	17.7	18.7	18.9	17.0	18.1	17.3	18.3	18.6
	4H	17.6	18.6	17.9	18.9	19.1	17.3	18.3	17.6	18.5	18.8
	6H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
	8H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
	12H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
4H	2H	16.9	17.9	17.3	18.2	18.5	16.7	17.7	17.0	17.9	18.2
	3H	17.9	18.7	18.3	19.0	19.4	17.6	18.4	18.0	18.7	19.1
	4H	18.2	18.9	18.6	19.3	19.7	17.9	18.7	18.3	19.0	19.4
	6H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.1	18.8	18.6	19.2	19.5
	8H	18.5	19.0	18.9	19.4	19.8	18.2	18.8	18.6	19.2	19.6
	12H	18.5	19.0	18.9	19.4	19.8	18.2	18.8	18.7	19.2	19.6
8H	4H	18.3	18.9	18.7	19.3	19.7	18.0	18.6	18.5	19.0	19.4
	6H	18.6	19.0	19.0	19.5	19.9	18.3	18.8	18.8	19.2	19.7
	8H	18.6	19.1	19.1	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
	12H	18.7	19.0	19.2	19.5	20.0	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8
12H	4H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.5	18.5	19.0	19.4
	6H	18.6	19.0	19.0	19.4	19.9	18.3	18.7	18.8	19.2	19.7
	8H	18.7	19.0	19.2	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.4				
S = 1.5H		+0.4 / -0.9					+0.4 / -0.9				
S = 2.0H		+1.1 / -1.6					+1.0 / -1.7				
Tabla estándar		BK03					BK03				
Sumando de corrección		0.9					0.6				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total											

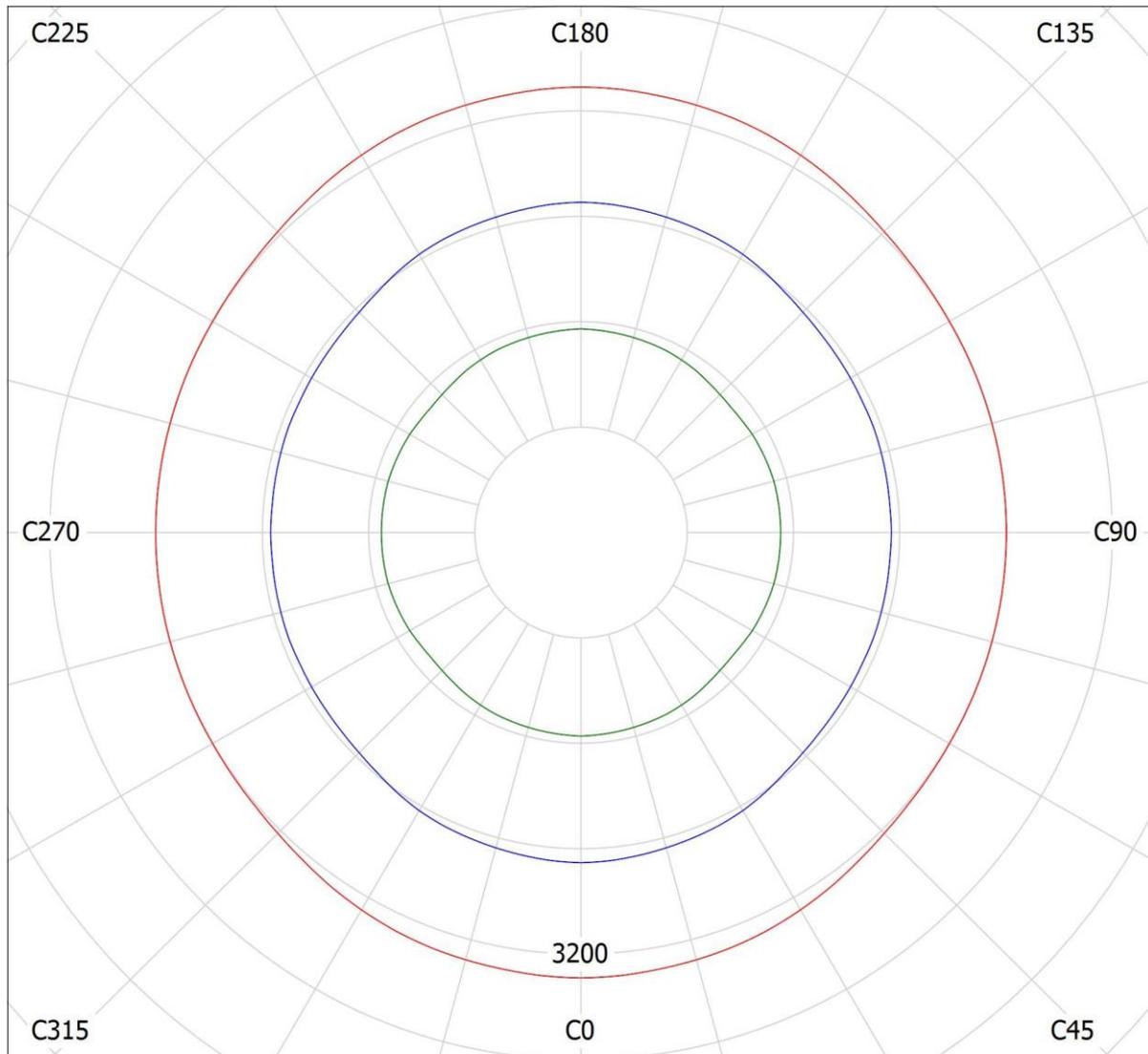
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC  
Lámparas: 1 x LED36S/840/-



cd/m<sup>2</sup>

—  $g = 55.0^\circ$  —  $g = 65.0^\circ$  —  $g = 75.0^\circ$



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC / Diagrama conico

Luminaria: PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-

0.5	1.09 1.15	E(0°) 6114 E(C90) 47.4° 948 E(C0) 49.1° 861
1.0	2.17 2.31	E(0°) 1529 E(C90) 47.4° 237 E(C0) 49.1° 215
1.5	3.26 3.46	E(0°) 679 E(C90) 47.4° 105 E(C0) 49.1° 96
2.0	4.35 4.62	E(0°) 382 E(C90) 47.4° 59 E(C0) 49.1° 54
2.5	5.44 5.77	E(0°) 245 E(C90) 47.4° 38 E(C0) 49.1° 34
3.0	6.52 6.93	E(0°) 170 E(C90) 47.4° 26 E(C0) 49.1° 24

Separación [m]

Diámetro cónico [m]

Intensidad lumínica [lx]

- C0 - C180 (Semiángulo de dispersión: 98.2°)
- C90 - C270 (Semiángulo de dispersión: 94.8°)

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC / Tabla de intensidades lumínicas

Luminaria: PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	425	425	425	425	425	425	425
5.0°	425	424	424	424	424	424	424
10.0°	424	423	422	422	421	420	420
15.0°	421	420	418	417	414	413	412
20.0°	416	414	411	407	404	402	401
25.0°	405	403	398	392	387	384	383
30.0°	385	382	376	368	362	359	359
35.0°	353	350	343	334	327	324	324
40.0°	307	305	298	289	283	281	280
45.0°	255	253	247	240	236	234	234
50.0°	204	202	199	194	191	190	190
55.0°	160	159	157	153	152	152	152
60.0°	122	121	120	117	116	116	116
65.0°	87	86	85	82	82	82	82
70.0°	57	56	55	53	53	53	53
75.0°	33	33	32	32	32	32	32
80.0°	17	17	17	17	17	17	17
85.0°	6.20	6.20	6.30	6.50	6.60	6.60	6.60
90.0°	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20

Valores en cd/klm

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC / Tabla de densidades lumínicas

Luminaria: PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-

<b>Gamma</b>	<b>C 0°</b>	<b>C 15°</b>	<b>C 30°</b>	<b>C 45°</b>	<b>C 60°</b>	<b>C 75°</b>	<b>C 90°</b>
<b>0.0°</b>	5146	5146	5146	5146	5146	5146	5146
<b>5.0°</b>	5165	5160	5159	5159	5156	5155	5157
<b>10.0°</b>	5212	5207	5199	5187	5175	5169	5164
<b>15.0°</b>	5279	5274	5250	5226	5197	5185	5175
<b>20.0°</b>	5362	5340	5304	5250	5210	5181	5171
<b>25.0°</b>	5412	5385	5320	5241	5178	5141	5127
<b>30.0°</b>	5394	5352	5262	5153	5068	5027	5017
<b>35.0°</b>	5223	5179	5072	4940	4843	4800	4789
<b>40.0°</b>	4857	4819	4709	4577	4484	4444	4433
<b>45.0°</b>	4369	4333	4237	4119	4042	4014	4007
<b>50.0°</b>	3848	3816	3745	3649	3598	3584	3583
<b>55.0°</b>	3381	3358	3307	3229	3203	3203	3203
<b>60.0°</b>	2957	2936	2899	2831	2817	2819	2814
<b>65.0°</b>	2507	2478	2438	2363	2343	2340	2337
<b>70.0°</b>	2016	1981	1942	1878	1871	1885	1885
<b>75.0°</b>	1545	1531	1513	1480	1489	1503	1503
<b>80.0°</b>	1173	1173	1173	1173	1180	1194	1187
<b>85.0°</b>	862	862	876	904	918	918	918

Valores en Candela/m<sup>2</sup>.

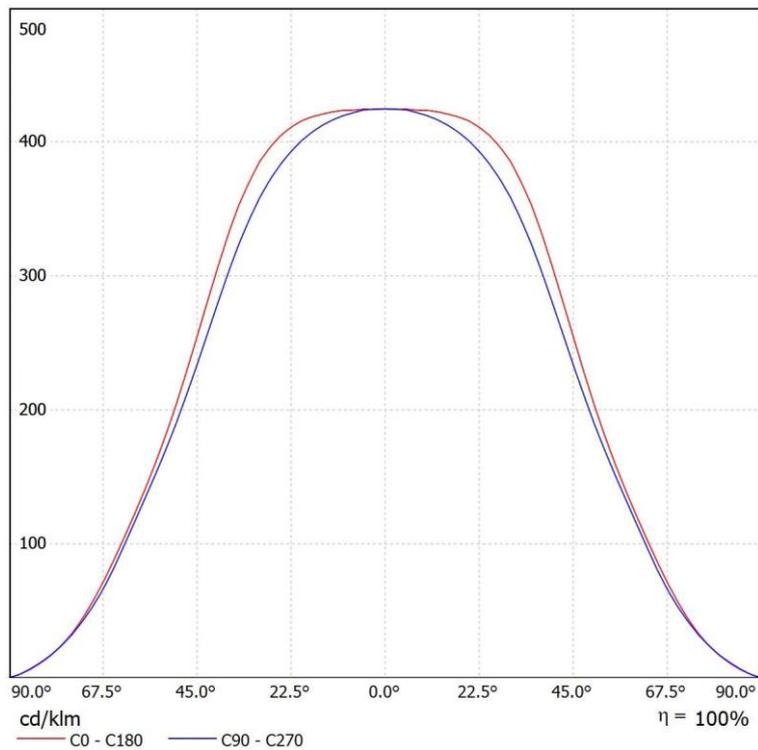
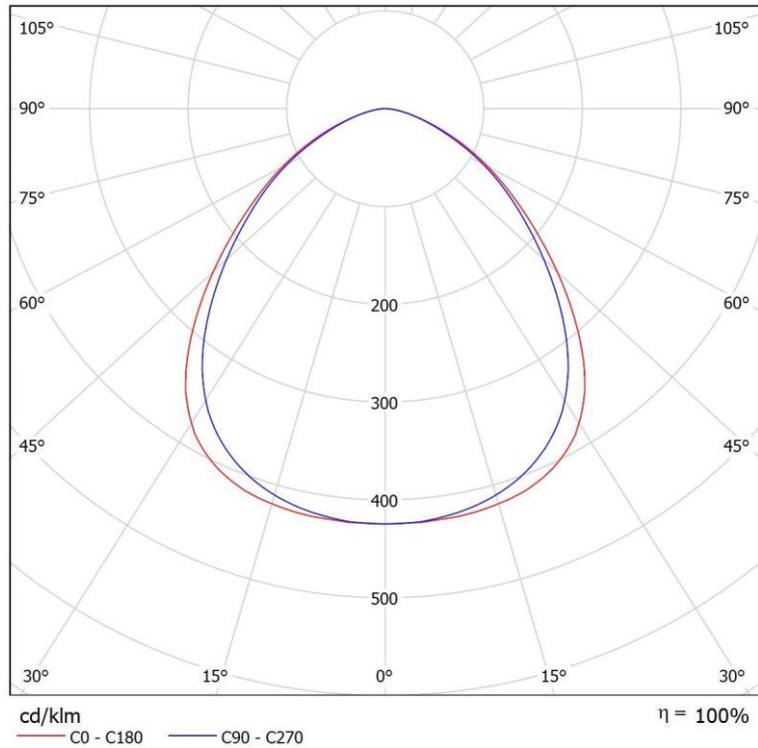


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC / Hoja de datos CDL

Luminaria: PHILIPS RC132V  
W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC / Hoja de datos del alumbrado de emergencia

Luminaria: PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-

Índice de reproducción de color:	0
Flujo luminoso:	3600 lm
Factor de corrección:	1.000
Factor de alumbrado de emergencia:	1.00
Flujo luminoso de alumbrado de emergencia:	3600 lm
Grado de eficacia de funcionamiento:	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local inferior):	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local superior):	0.00

Evaluación del deslumbramiento (Intensidades lumínicas máximas [cd])

	C0	C90	C0 - C360
Gamma 60° - 90°	439.2	418.0	439.2
Gamma 0° - 180°	1528.6	1528.6	1528.6

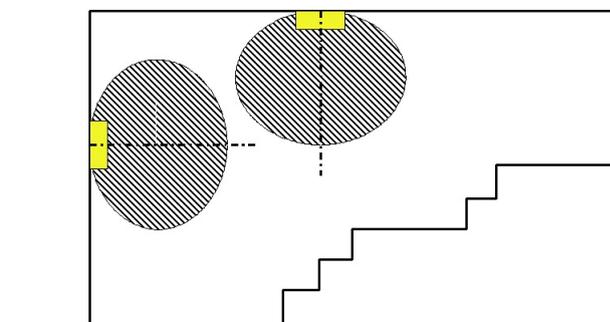
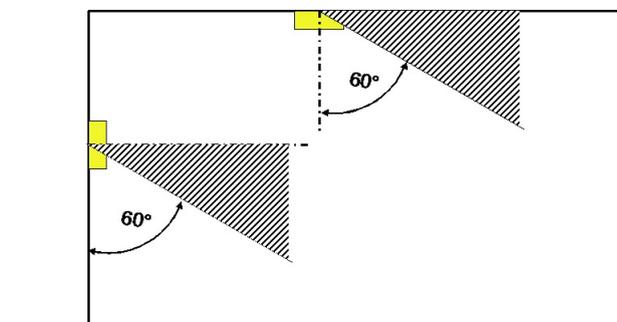


Tabla de distancias para caminos de escape planos

Altura de montaje [m]

					
2.00	3.82	7.65	4.53	7.58	3.76
2.50	4.77	9.55	5.66	9.47	4.69
3.00	5.71	13.55	13.44	13.32	5.63
3.50	6.66	15.81	15.68	15.55	6.57
4.00	7.62	18.07	17.92	17.77	7.51

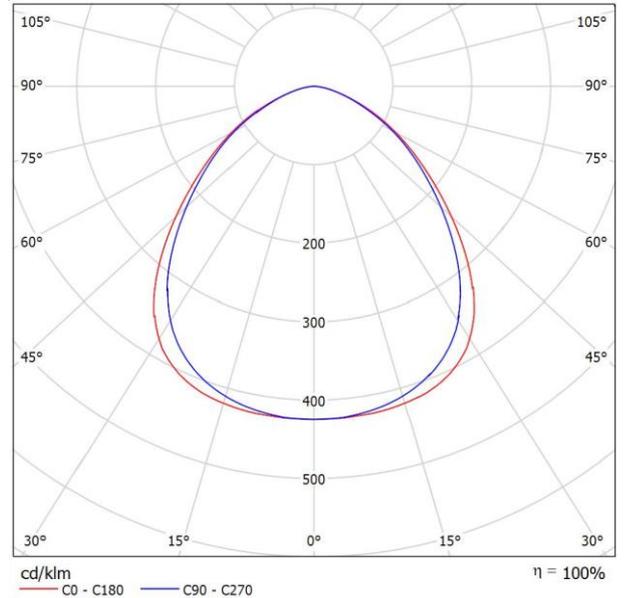
La tabla de distancias se base en los siguientes parámetros:

- Factor mantenimiento: 0.72
- Factor de alumbrado de emergencia: 1.00
- Intensidad lumínica mínima en la línea media: 1.00 lx
- Intensidad lumínica mínima en la media anchura de la vía de evacuación: 0.50 lx
- Uniformidad máxima en la línea media 40 : 1
- Anchura de la vía de evacuación: 2.00 m

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Hoja de datos de luminarias**

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 58 87 98 100 100

CoreLine Panel – the clear choice for LED Whether for a new building or renovation of an existing space, customers want lighting solutions that provide quality of light and substantial energy and maintenance savings. The new CoreLine Panel range of LED products can be used to replace functional luminaires in general lighting applications. Both Non-Office Compliant (NOC) version and Office Compliant version (OC) are now available. The process of selecting, installing and maintaining is so easy – it's a simple switch.

Emisión de luz 1:

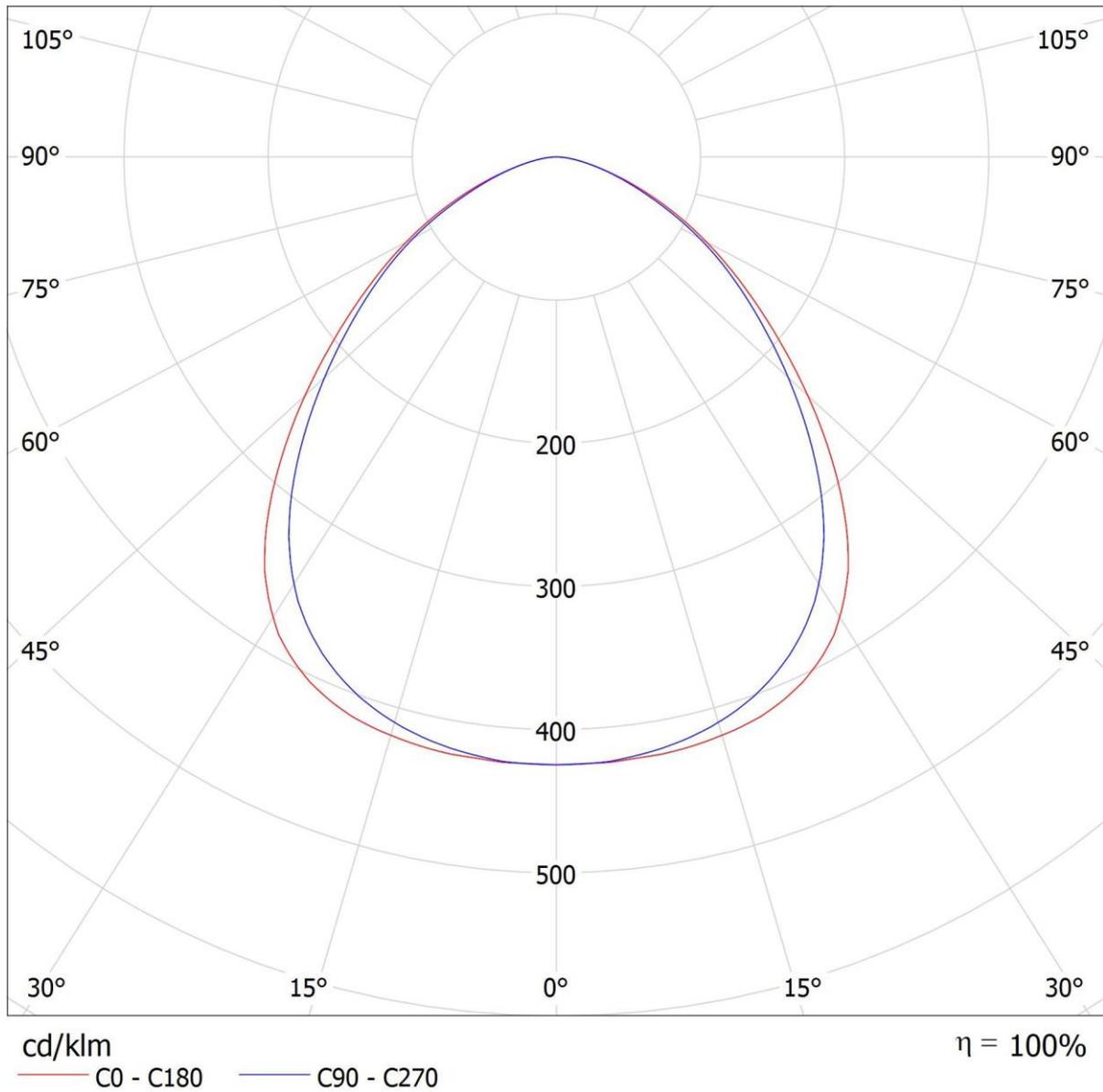
Valoración de deslumbramiento según UGR											
p. Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p. Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p. Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.5	17.7	16.8	17.9	18.1	16.2	17.4	16.5	17.6	17.8
	3H	17.3	18.4	17.6	18.6	18.9	17.0	18.0	17.3	18.3	18.5
	4H	17.6	18.5	17.9	18.8	19.1	17.2	18.2	17.5	18.5	18.8
	6H	17.7	18.6	18.0	18.9	19.2	17.4	18.3	17.7	18.6	18.9
	8H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.7	18.6	18.9
12H	17.7	18.5	18.1	18.8	19.2	17.4	18.2	17.8	18.5	18.9	
4H	2H	16.9	17.9	17.2	18.1	18.4	16.6	17.6	16.9	17.9	18.2
	3H	17.8	18.7	18.2	19.0	19.3	17.5	18.4	17.9	18.7	19.0
	4H	18.2	18.9	18.6	19.2	19.6	17.9	18.6	18.3	19.0	19.3
	6H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.1	18.7	18.5	19.1	19.5
	8H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5
12H	18.4	19.0	18.9	19.4	19.8	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5	
8H	4H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.6	18.4	19.0	19.4
	6H	18.5	19.0	19.0	19.4	19.9	18.3	18.7	18.7	19.2	19.6
	8H	18.6	19.0	19.1	19.5	19.9	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7
	12H	18.6	19.0	19.1	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
12H	4H	18.2	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.5	18.4	18.9	19.3
	6H	18.5	18.9	19.0	19.4	19.8	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6
	8H	18.6	19.0	19.1	19.4	19.9	18.4	18.7	18.9	19.2	19.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.3 / -0.4				+0.3 / -0.4						
S = 1.5H	+0.4 / -0.9				+0.4 / -0.9						
S = 2.0H	+1.1 / -1.6				+1.0 / -1.7						
Tabla estándar	BK03				BK03						
Sumando de corrección	0.9				0.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / CDL (Polar)

Luminaria: PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC  
Lámparas: 1 x LED36S/840/-



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Tabla UGR

Luminaria: PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC  
Lámparas: 1 x LED36S/840/-

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.5	17.7	16.8	17.9	18.1	16.2	17.4	16.5	17.6	17.8
	3H	17.3	18.4	17.6	18.6	18.9	17.0	18.0	17.3	18.3	18.5
	4H	17.6	18.5	17.9	18.8	19.1	17.2	18.2	17.5	18.5	18.8
	6H	17.7	18.6	18.0	18.9	19.2	17.4	18.3	17.7	18.6	18.9
	8H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.7	18.6	18.9
	12H	17.7	18.5	18.1	18.8	19.2	17.4	18.2	17.8	18.5	18.9
4H	2H	16.9	17.9	17.2	18.1	18.4	16.6	17.6	16.9	17.9	18.2
	3H	17.8	18.7	18.2	19.0	19.3	17.5	18.4	17.9	18.7	19.0
	4H	18.2	18.9	18.6	19.2	19.6	17.9	18.6	18.3	19.0	19.3
	6H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.1	18.7	18.5	19.1	19.5
	8H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5
	12H	18.4	19.0	18.9	19.4	19.8	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5
8H	4H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.6	18.4	19.0	19.4
	6H	18.5	19.0	19.0	19.4	19.9	18.3	18.7	18.7	19.2	19.6
	8H	18.6	19.0	19.1	19.5	19.9	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7
	12H	18.6	19.0	19.1	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
12H	4H	18.2	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.5	18.4	18.9	19.3
	6H	18.5	18.9	19.0	19.4	19.8	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6
	8H	18.6	19.0	19.1	19.4	19.9	18.4	18.7	18.9	19.2	19.7
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.4				
S = 1.5H		+0.4 / -0.9					+0.4 / -0.9				
S = 2.0H		+1.1 / -1.6					+1.0 / -1.7				
Tabla estándar		BK03					BK03				
Sumando de corrección		0.9					0.6				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total											

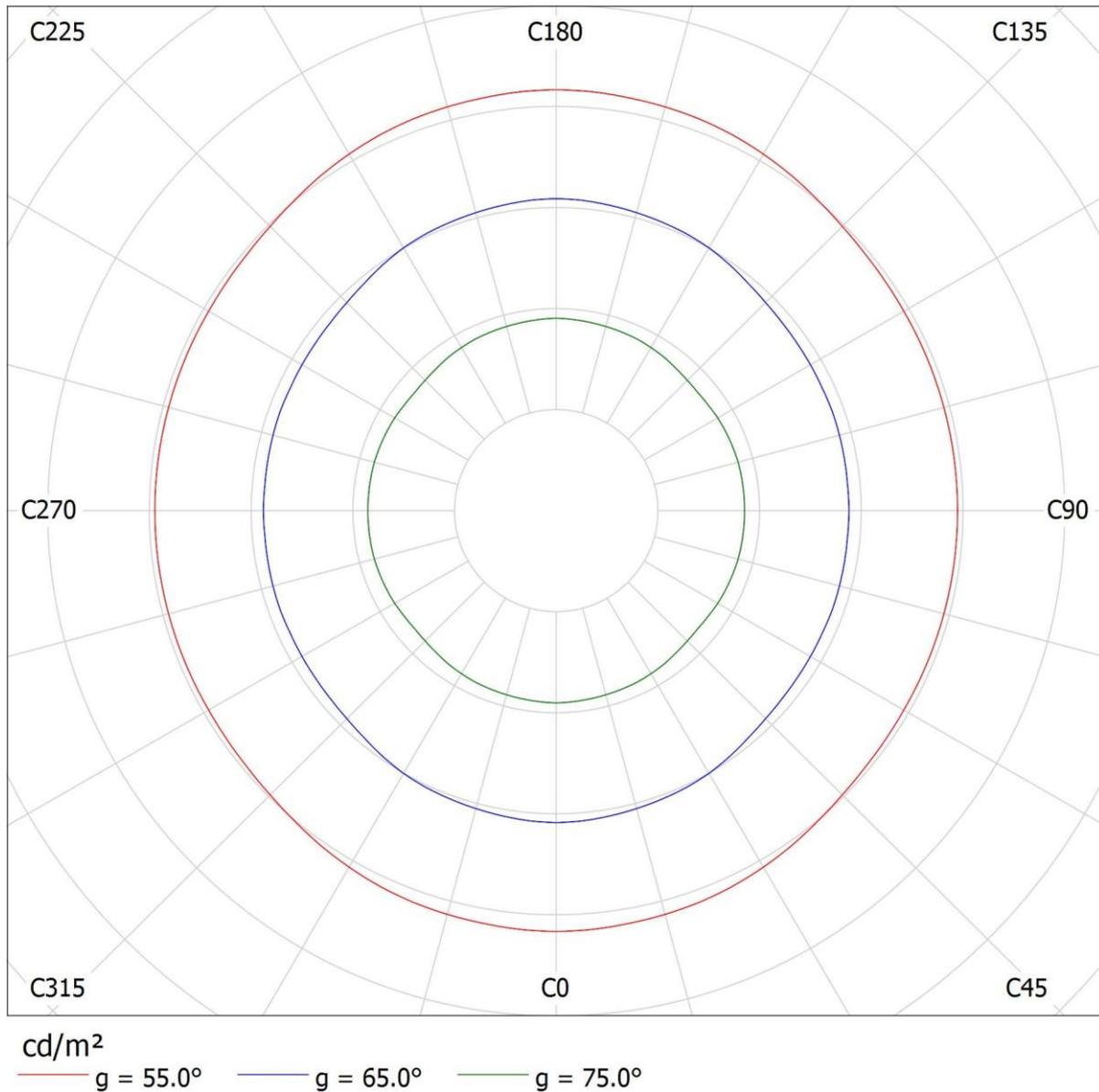
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC  
Lámparas: 1 x LED36S/840/-





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Diagrama conico

Luminaria: PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC  
Lámparas: 1 x LED36S/840/-

0.5	1.09 1.15	E(0°) 6114 E(C90) 47.4° 948 E(C0) 49.1° 861
1.0	2.17 2.31	E(0°) 1529 E(C90) 47.4° 237 E(C0) 49.1° 215
1.5	3.26 3.46	E(0°) 679 E(C90) 47.4° 105 E(C0) 49.1° 96
2.0	4.35 4.62	E(0°) 382 E(C90) 47.4° 59 E(C0) 49.1° 54
2.5	5.44 5.77	E(0°) 245 E(C90) 47.4° 38 E(C0) 49.1° 34
3.0	6.52 6.93	E(0°) 170 E(C90) 47.4° 26 E(C0) 49.1° 24

Separación [m]

Diámetro cónico [m]

Intensidad lumínica [lx]

- C0 - C180 (Semiángulo de dispersión: 98.2°)
- C90 - C270 (Semiángulo de dispersión: 94.8°)

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Tabla de intensidades lumínicas

Luminaria: PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-

Gamma	C 0°	C 15°	C 30°	C 45°	C 60°	C 75°	C 90°
0.0°	425	425	425	425	425	425	425
5.0°	425	424	424	424	424	424	424
10.0°	424	423	422	422	421	420	420
15.0°	421	420	418	417	414	413	412
20.0°	416	414	411	407	404	402	401
25.0°	405	403	398	392	387	384	383
30.0°	385	382	376	368	362	359	359
35.0°	353	350	343	334	327	324	324
40.0°	307	305	298	289	283	281	280
45.0°	255	253	247	240	236	234	234
50.0°	204	202	199	194	191	190	190
55.0°	160	159	157	153	152	152	152
60.0°	122	121	120	117	116	116	116
65.0°	87	86	85	82	82	82	82
70.0°	57	56	55	53	53	53	53
75.0°	33	33	32	32	32	32	32
80.0°	17	17	17	17	17	17	17
85.0°	6.20	6.20	6.30	6.50	6.60	6.60	6.60
90.0°	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20

Valores en cd/klm

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Tabla de densidades lumínicas

Luminaria: PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-

<b>Gamma</b>	<b>C 0°</b>	<b>C 15°</b>	<b>C 30°</b>	<b>C 45°</b>	<b>C 60°</b>	<b>C 75°</b>	<b>C 90°</b>
<b>0.0°</b>	5072	5072	5072	5072	5072	5072	5072
<b>5.0°</b>	5090	5085	5084	5084	5081	5080	5082
<b>10.0°</b>	5136	5132	5123	5112	5100	5094	5089
<b>15.0°</b>	5202	5197	5174	5150	5122	5109	5100
<b>20.0°</b>	5284	5262	5227	5173	5134	5106	5096
<b>25.0°</b>	5334	5307	5243	5165	5103	5066	5053
<b>30.0°</b>	5315	5274	5186	5078	4994	4954	4944
<b>35.0°</b>	5147	5103	4998	4869	4772	4730	4720
<b>40.0°</b>	4787	4749	4640	4511	4419	4380	4369
<b>45.0°</b>	4306	4270	4176	4059	3983	3956	3949
<b>50.0°</b>	3793	3761	3690	3596	3545	3532	3531
<b>55.0°</b>	3332	3309	3259	3182	3157	3157	3157
<b>60.0°</b>	2914	2893	2857	2790	2776	2778	2773
<b>65.0°</b>	2470	2442	2402	2329	2309	2306	2303
<b>70.0°</b>	1987	1952	1914	1851	1844	1858	1858
<b>75.0°</b>	1523	1509	1491	1458	1468	1481	1481
<b>80.0°</b>	1156	1156	1156	1156	1162	1176	1169
<b>85.0°</b>	850	850	863	891	904	904	904

Valores en Candela/m<sup>2</sup>.

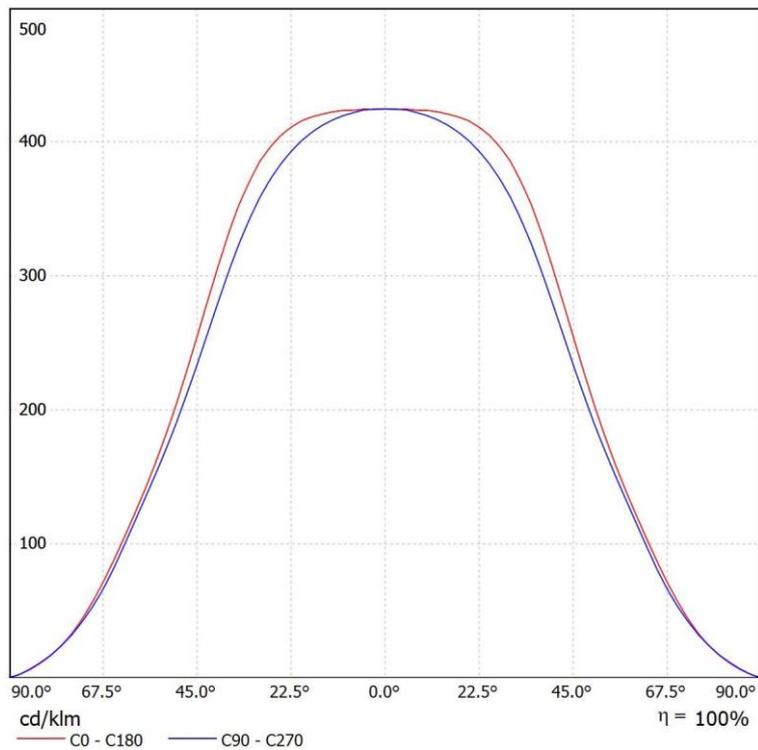
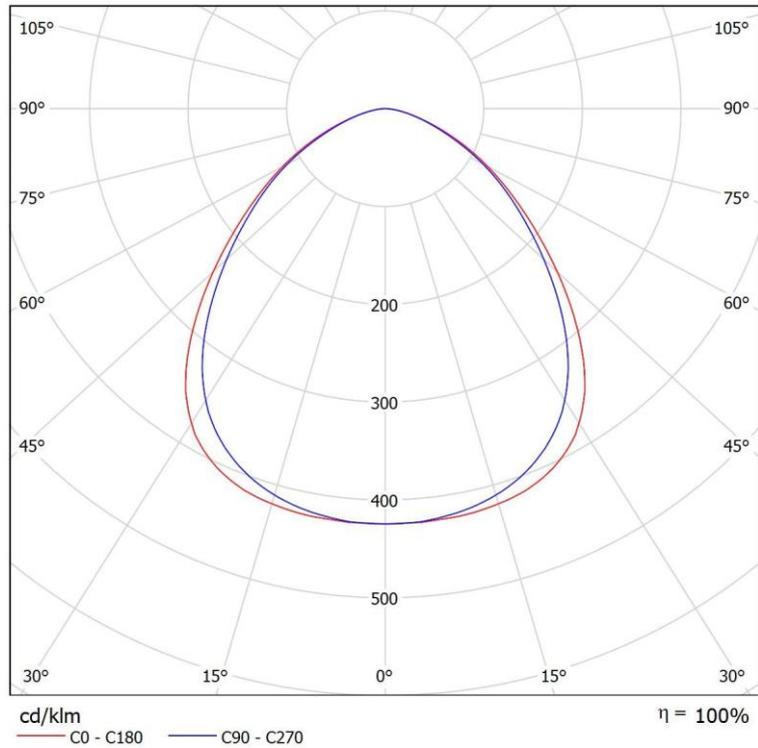


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Hoja de datos CDL

Luminaria: PHILIPS RC127V  
W60L60 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Hoja de datos del alumbrado de emergencia

Luminaria: PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC

Lámparas: 1 x LED36S/840/-

Índice de reproducción de color:	0
Flujo luminoso:	3600 lm
Factor de corrección:	1.000
Factor de alumbrado de emergencia:	1.00
Flujo luminoso de alumbrado de emergencia:	3600 lm
Grado de eficacia de funcionamiento:	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local inferior):	100.00
Grado de eficacia de funcionamiento (medio local superior):	0.00

Evaluación del deslumbramiento (Intensidades lumínicas máximas [cd])

	C0	C90	C0 - C360
Gamma 60° - 90°	439.2	418.0	439.2
Gamma 0° - 180°	1528.6	1528.6	1528.6

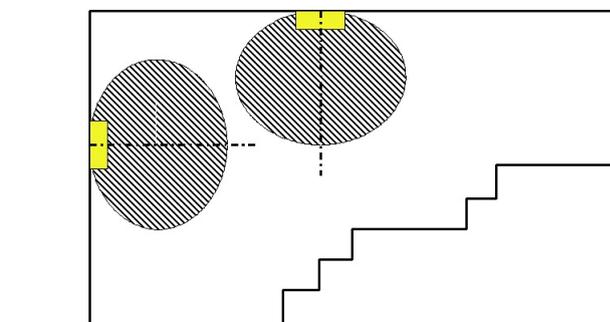
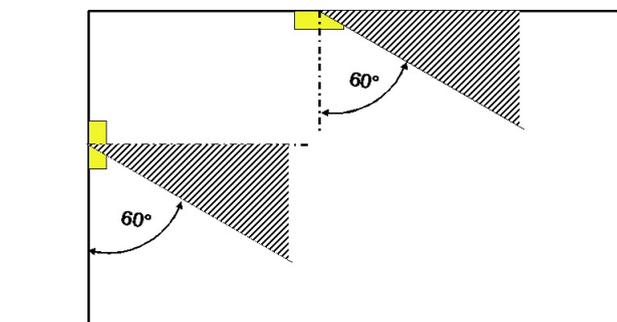


Tabla de distancias para caminos de escape planos

Altura de montaje [m]

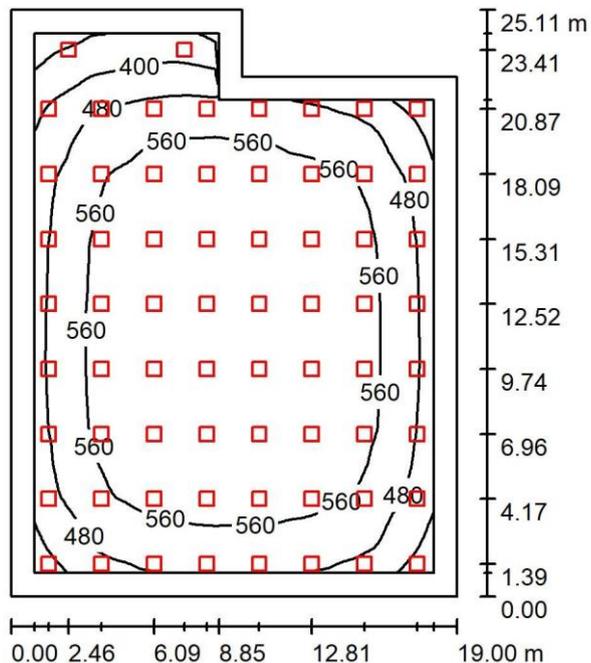
					
2.00	3.82	7.65	4.53	7.58	3.76
2.50	4.77	9.55	5.66	9.47	4.69
3.00	5.71	13.55	13.44	13.32	5.63
3.50	6.66	15.81	15.68	15.55	6.57
4.00	7.62	18.07	17.92	17.77	7.51

La tabla de distancias se base en los siguientes parámetros:

- Factor mantenimiento: 0.72
- Factor de alumbrado de emergencia: 1.00
- Intensidad lumínica mínima en la línea media: 1.00 lx
- Intensidad lumínica mínima en la media anchura de la vía de evacuación: 0.50 lx
- Uniformidad máxima en la línea media 40 : 1
- Anchura de la vía de evacuación: 2.00 m

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:323

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	546	270	640	0.496
Suelo	68	492	211	625	0.430
Techo	70	257	130	343	0.508
Paredes (6)	47	313	152	436	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 1.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	66	PHILIPS RC127V W60L60 1xLED36S/840 OC (1.000)	3600	3600	36.0
			Total: 237600	Total: 237600	2376.0

Valor de eficiencia energética:  $5.27 \text{ W/m}^2 = 0.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $451.01 \text{ m}^2$ )



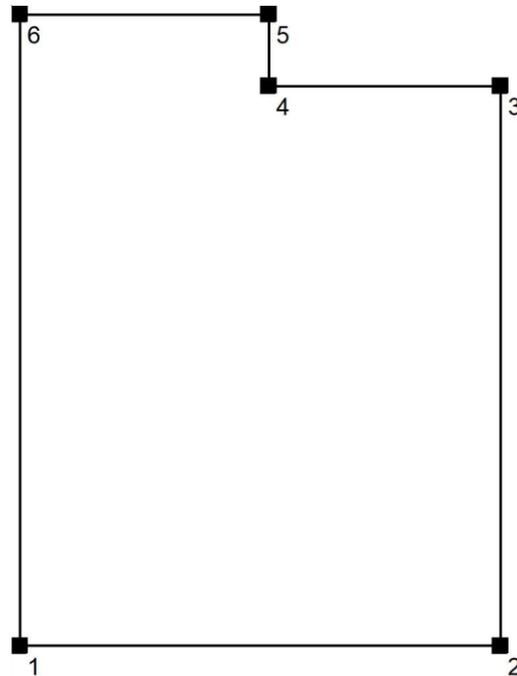
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 1.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 5.000 m  
Base: 451.01 m<sup>2</sup>



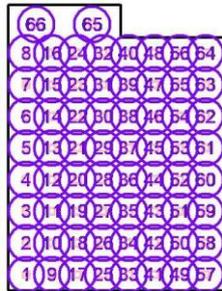
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	68	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	47	( 0.000   0.000 )	( 19.000   0.000 )	19.000
Pared 2	47	( 19.000   0.000 )	( 19.000   22.260 )	22.260
Pared 3	47	( 19.000   22.260 )	( 9.850   22.260 )	9.150
Pared 4	47	( 9.850   22.260 )	( 9.850   25.110 )	2.850
Pared 5	47	( 9.850   25.110 )	( 0.000   25.110 )	9.850
Pared 6	47	( 0.000   25.110 )	( 0.000   0.000 )	25.110

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local / Luminarias (lista de coordenadas)

### PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC

3600 lm, 36.0 W, 1 x 1 x LED36S/840/- (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.610	1.391	5.000	0.0	0.0	90.0
2	1.610	4.174	5.000	0.0	0.0	90.0
3	1.610	6.957	5.000	0.0	0.0	90.0
4	1.610	9.740	5.000	0.0	0.0	90.0
5	1.610	12.523	5.000	0.0	0.0	90.0
6	1.610	15.306	5.000	0.0	0.0	90.0
7	1.610	18.089	5.000	0.0	0.0	90.0
8	1.610	20.872	5.000	0.0	0.0	90.0
9	3.849	1.391	5.000	0.0	0.0	90.0
10	3.849	4.174	5.000	0.0	0.0	90.0
11	3.849	6.957	5.000	0.0	0.0	90.0
12	3.849	9.740	5.000	0.0	0.0	90.0
13	3.849	12.523	5.000	0.0	0.0	90.0
14	3.849	15.306	5.000	0.0	0.0	90.0
15	3.849	18.089	5.000	0.0	0.0	90.0
16	3.849	20.872	5.000	0.0	0.0	90.0
17	6.089	1.391	5.000	0.0	0.0	90.0
18	6.089	4.174	5.000	0.0	0.0	90.0
19	6.089	6.957	5.000	0.0	0.0	90.0
20	6.089	9.740	5.000	0.0	0.0	90.0
21	6.089	12.523	5.000	0.0	0.0	90.0
22	6.089	15.306	5.000	0.0	0.0	90.0
23	6.089	18.089	5.000	0.0	0.0	90.0
24	6.089	20.872	5.000	0.0	0.0	90.0
25	8.328	1.391	5.000	0.0	0.0	90.0
26	8.328	4.174	5.000	0.0	0.0	90.0
27	8.328	6.957	5.000	0.0	0.0	90.0
28	8.328	9.740	5.000	0.0	0.0	90.0

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Local / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	8.328	12.523	5.000	0.0	0.0	90.0
30	8.328	15.306	5.000	0.0	0.0	90.0
31	8.328	18.089	5.000	0.0	0.0	90.0
32	8.328	20.872	5.000	0.0	0.0	90.0
33	10.568	1.391	5.000	0.0	0.0	90.0
34	10.568	4.174	5.000	0.0	0.0	90.0
35	10.568	6.957	5.000	0.0	0.0	90.0
36	10.568	9.740	5.000	0.0	0.0	90.0
37	10.568	12.523	5.000	0.0	0.0	90.0
38	10.568	15.306	5.000	0.0	0.0	90.0
39	10.568	18.089	5.000	0.0	0.0	90.0
40	10.568	20.872	5.000	0.0	0.0	90.0
41	12.808	1.391	5.000	0.0	0.0	90.0
42	12.808	4.174	5.000	0.0	0.0	90.0
43	12.808	6.957	5.000	0.0	0.0	90.0
44	12.808	9.740	5.000	0.0	0.0	90.0
45	12.808	12.523	5.000	0.0	0.0	90.0
46	12.808	15.306	5.000	0.0	0.0	90.0
47	12.808	18.089	5.000	0.0	0.0	90.0
48	12.808	20.872	5.000	0.0	0.0	90.0
49	15.047	1.391	5.000	0.0	0.0	90.0
50	15.047	4.174	5.000	0.0	0.0	90.0
51	15.047	6.957	5.000	0.0	0.0	90.0
52	15.047	9.740	5.000	0.0	0.0	90.0
53	15.047	12.523	5.000	0.0	0.0	90.0
54	15.047	15.306	5.000	0.0	0.0	90.0
55	15.047	18.089	5.000	0.0	0.0	90.0
56	15.047	20.872	5.000	0.0	0.0	90.0
57	17.287	1.391	5.000	0.0	0.0	90.0
58	17.287	4.174	5.000	0.0	0.0	90.0
59	17.287	6.957	5.000	0.0	0.0	90.0
60	17.287	9.740	5.000	0.0	0.0	90.0
61	17.287	12.523	5.000	0.0	0.0	90.0
62	17.287	15.306	5.000	0.0	0.0	90.0
63	17.287	18.089	5.000	0.0	0.0	90.0
64	17.287	20.872	5.000	0.0	0.0	90.0
65	7.387	23.411	5.043	0.0	0.0	-90.0
66	2.462	23.411	5.043	0.0	0.0	-90.0

## Baño

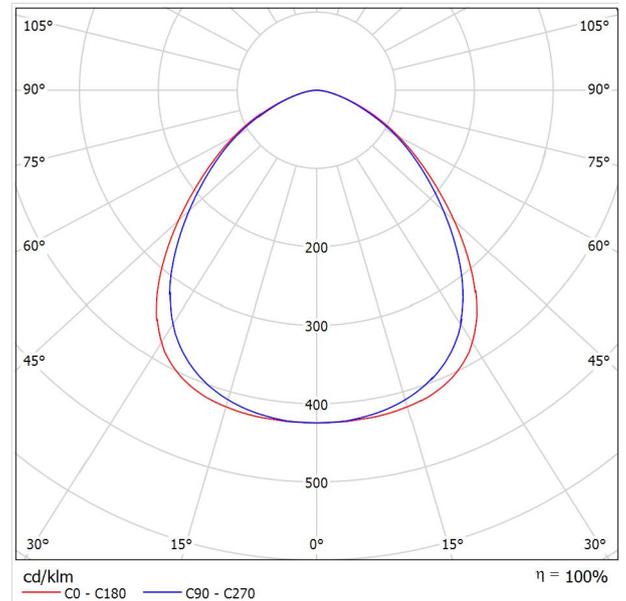
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 09.04.2020  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Hoja de datos de luminarias**

**Emisión de luz 1:**



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 58 87 98 100 100

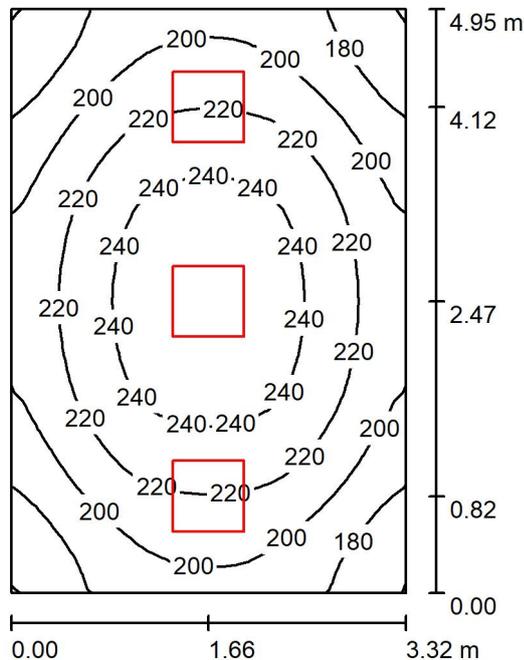
CoreLine Panel – the clear choice for LED Whether for a new building or renovation of an existing space, customers want lighting solutions that provide quality of light and substantial energy and maintenance savings. The new CoreLine Panel range of LED products can be used to replace functional luminaires in general lighting applications. Both Non-Office Compliant (NOC) version and Office Compliant version (OC) are now available. The process of selecting, installing and maintaining is so easy – it's a simple switch.

**Emisión de luz 1:**

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.5	17.7	16.8	17.9	18.1	16.2	17.4	16.5	17.6	17.8	
	3H	17.3	18.4	17.6	18.6	18.9	17.0	18.0	17.3	18.3	18.5	
	4H	17.6	18.5	17.9	18.8	19.1	17.2	18.2	17.5	18.5	18.8	
	6H	17.7	18.6	18.0	18.9	19.2	17.4	18.3	17.7	18.6	18.9	
	8H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.7	18.6	18.9	
12H	17.7	18.5	18.1	18.8	19.2	17.4	18.2	17.8	18.5	18.9		
4H	2H	16.9	17.9	17.2	18.1	18.4	16.6	17.6	16.9	17.9	18.2	
	3H	17.8	18.7	18.2	19.0	19.3	17.5	18.4	17.9	18.7	19.0	
	4H	18.2	18.9	18.6	19.2	19.6	17.9	18.6	18.3	19.0	19.3	
	6H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.1	18.7	18.5	19.1	19.5	
	8H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5	
12H	18.4	19.0	18.9	19.4	19.8	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5		
8H	4H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.6	18.4	19.0	19.4	
	6H	18.5	19.0	19.0	19.4	19.9	18.3	18.7	18.7	19.2	19.6	
	8H	18.6	19.0	19.1	19.5	19.9	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	
	12H	18.6	19.0	19.1	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8	
	12H	18.6	19.0	19.1	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8	
12H	4H	18.2	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.5	18.4	18.9	19.3	
	6H	18.5	18.9	19.0	19.4	19.8	18.3	18.7	18.8	19.1	19.6	
	8H	18.6	19.0	19.1	19.4	19.9	18.4	18.7	18.9	19.2	19.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias												
S = 1.0H	+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.4						
S = 1.5H	+0.4 / -0.9					+0.4 / -0.9						
S = 2.0H	+1.1 / -1.6					+1.0 / -1.7						
Tabla estándar	BK03					BK03						
Sumando de corrección	0.9					0.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local 1 / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.043 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:64

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	214	159	253	0.746
Suelo	20	172	136	197	0.791
Techo	70	71	49	97	0.688
Paredes (4)	50	145	55	482	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC (1.000)	3600	3600	36.0
			Total: 10800	Total: 10800	108.0

Valor de eficiencia energética:  $6.57 \text{ W/m}^2 = 3.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.43 \text{ m}^2$ )



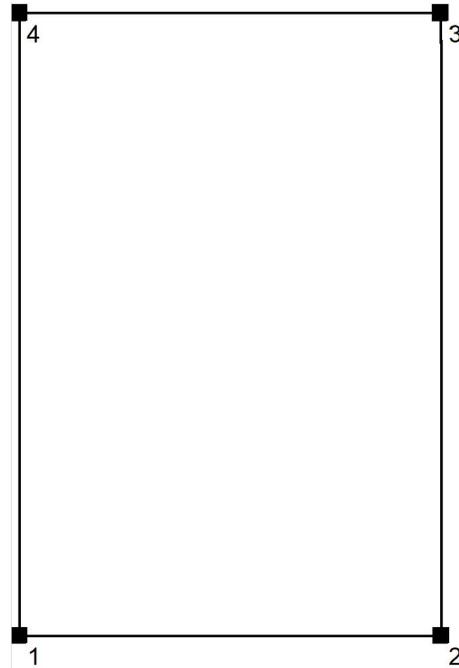
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Local 1 / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 5.000 m  
Base: 16.43 m<sup>2</sup>



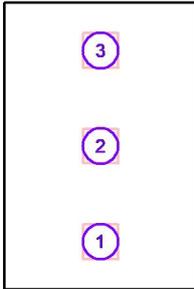
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 3.320   0.000 )	3.320
Pared 2	50	( 3.320   0.000 )	( 3.320   4.950 )	4.950
Pared 3	50	( 3.320   4.950 )	( 0.000   4.950 )	3.320
Pared 4	50	( 0.000   4.950 )	( 0.000   0.000 )	4.950

Proyecto elaborado por  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## Local 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

### PHILIPS RC127V W60L60 1 xLED36S/840 OC

3600 lm, 36.0 W, 1 x 1 x LED36S/840/- (Factor de corrección 1.000).

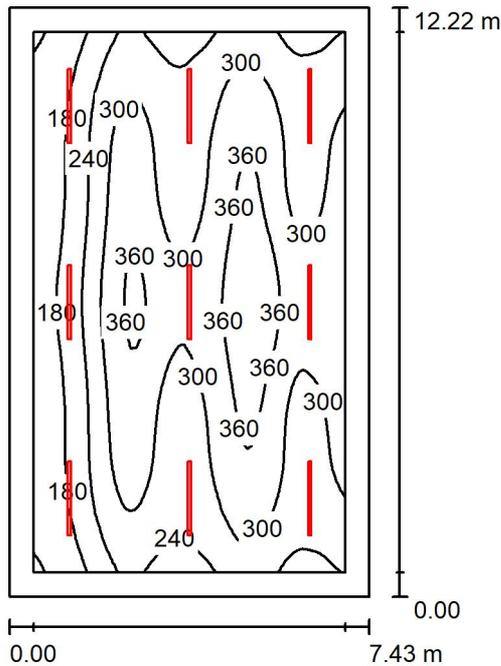


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.660	0.820	5.043	0.0	0.0	90.0
2	1.660	2.470	5.043	0.0	0.0	90.0
3	1.660	4.120	5.043	0.0	0.0	90.0



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Sala cargadores / Output en hoja simple**



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:157

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	281	115	402	0.408
Suelo	27	221	91	311	0.409
Techo	70	62	45	94	0.721
Paredes (4)	47	146	55	334	/

**Plano útil:**

Altura: 1.500 m  
Trama: 64 x 64 Puntos  
Zona marginal: 0.500 m

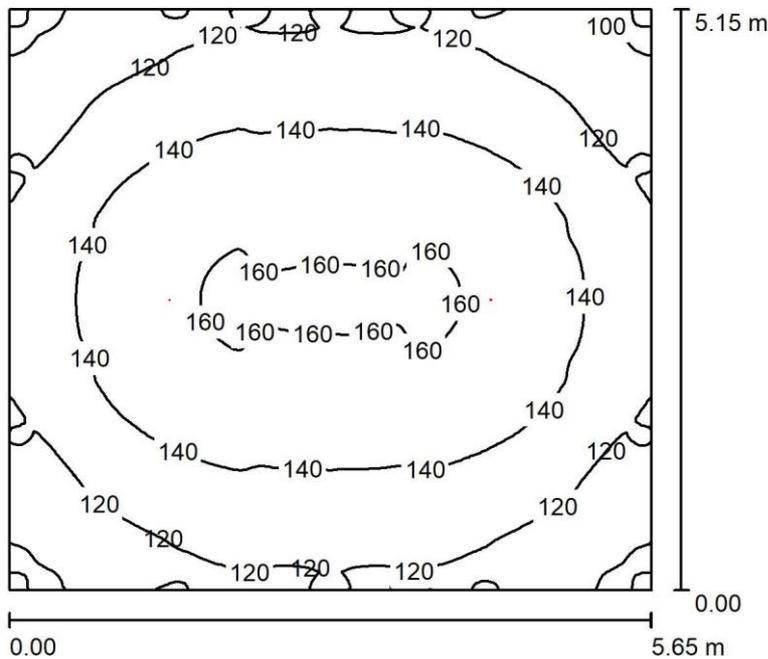
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS 4MX850 G3 581 1xLED55S/840 PSU A20 (1.000)	5300	5300	33.0
			Total: 47700	Total: 47700	297.0

Valor de eficiencia energética:  $3.27 \text{ W/m}^2 = 1.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $90.79 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Despacho / Output en hoja simple



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:67

Superficie	r [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	135	94	163	0.698
Suelo	20	105	78	119	0.751
Techo	27	58	40	128	0.686
Paredes (4)	78	87	39	173	/

### Plano útil:

Altura: 1.500 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS RC132V W60L60 PSU 1 xLED36S/840 NOC (1.000)	3600	3600	33.0
			Total: 7200	Total: 7200	66.0

Valor de eficiencia energética:  $2.27 \text{ W/m}^2 = 1.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $29.10 \text{ m}^2$ )

# ***Anexo C***

## **Cálculo aislante BREEAM**

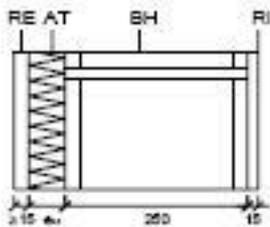
- Cerramiento con lana mineral
- Cerramiento de cubierta – techo ajardinado

## Sistemas Constructivos: Fachadas

Tipo de fachada: Fábrica con revestimiento continuo, no ventilada, aislamiento por el exterior

Tipo de aislante utilizado: Lana mineral (MW) - Genérico

Espesor del aislante (mm): 100



**HP** hoja principal

**LC** fábrica de ladrillo cerámico (perforado o macizo)

**BH** fábrica de bloque de hormigón

**BC** fábrica de bloque cerámico

**RM** revestimiento intermedio formado por un enfoscado de mortero

**C** cámara de aire no ventilada

**SP** separación de 10mm

**AT** aislante no hidrófilo

**HI** hoja interior

**LH** fábrica de ladrillo hueco

**YL** panel yeso laminado

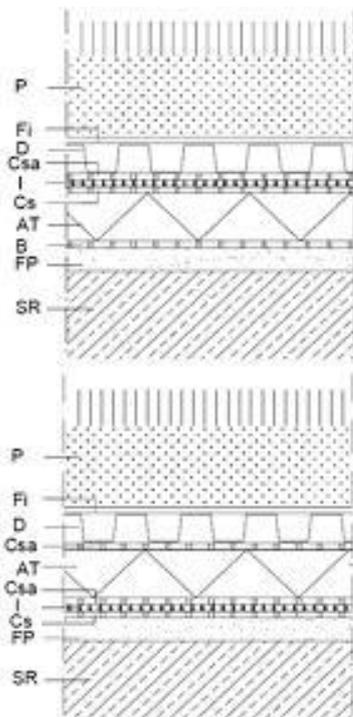
**RI** revestimiento interior formado por un enlucido, enfoscado o un alicatado

**RE** revestimiento exterior continuo

Transmitancia térmica ( $W/m^2 K$ ): 0.271 - 0.407

## Sistemas Constructivos: Cubiertas

- Tipo de cubierta: Plana no transitable. No ventilada. Ajardinada
- Tipo de soporte resistente: Forjado reticular - elementos de entrevigado cerámicos
- Tipo de aislante utilizado: Lana mineral (MW) - Genérico
- Espesor del aislante (mm): 100



- P** capa de protección de tierra
- MA** material de agarre o nivelación (mortero, lecho de arena...etc.)
- Fi** capa filtrante
- D** capa drenante
- Csa** capa separadora bajo protección
- I** capa de impermeabilización(1)
- Cs** capa separadora. Se dispondrá cuando deba evitarse la adherencia o el contacto entre capas
- AT** aislante
- B** barrera contra el vapor en cubierta convencional. Sólo si hay riesgo de condensación según lo dispuesto en el Documento Básico DB HE-1 Limitación de la demanda energética
- FP** formación de pendientes(2) de hormigón con áridos ligeros
- SR** soporte resistente

Transmitancia térmica ( $W/m^2 K$ ): 0.238 - 0.336

# *Anexo D*

## Equipos eléctricos

- CBTO-C Ormazábal
- Celdas Ormazabal
- Transformadores Ormazabal
- Fusibles Crady Dyfus NH clase gG
- Especificaciones interruptor seccionador NSX400NA Micrologic
- Especificaciones interruptor automático Compact NSXm E Schneider
- Especificaciones interruptor automático Compact NSX 250 Schneider
- Especificaciones interruptor automático Compact NSX400N Schneider
- Especificaciones interruptor automático Compact NS2000N Schneider
- Especificaciones interruptor automático Compact NS1600N Schneider
- Sensor de movimiento Philips Hue
- Sensor de presencia EBDHS-MB CP Electronics
- Gira DALI gateway Plus
- Captador solar plano CFK-1 WOLF
- Placa solar Cheetah HC Jinko Solar
- Especificaciones Sunny Tripower
- Luminaria Philips BY481P LED250S/840 PSD WB GC SI
- Luminaria Philips RC132V G4 LED36S/840 PSU W60L60 NOC
- Luminaria Philips RC132V LED36S/840 W60L60 ELB3 IA1 OC
- Proyector Enerlux PROLUXE S ENX
- Motorreductor electromecánico SOON, puertas carga/descarga



Fusibles de cuchillas de alto poder de ruptura para protección de líneas ante sobrecargas y cortocircuitos.



## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- ✓ Voltaje: 500-690 Vac. / 250 Vdc- 440 Vdc
- ✓ Rango de corriente: 6A – 1250A.
- ✓ Poder de corte: 120 kA (500 V) – 50 kA (690 V) / 100 kA (Vdc)
- ✓ Clase de servicio: gG.

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- ✓ Cuerpo de cerámica MgO de alta resistencia.
  - ✓ Como medio de extinción del arco se utiliza arena de cuarzo SiO<sub>2</sub> de alta pureza tratada químicamente.
  - ✓ Contactos de cobre electrolítico bañado en estaño.
  - ✓ Tapas de aluminio.
  - ✓ Con indicador de fusión de níquel y cobre.
- ✓ Conforme con norma ENEL GSCL004

**CE** UNE-EN 60269-1:2007/A2:2014  
UNE-HD 60269-2:2014



**GSCL004 ENEL**



## ESPECIFICACIONES GENERALES

Artículo	Código	Embalaje	Tensión (Vac)	Tensión (Vdc)	Poder corte (kA)	Poder de corte continua (kA)
AC-00 de 6 A	0102427	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 10 A	0102022	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 16 A*	0102026	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 20 A*	0102028	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 25 A*	0102030	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 32 A*	0102032	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 40 A*	0102034	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 50 A*	0102036	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 63 A*	0102038	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 80 A*	0102040	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 100 A*	0102042	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 125 A*	0102044	3	500/690	250	120/50	100
AC-00 de 160 A*	0102046	3	500/690	250	120/50	100

\* Certificados TÜV

## ESPECIFICACIONES GENERALES

Artículo	Código	Embalaje	Tensión (Vac)	Tensión (Vdc)	Poder corte (kA)	Poder corte continua (kA)
AC-0 de 32 A	0102060	3	500/690	-	120/50	-
AC-0 de 40 A	0102062	3	500/690	-	120/50	-
AC-0 de 50 A	0102064	3	500/690	-	120/50	-
AC-0 de 63 A	0102066	3	500/690	-	120/50	-
AC-0 de 80 A	0102068	3	500/690	-	120/50	-
AC-0 de 100 A	0102070	3	500/690	-	120/50	-
AC-0 de 125 A	0102072	3	500/690	-	120/50	-
AC-0 de 160 A	0102074	3	500/690	-	120/50	-
AC-1 de 50 A	0102087	3	500/690	440	120/50	100
AC-1 de 63 A	0102088	3	500/690	440	120/50	100
AC-1 de 80 A*	0102090	3	500/690	440	120/50	100
AC-1 de 100 A*	0102092	3	500/690	440	120/50	100
AC-1 de 125 A*	0102094	3	500/690	440	120/50	100
AC-1 de 160 A*	0102096	3	500/690	440	120/50	100
AC-1 de 200 A*	0102098	3	500/690	440	120/50	100
AC-1 de 250 A*	0102100	3	500/690	440	120/50	100

\* Certificados TÜV

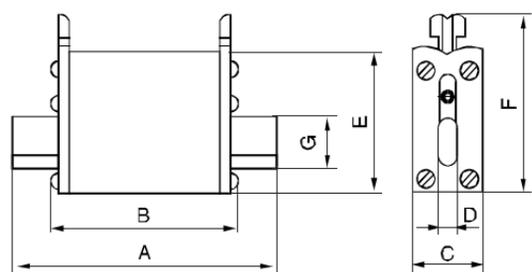
## ESPECIFICACIONES GENERALES

Artículo	Código	Embalaje	Tensión (Vac)	Tensión (Vdc)	Poder corte (kA)	Poder corte continua (kA)
AC-2 de 125 A	0102118	3	500/690	440	120/50	100
AC-2 de 160 A*	0102120	3	500/690	440	120/50	100
AC-2 de 200 A*	0102122	3	500/690	440	120/50	100
AC-2 de 224 A	0102123	3	500/690	440	120/50	100
AC-2 de 250 A*	0102124	3	500/690	440	120/50	100
AC-2 de 315 A*	0102126	3	500/690	440	120/50	100
AC-2 de 355 A	0102128	3	500/690	-	120/50	-
AC-2 de 400 A*	0102130	3	500/690	440	120/50	100
AC-3 de 250 A	0102146	3	500/690	-	120/50	-
AC-3 de 315 A*	0102148	3	500/690	440	120/50	100
AC-3 de 355 A	0102149	3	500/690	440	120/50	100
AC-3 de 400 A*	0102150	3	500/690	440	120/50	100
AC-3 de 500 A*	0102152	3	500/690	440	120/50	100
AC-3 de 630 A*	0102154	3	500/690	-	120/50	-
AC-4 de 500 A	0102168	3	500/690	-	120/50	-
AC-4 de 630 A	0102170	1	500/690	-	120/50	-
AC-4 de 800 A	0102172	1	500/690	-	120/50	-
AC-4 de 1000 A	0102174	1	500/690	-	120/50	-
AC-4 de 1250 A**	0102176	1	500/690	-	120/50	-

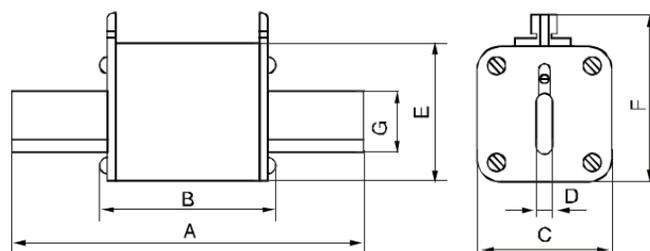
\* Certificados TÜV

\*\* Sobrecalibrados

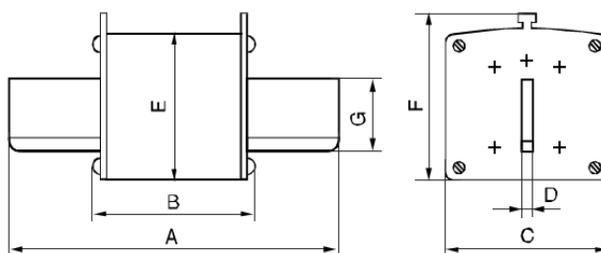
## DIMENSIONES (mm)



NH00C~NH00



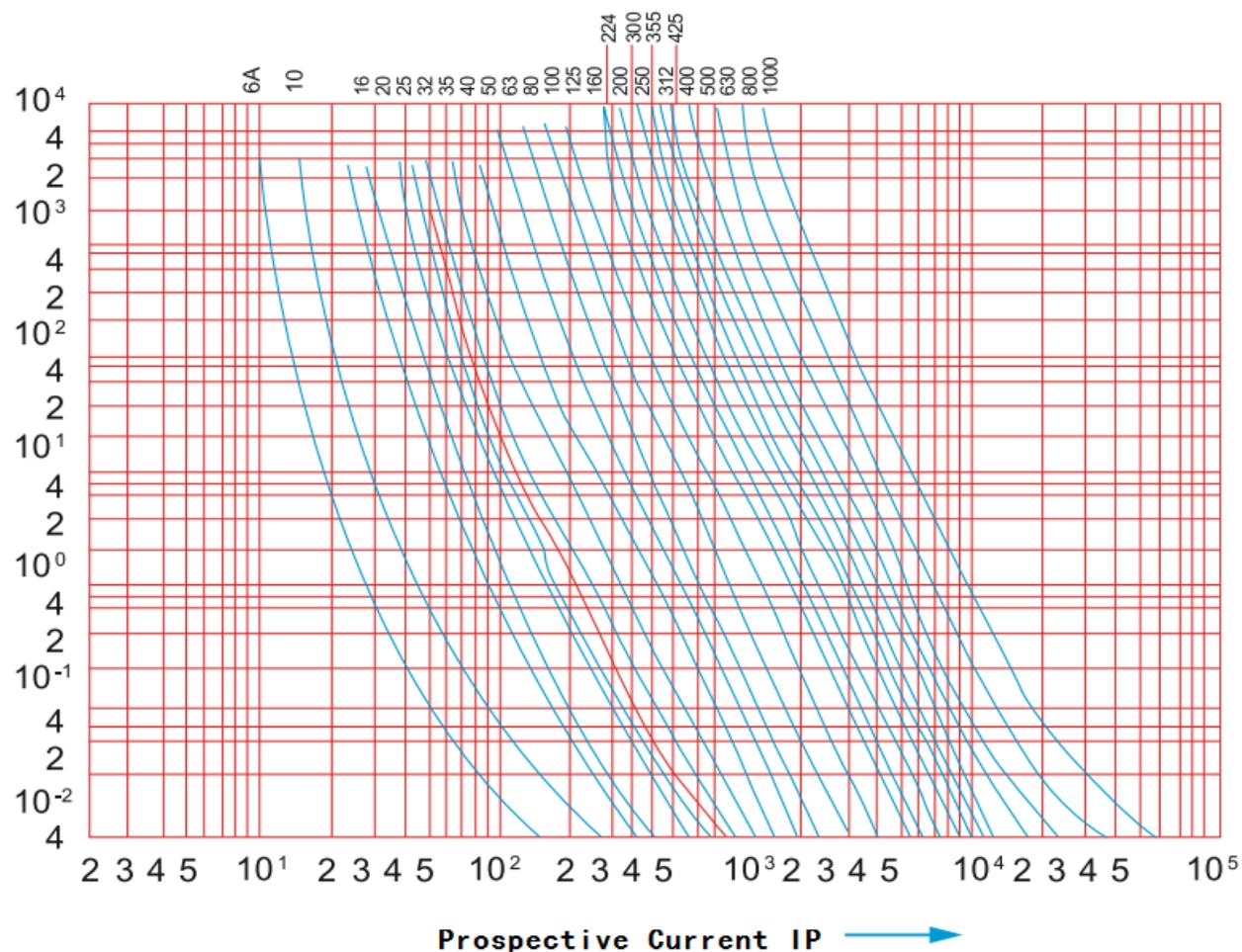
NH0~NH3



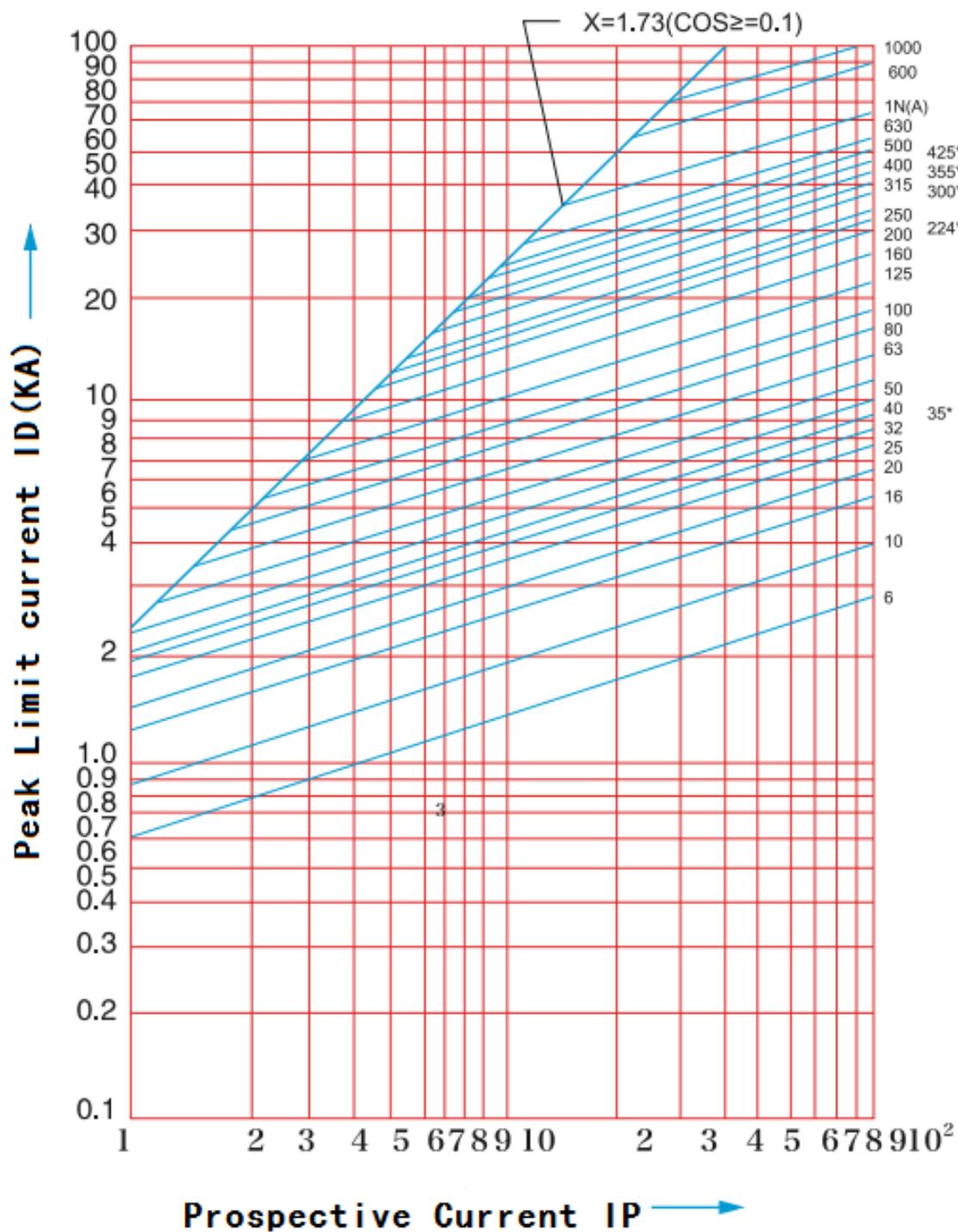
NH4

TIPO	A	B	C	D	E	F	G
NH-00	78.5	54.5	30	6	48	61	15
NH-0	125	68	30	6	48	61	15
NH-1	135	75	46	6	46	61	20
NH-2	150	75	58	6	58	73	25
NH-3	150	75	69	6	69	83	32
NH-4	200	97	100	6	100	112	50

## CURVA TIEMPO-CORRIENTE



## CURVA CARACTERÍSTICAS DE CORTE



## CURVA I<sup>2</sup>t

Tipo	Tensión nominal	Corriente nominal	I <sup>2</sup> t (kA <sup>2</sup> S) Prearco	I <sup>2</sup> t (kA <sup>2</sup> S) Fusión
NH00	500V	6A	0.0136	<b>0,022</b>
		10A	0.0598	<b>0.299</b>
		16A	0.241	<b>1.23</b>
		20A	0.505	<b>2.57</b>
		25A	0.948	<b>4.74</b>
		32A	1.85	<b>9.27</b>
		40A	3.4	<b>17</b>
		50A	5.97	<b>22.2</b>
		63A	5.97	<b>25.8</b>
		80A	11.3	<b>36.1</b>
		100A	19.5	<b>61.9</b>
		125A	25.8	<b>129</b>
		160A	66	<b>320</b>
		NH0	500V	32A
40A	3.4			<b>17</b>
50A	5.4			<b>29</b>
63A	6.8			<b>27</b>
80A	10.1			<b>40</b>
100A	21			<b>85</b>
125A	26			<b>130</b>
160A	64			<b>320</b>
NH1	500V	50A	6.54	<b>18.6</b>
		63A	7.01	<b>23.7</b>
		80A	10.8	<b>32.2</b>
		100A	22.7	<b>70.3</b>
		125A	29.9	<b>84.5</b>
		160A	63.9	<b>320</b>
		200A	100	<b>380</b>
		<b>250A</b>	<b>156</b>	<b>593</b>

## CURVA I<sup>2</sup>t

Tipo	Tensión nominal	Corriente nominal	I <sup>2</sup> t (kA <sup>2</sup> S) Prearco	I <sup>2</sup> t (kA <sup>2</sup> S) Fusión
NH2	500V	125A	25.773	103
		160A	63.917	256
		200A	998.969	379
		224A	127.835	486
		250A	175.2	451
		315A	351	1491
		355A	460	1841
		400A	663	2651
NH3	500V	315A	386.6	1000
		355A	412.4	1144
		400A	663	2651
		500A	913.4	4019
		630A	1639	7212
NH4	500V	500A	842.1	4052
		630A	815	4310
		800A	1570	6821
		1000A	5050	13600
		1250 <sup>a</sup>	7300	18900



### Main

Range of product	NS1600b...3200
Product or component type	Basic frame
Device short name	Compact NS2000N
Device application	Distribution
Circuit breaker name	Compact NS2000N
Poles description	3P
Network type	AC
Breaking capacity code	N
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-2
Utilisation category	Category B

### Complementary

Network frequency	50/60 Hz
Control type	Toggle
Mounting mode	Fixed
Mounting support	Backplate
Upside connection	Front
Downside connection	Front
(In) rated current up to 65 °C	2000 A at 50 °C
[Ui] rated insulation voltage	800 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Uimp] rated impulse withstand voltage	8 kV conforming to IEC 60947-2
[Ue] rated operational voltage	690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Circuit breaker CT rating	2000 A
Breaking capacity	85 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 65 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 70 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 65 kA Icu at 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 65 kA Icu at 500/525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Ics] rated service breaking capacity	65 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 (manual operation) 65 kA at 500/525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 (manual operation) 65 kA at 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 (manual operation) 52 kA at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 (manual operation) 65 kA at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 (manual operation)

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Protection type	Without protection
Mechanical durability	5000 cycles conforming to IEC 60947-2
Electrical durability	1000 cycles 690 V AC 50/60 Hz In conforming to IEC 60947-2 2000 cycles 440 V AC 50/60 Hz In conforming to IEC 60947-2 2000 cycles 690 V AC 50/60 Hz In/2 conforming to IEC 60947-2 3000 cycles 440 V AC 50/60 Hz In/2 conforming to IEC 60947-2
Connection pitch	115 mm
[Icw] rated short-time withstand current	32 kA 3 s conforming to IEC 60947-2
Integral instant protection	130 kA
Height	350 mm
Width	420 mm
Depth	160 mm

## Environment

Standards	IEC 60947-2
Product certifications	LCIE ASTA ASEFA
Power losses	84 W
IP degree of protection	IP40 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK07 conforming to EN 50102
Pollution degree	3 conforming to IEC 60947
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-50...85 °C

## Packing Units

Package 1 Weight	29.994 kg
Package 1 Height	4.300 dm
Package 1 width	6.000 dm
Package 1 Length	8.000 dm

## Offer Sustainability

EU RoHS Directive	Compliant <a href="#">EU RoHS Declaration</a>
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	<a href="#">Yes</a>
China RoHS Regulation	<a href="#">China RoHS declaration</a> Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins
PVC free	Yes

## Contractual warranty

Warranty	18 months
----------	-----------



## Main

Range of product	NSX100...250
Product or component type	Trip unit
Range compatibility	Compact NSX250
Device application	Distribution
Poles description	3P
Protected poles description	3t
Network type	AC
Network frequency	50/60 Hz
Trip unit name	TM-D
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Trip unit protection functions	LI
Protection type	L : for overload protection (thermal) I : for short-circuit protection (magnetic)
Trip unit rating	250 A at 40 °C

## Complementary

Mounting mode	Fixed
[Ue] rated operational voltage	690 V AC 50/60 Hz
Long time pick-up adjustment type Ir	Adjustable
[Ir] long time pick-up adjustment range	0.7...1 x In
Long time delay adjustment type	Fixed
[Tr] long-time delay adjustment range	120...400 s at 1.5 x In 15 s at 6 x Ir
Short-time pick-up adjustment type I <sub>sd</sub>	Adjustable
[I <sub>sd</sub> ] short-time pick-up adjustment range	5...10 x In

Short-time delay adjustment type	Fixed
----------------------------------	-------

## Environment

Standards	UL 508 EN/IEC 60947-2
Product certifications	EAC CCC Marine
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-50...85 °C

## Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Weight	450 g
Package 1 Height	6.7 cm
Package 1 width	9.8 cm
Package 1 Length	11 cm
Unit Type of Package 2	S03
Number of Units in Package 2	28
Package 2 Weight	13.068 kg
Package 2 Height	30 cm
Package 2 width	30 cm
Package 2 Length	40 cm
Unit Type of Package 3	P12
Number of Units in Package 3	224
Package 3 Weight	117.144 kg
Package 3 Height	50 cm
Package 3 width	80 cm
Package 3 Length	120 cm

## Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
EU RoHS Directive	Compliant <a href="#">EU RoHS Declaration</a>
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	<a href="#">Yes</a>
China RoHS Regulation	<a href="#">China RoHS declaration</a> Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
Environmental Disclosure	<a href="#">Product Environmental Profile</a>
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins

## Contractual warranty

Warranty	18 months
----------	-----------



## Main

Range	Compact
Product name	Compact NSX
Range of product	NSX400...630
Device short name	Compact NSX400N
Product or component type	Circuit breaker
Device application	Distribution
Poles description	3P
Protected poles description	3t
[In] rated current	400 A at 40 °C
[Ue] rated operational voltage	690 V AC 50/60 Hz
Network type	AC
Network frequency	50/60 Hz
Suitability for isolation	Yes conforming to EN 60947-2 Yes conforming to IEC 60947-2
Utilisation category	Category A
[Icu] rated ultimate short-circuit breaking capacity	85 kA at 240 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508 22 kA Icu at 525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 85 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 10 kA Icu at 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 30 kA Icu at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 20 kA at 600 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508 50 kA at 480 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508 50 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 42 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Performance level	N 50 kA 415 V AC
Trip unit name	Micrologic 2.3
Trip unit technology	Electronic
Trip unit protection functions	LSol
Control type	Toggle

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Circuit breaker mounting mode	Fixed
-------------------------------	-------

## Complementary

[Ui] rated insulation voltage	800 V AC 50/60 Hz
[Uimp] rated impulse withstand voltage	8 kV
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	11 kA at 525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 85 kA at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 10 kA at 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 50 kA at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 30 kA at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 42 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Mechanical durability	15000 cycles
Mounting support	Backplate
Upside connection	Front
Downside connection	Front
Protection type	L : for overload protection (long time) So : for short time short-circuit protection with fixed delay I : for instantaneous short-circuit protection
Trip unit rating	400 A at 40 °C
Long-time pick-up adjustment type Ir (thermal protection)	Adjustable 9 settings
[Ir] long-time protection pick-up adjustment range	0.9...1 x Io
Long-time protection delay adjustment type tr	Fixed
[Tr] long-time protection delay adjustment range	16 s at 6 x Ir
Thermal memory	20 minutes before and after tripping
Short-time protection pick-up adjustment type Isd	Adjustable 9 settings
[Isd] Short-time protection pick-up adjustment range	1.5...10 x Ir
Short-time protection delay adjustment type tsd	Fixed
Instantaneous protection pick-up adjustment type Ii	Fixed
[Ii] instantaneous protection pick-up adjustment range	4800 A
Auxiliary contact composition	Without
Width (W)	140 mm
Height (H)	255 mm
Depth (D)	110 mm
Net weight	6.05 kg

## Environment

Standards	EN/IEC 60947 UL 508
Product certifications	EAC CCC Marine
Overvoltage category	Class II
Electrical shock protection class	Class II
Pollution degree	3 conforming to IEC 60664-1
IP degree of protection	IP40 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK07 conforming to IEC 62262
Ambient air temperature for operation	-35...70 °C
Ambient air temperature for storage	-55...85 °C

## Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Weight	5.57 kg
Package 1 Height	15 cm
Package 1 width	16 cm
Package 1 Length	29 cm

## Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
EU RoHS Directive	Compliant <a href="#">EU RoHS Declaration</a>
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	<a href="#">Yes</a>
China RoHS Regulation	<a href="#">China RoHS declaration</a> Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
Environmental Disclosure	<a href="#">Product Environmental Profile</a>
Circularity Profile	<a href="#">End of Life Information</a>
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins

## Contractual warranty

Warranty	18 months
----------	-----------



## Main

Range	Compact
Product name	Compact NSXm
Range of product	Compact
Device short name	NSXm 16E
Product or component type	Circuit breaker
Device application	Protection Distribution
Network type	AC
Network frequency	50/60 Hz
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-2
Utilisation category	Category A
Performance level	E 16 kA 415 V AC
Trip unit name	TM-D
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Trip unit protection functions	LI
Control type	Toggle

## Complementary

[Ics] rated service breaking capacity	25 kA at 220...240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 16 kA at 380...415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 10 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 8 kA at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Connection terminals	1 Everlink lug wire size 2.5...95 mm <sup>2</sup> , rigid or stranded aluminium/copper 1 Everlink lug wire size 2.5...70 mm <sup>2</sup> , flexible copper
Connection pitch	35 mm with spreaders 27 mm without spreaders
9 mm pitches	9 module

Trip unit rating	16 A at 40 °C
Long-time pick-up adjustment type Ir (thermal protection)	Adjustable
[Ir] long-time protection pick-up adjustment range	0.7...1 x In
Long-time protection delay adjustment type tr	Fixed
[Im] magnetic protection pick-up range	600 A
Short-time protection pick-up adjustment type Isd	Fixed
Short-time protection delay adjustment type tsd	Fixed
Number of slots for electrical auxiliaries	1 slot(s) for auxiliary switch OF 1 slot(s) for alarm switch SD 1 slot(s) for voltage release MN or MX
Local signalling	Flag (green)presence of auxiliary contacts:

## Environment

Width (W)	81 mm
Height (H)	137 mm
Depth (D)	80 mm
Net weight	1.06 kg
Quantity per set	Set of 1
Colour	Grey (RAL 7016)
Standards	EN/IEC 60947
Pollution degree	3 conforming to IEC 60947-1
IK degree of protection	IK07 conforming to IEC 62262
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-40...85 °C
Operating altitude	2000 m without derating 5000 m with derating

## Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Weight	1.3 kg
Package 1 Height	9 cm
Package 1 width	12.5 cm
Package 1 Length	22 cm
Unit Type of Package 2	S03
Number of Units in Package 2	9
Package 2 Weight	12.29 kg
Package 2 Height	30 cm
Package 2 width	30 cm
Package 2 Length	40 cm
Unit Type of Package 3	P12
Number of Units in Package 3	216
Package 3 Weight	304.89 kg
Package 3 Height	110 cm
Package 3 width	80 cm
Package 3 Length	120 cm

## Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
--------------------------	-----------------------

EU RoHS Directive	Compliant <a href="#">EU RoHS Declaration</a>
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	<a href="#">Yes</a>
China RoHS Regulation	<a href="#">China RoHS declaration</a> Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
Environmental Disclosure	<a href="#">Product Environmental Profile</a>
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins

# Hoja de características del producto

## Características

# LV432756

## interruptor seccionador - NSX400NA Micrologic 0.3 NA 3P



### Principal

Gama	Compact
Nombre del producto	Compact NSX
Tipo de producto o componente	Interruptor seccionador
Nombre corto del dispositivo	Compact NSX400NA
Número de polos	3P
Tipo de red	CA
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-3
[Ie] Corriente nominal de empleo	AC-22A, estado 1 400 A CA 50/60 Hz 220...690 V AC-23A, estado 1 400 A CA 50/60 Hz 220...690 V
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	800 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-3
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV acorde a IEC 60947-3
[Ith] Corriente térmica convencional	400 A en 60 °C
[Icm] capacidad nominal de cortocircuito	330 kA con interruptor automático aguas arriba 7,1 kA solo interruptor-seccionador
Código de poder de corte	NA
Poder de seccionamiento	Sí acorde a EN 60947-3 Sí acorde a IEC 60947-3
Indicador de posición del contacto	Sí
Corte visible	No
Grado de contaminación	3 acorde a IEC 60664-1

### Complementario

Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte frontal
[Icw] Corriente temporal admisible	1,93 kA durabilidad eléctrica 20 s acorde a IEC 60947-3 5 kA durabilidad eléctrica 1 s acorde a IEC 60947-3

5 kA durabilidad eléctrica 3 s acorde a IEC 60947-3

Durabilidad mecánica	15000 ciclos acorde a IEC 60947-3
Durabilidad eléctrica	AC-22A, estado 1 10000 ciclos 440 V CA 50/60 Hz In/2 acorde a IEC 60947-3 AC-22A, estado 1 2500 ciclos 690 V CA 50/60 Hz In acorde a IEC 60947-3 AC-22A, estado 1 5000 ciclos 440 V CA 50/60 Hz In acorde a IEC 60947-3 AC-22A, estado 1 5000 ciclos 690 V CA 50/60 Hz In/2 acorde a IEC 60947-3 AC-23A, estado 1 10000 ciclos 440 V CA 50/60 Hz In/2 acorde a IEC 60947-3 AC-23A, estado 1 2500 ciclos 690 V CA 50/60 Hz In acorde a IEC 60947-3 AC-23A, estado 1 5000 ciclos 440 V CA 50/60 Hz In acorde a IEC 60947-3 AC-23A, estado 1 5000 ciclos 690 V CA 50/60 Hz In/2 acorde a IEC 60947-3
Paso de conexión	45 mm
Altura	255 mm
Anchura	140 mm
Profundidad	110 mm
Peso del producto	5,2 kg

## Entorno

Normas	EN/IEC 60947 UL 508
Certificaciones de producto	EAC CCC
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 acorde a IEC 62262
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-55...85 °C

## Unidades de embalaje

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Peso del paquete 1	5,336 kg
Paquete 1 Altura	15,000 cm
Paquete 1 ancho	16,000 cm
Paquete 1 Longitud	29,000 cm
Tipo de unidad del paquete 2	S04
Número de unidades en el paquete 2	3
Peso del paquete 2	16,939 kg
Paquete 2 Altura	30 cm
Ancho del paquete 2	40 cm
Longitud del paquete 2	60 cm

## Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Directiva RoHS UE	Conforme <a href="#">Declaración RoHS UE</a>
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	<a href="#">Sí</a>
Normativa de RoHS China	<a href="#">Declaración RoHS China</a> Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
Perfil de circularidad	<a href="#">Información de fin de vida útil</a>
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

### Información Logística

---

País de Origen	ES
----------------	----

---

### Garantía contractual

---

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

---



Main

Range	Compact
Product name	Compact NS
Range of product	NS630b...1600
Device short name	Compact NS1600N
Product or component type	Circuit breaker
Device application	Distribution
Poles description	3P
Protected poles description	3t
(In) rated current up to 65 °C	1600 A at 50 °C
[Ue] rated operational voltage	690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Network type	AC
Network frequency	50/60 Hz
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-2
Utilisation category	Category B
[Icu] rated ultimate short-circuit breaking capacity	30 kA Icu at 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 50 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 50 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 85 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 40 kA Icu at 500/525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Trip unit name	Micrologic 2.0
Trip unit technology	Electronic
Trip unit protection functions	LI
Control type	Toggle Rotary handle
Circuit breaker mounting mode	Fixed

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

## Complementary

[Ui] rated insulation voltage	800 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Uimp] rated impulse withstand voltage	8 kV conforming to IEC 60947-2
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	30 kA at 500/525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 37 kA at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 37 kA at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 22 kA at 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 37 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Mechanical durability	10000 cycles
Power losses	74 W
Mounting support	Backplate
Upside connection	Front
Downside connection	Front
Trip unit rating	1600 A at 50 °C
Long-time pick-up adjustment type Ir (thermal protection)	Adjustable
[Ir] long-time protection pick-up adjustment range	0.4...1 x In
Long-time protection delay adjustment type tr	Adjustable 9 settings
Thermal memory	20 mn
Instantaneous protection pick-up adjustment type li	Adjustable
[Ii] instantaneous protection pick-up adjustment range	1.5...10 x Ir
Auxiliary contact composition	1 NO/NC
Width (W)	210 mm
Height (H)	327 mm
Depth (D)	147 mm

## Environment

Standards	IEC 60947-2
Product certifications	ASTA ASEFA
Pollution degree	3 conforming to IEC 60947
IP degree of protection	IP40 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK07 conforming to EN 50102
Ambient air temperature for operation	-25...70 °C
Ambient air temperature for storage	-50...85 °C

## Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Weight	12 kg
Package 1 Height	17.1 cm
Package 1 width	20.7 cm
Package 1 Length	33 cm

## Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
REACH free of SVHC	Yes
EU RoHS Directive	Compliant <a href="#">EU RoHS Declaration</a>
Mercury free	Yes

RoHS exemption information	<a href="#">Yes</a>
China RoHS Regulation	<a href="#">China RoHS declaration</a> Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
Environmental Disclosure	<a href="#">Product Environmental Profile</a>
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins

### Contractual warranty

Warranty	18 months
----------	-----------

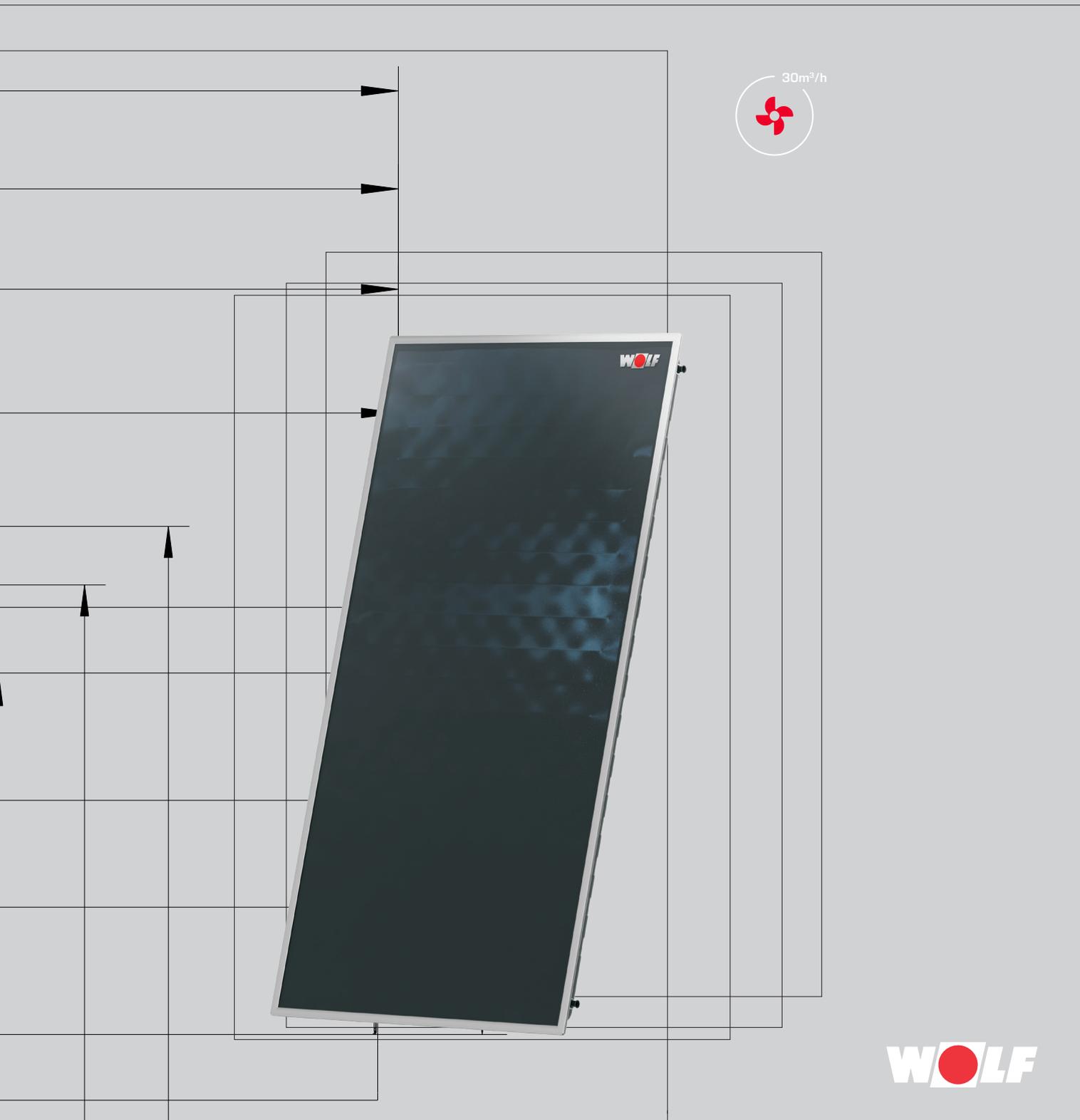
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

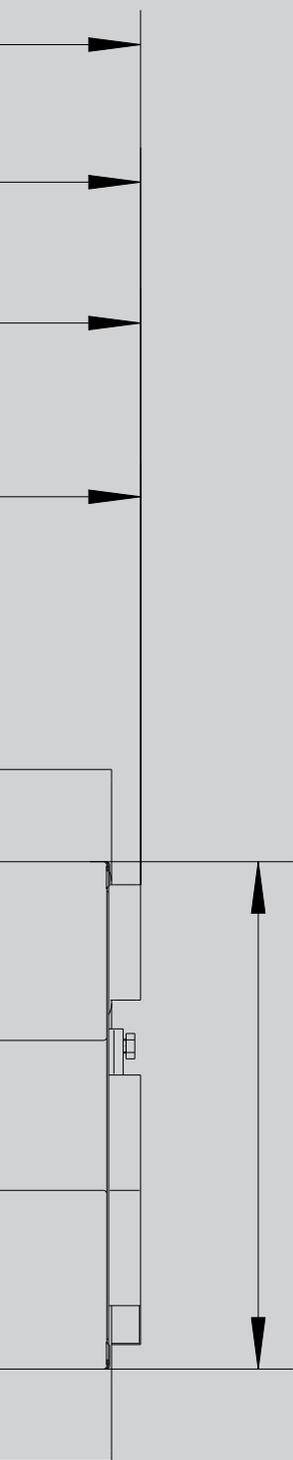
# WOLF

## ENERGÍA SOLAR TÉRMICA WOLF

### CAPTADOR PLANO DE ALTO RENDIMIENTO

CFK-1 / TOPSON F3-1/F3-1Q





## LA AMPLIA GAMA DE EQUIPOS

del proveedor de sistemas WOLF ofrece una solución idónea para cada situación, ya sea nueva construcción o rehabilitación de edificios residenciales, comerciales o industriales.

La gama de regulaciones WOLF de altas prestaciones satisface todas las necesidades en lo que a confort para usuario se refiere.

Siendo de manejo muy sencillo, destaca además por su gran ahorro de energía y fiabilidad de funcionamiento.

Fácil y rápida integración de los equipos en instalaciones solares térmicas, ya sean nuevas o existentes.

Los productos Wolf permiten una instalación y un mantenimiento en menor tiempo gracias a la disposición y accesibilidad de los componentes.

<b>ENERGÍA SOLAR TÉRMICA WOLF</b>		
CAPTADORES PLANOS DE ALTO RENDIMIENTO		04-05
	<b>TopSon F3-1 / F3-1Q</b>	06
	<b>CFK-1</b>	06
<b>REGULACIÓN</b>		07
<b>ACUMULADOR SOLAR DE ACS</b>	<b>SEM-1 / SEM2</b>	08
<b>ESQUEMA HIDRÁULICO (SEGÚN CTE)</b>		09
<b>INSTRUCCIONES DE PLANIFICACIÓN</b>		10
<b>ACCESORIOS ENERGÍA SOLAR TÉRMICA WOLF</b>		11

Certificados  
Solar-Keymark

Cumplen las exigencias para la etiqueta ecológica  
"Ángel Azul"

Carcasa del captador de aluminio  
altamente resistente a la intemperie

**Aislamiento térmico**  
de lana mineral, 60 mm de espesor  
para minimizar las pérdidas térmicas,  
Top Son F3-1/F3-1Q con aislamiento  
térmico lateral adicional

**Absorbedor con revestimiento altamente selectivo**  
para obtener unos aportes muy elevados;  
Top Son F3-1/F3-1Q en forma de meandro  
CFK-1 en forma de parrilla  
Funcionamiento idóneo gracias a circulación uniforme

**Compensadores de dilatación**  
entre los captadores

**Cristal de seguridad**  
de 3,2mm [TopSon F3-1/F3-1Q] o 3,0mm [CFK-1], resis-  
tente al granizo conforme a DIN EN ISO 9806, templado  
térmicamente, TopSon F3-1/F3-1Q con alta absorción solar

**Junta de una pieza de EPDM**  
dentada con varios puntos de apoyo e insertada  
a presión

### Captadores planos de alto rendimiento

verificados conforme a UNE-EN ISO 9806 y con aprovechamiento máximo de la energía



12

## VENTAJAS DE LOS CAPTADORES PLANOS WOLF DE ALTO RENDIMIENTO

TopSon F3-1 / F3-1Q

CFK-1

5 años de garantía

En TopSon F3-1/F3-1Q

perfil de soporte del cristal también en gris grafito (para necesidades estéticas especiales)

### En el TopSon F3-1/F3-1Q

se pueden conectar hasta 5 captadores a misma mano, pudiéndose elegir el lado derecho o izquierdo para la conexión



**CAPTADORES PLANOS DE ALTO RENDIMIENTO TOPSON F3-1 / F3-1Q**

**CAPTADORES PLANOS DE ALTO RENDIMIENTO CFK-1**

PARA INSTALACIONES SOLARES DE PRODUCCIÓN DE ACS

PARA INSTALACIONES SOLARES DE APOYO A CALEFACCIÓN

Captadores planos TopSon F3-1 y CFK-1 para montaje vertical, TopSon F3-1Q para montaje horizontal-

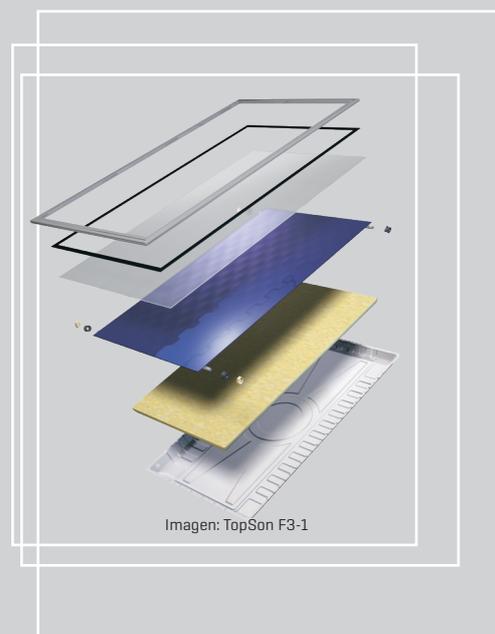
Con diferentes juegos de montaje [accesorios] para múltiples situaciones:

- Juego para integración en tejado o sobre tejado de teja de encaje, pizarra y teja cóncava y convexa
- Juego con estructura de soportación en aluminio para cubierta plana (inclinación 33°, 40° o 45°)



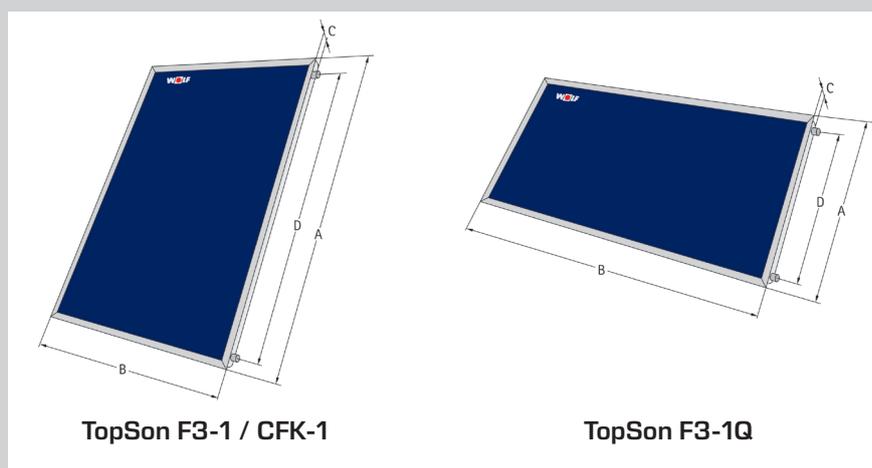
La unión entre la estructura de soportación y el tejado/cubierta debe ser realizada en obra por un técnico especializado. Para el dimensionado de los elementos de unión se deben tener en cuenta las normas y reglamentación vigentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	TopSon	F3-1	F3-1Q	CFK-1
Longitud	A mm	2099	1099	2099
Anchura	B mm	1099	2099	1099
Profundidad	C mm	110	110	110
Avance/retorno	D mm	1900	900	1900
Conexiones (de junta plana con sobretuerca)	G	3/4"	3/4"	3/4"
Ángulo de instalación		15° a 75°	15° a 75°	15° a 75°
Área bruta	m <sup>2</sup>	2,3	2,3	2,3
Rendimiento óptico $\eta_{0\text{ hem}}^{1)}$	%	70,4	70,7	70,8
Coefficiente de pérdida de calor $a_1^{1)}$	W/(m <sup>2</sup> K)	3,037	3,152	3,380
Coefficiente de pérdida de calor $a_2^{1)}$	W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,014	0,010	0,016
Factor de corrección ángulo incidente $K_{\text{SO}^\circ}^{1)}$	%	95,0	94,0	95,0
Capacidad térmica C <sup>1)</sup>	k]/(m <sup>2</sup> K)	5,85	5,88	7,78
Superficie de apertura	m <sup>2</sup>	2,0	2,0	2,0
Rendimiento óptico $\eta_{0\text{ hem}}^{2)}$	%	81,0	81,4	81,3
Coefficiente de pérdida de calor $k_1^{2)}$	W/(m <sup>2</sup> K)	3,492	3,630	3,888
Coefficiente de pérdida de calor $k_2^{2)}$	W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,016	0,012	0,019
Factor de corrección ángulo incidente $K_{\text{SO}^\circ}^{2)}$	%	95,0	94,0	95,0
Capacidad térmica C <sup>2)</sup>	k]/(m <sup>2</sup> K)	5,85	5,88	7,78
Temperatura de parada máxima	°C	194	189	196
Sobrepresión de servicio máx.	bar	10	10	10
Capacidad	litros	1,7	1,9	1,1
Peso (vacío)	kg	40	41	36
Caudal recomendado por captador	l/h	30 - 90	30 - 90	90
Líquido caloportador		ANRO [sin diluir]	ANRO [sin diluir]	ANRO [sin diluir]
Nº de registro Solar-Keymark		011-7S260F	011-7S2439F	011-7S591F



<sup>1)</sup> Valores según UNE ISO 9806 referidos al área bruta

<sup>2)</sup> Valores según UNE ISO 9806 referidos a la superficie de absorción





## Módulo solar SM1-2

- Módulo de ampliación para regular un circuito solar que incluye sonda de temperatura del captador, sonda de temperatura del acumulador de ACS y vainas de inmersión
- En combinación con generadores de calor WOLF se consigue un mayor ahorro de energía mediante calentamiento optimizado del interacumulador, es decir, bloqueo de la recarga de acumuladores cuando exista una radiación solar
- Contabilización de energía con contador de energía externo
- Control de funcionamiento para caudal y válvula de retención
- Regulación por diferencial de temperatura para un circuito (p. ej., interacumulador)
- Limitación de la temperatura máxima del interacumulador
- Indicación de valores de consigna y reales en el módulo de mando BM-2
- Contador de horas de funcionamiento integrado
- Interfaz eBus con gestión de energía automática
- Conexiones eléctricas tipo Rast 5



## Módulo solar SM2-2

- Módulo de ampliación para regular una instalación solar con un máximo de 2 acumuladores y 2 campos de captadores, incluida 1 sonda del captador y 1 sonda del acumulador con sus respectivas vainas de inmersión
- Sencilla configuración del accesorio de regulación mediante la selección de configuraciones de instalación predefinidas
- En combinación con generadores de calor WOLF se consigue un mayor ahorro de energía mediante calentamiento optimizado del interacumulador, es decir, bloqueo de la recarga de acumuladores cuando exista una radiación solar
- Contabilización de energía con contador de energía externo para todas las configuraciones
- Selección del modo de funcionamiento del acumulador
- Indicación de valores de consigna y reales en el módulo de mando BM-2
- Interfaz eBus con gestión de energía automática
- Conexiones eléctricas tipo Rast 5



## Unidad de mando BM-2 Solar

- apto para su uso con SM1-2 y SM2-2
- Pantalla en color de 3,5"
- Guía por menús sencilla mediante visualización de texto explicativo
- representación gráfica de esquemas de instalaciones, curvas de temperatura y producciones solares
- Manejo mediante mando giratorio con función de pulsador
- Interfaz eBus

# INTERACUMULADOR SOLAR

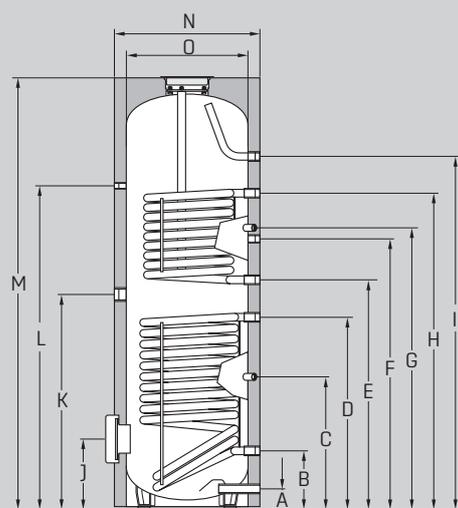
## SEM-1 / SEM-2

PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS,

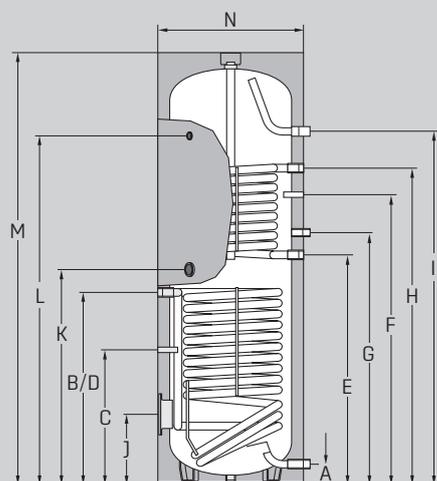
DE ACERO CON DOBLE CAPA DE ESMALTE Y DOS SERPENTINES DE TUBOS LISOS

### Resumen de las ventajas del SEM de WOLF

- Acumulador solar de ACS de acero con certificado de calidad y doble capa de esmalte con dos serpentines de tubos lisos
- Grupo hidráulico solar montable directamente en el acumulador solar de ACS
- Escasas pérdidas de calor gracias al aislamiento de espuma dura de PU o de malla de poliéster de alta calidad bajo el revestimiento de lámina del acumulador
- Pared interior del recipiente y serpentín protegidos contra la corrosión mediante el esmalte de doble capa y el ánodo de sacrificio de magnesio
- Con las grandes superficies del intercambiador de serpentín se consigue un breve tiempo de calentamiento y una gran producción continua de agua caliente
- Brida lateral para intercambiadores de calor adicionales y sencillo mantenimiento
- Toma de conexión para resistencia eléctrica de apoyo
- Relación óptima de diámetro/altura para una buena estratificación de la temperatura
- 5 años de garantía en acumulador  
2 años en piezas eléctricas y móviles



SEM-1



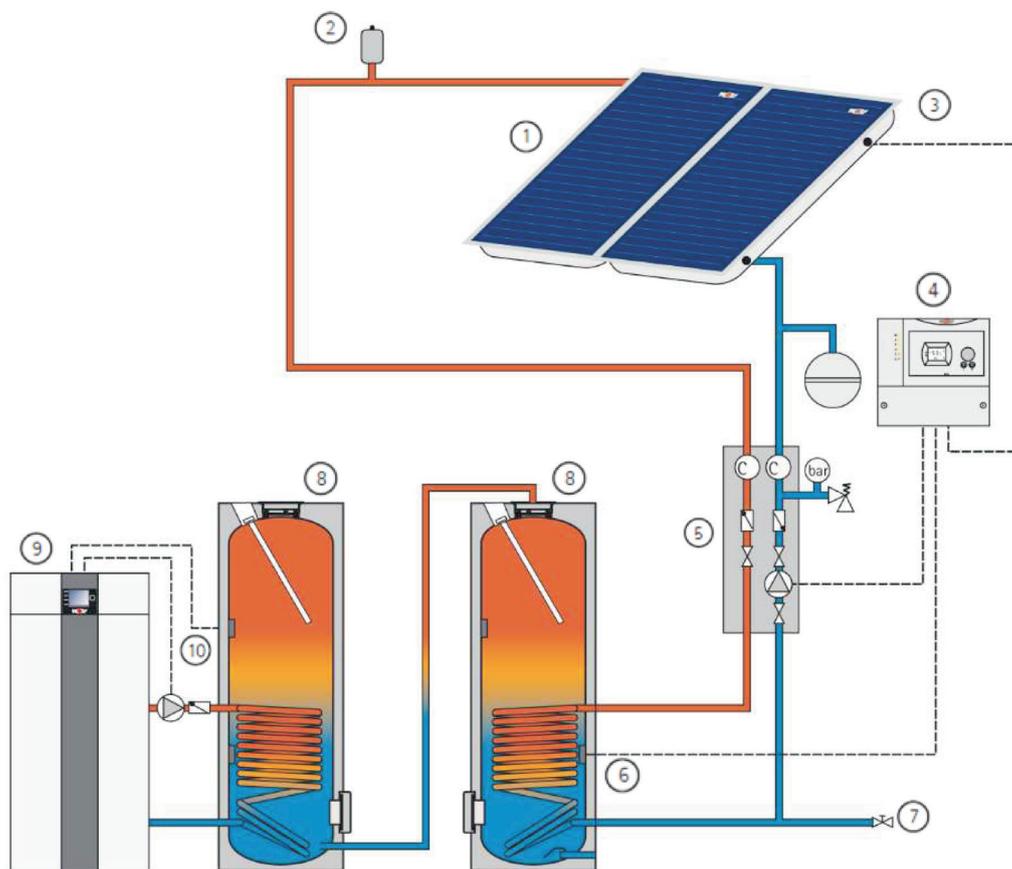
SEM-2

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	SEM-1	-	-	500	750	1000
	SEM-2	300	400	-	-	-
Clase de eficiencia energética <sup>1)</sup>		C	C	C	-	-
Capacidad del acumulador	litros	285	385	500	750	935
Rendimiento continuo del acumulador 80/60-10/45 °C (calefacción)	kW - l/h	20 - 490	20 - 490	20 - 490	50 - 1200	50 - 1200
Índice de rendimiento (calefacción)	NL60	2,3	4,8	6,0	13,5	18,0
Conexión de agua fría	A mm	90	55	99	220	220
Retorno solar	B mm	815	874	305	345	345
Sonda del acumulador solar	C mm	506	416	586	603	603
Avance solar	D mm	815	874	865	920	975
Retorno calefacción	E mm	974	987	985	1025	1340
Sonda del acumulador calefacción	F mm	1154	1204	1160	1185	1500
Recirculación	G mm	1077	1092	1195	1290	1605
Impulsión calefacción	H mm	1334	1335	1335	1475	1790
Conexión ACS	I mm	1728	1586	1451	1590	1940
Brida (inferior)	J mm	324	275	335	384	384
Resistencia eléctrica auxiliar	K mm	887	915	949	970	1145
Termómetro	L mm	1504	1416	1404	1460	1810
Altura total	M mm	1794	1651	1780	1850	2180
Diámetro con aislamiento térmico	N mm	600	701	760	1000	1000
Diámetro sin aislamiento térmico	O mm	-	-	-	800	800
Cota de inclinación con aislamiento térmico	mm	1898	1820	1935	2030	2350
Agua de calefacción primaria	bar/°C	-----		10/110	-----	
Agua sanitaria secundaria	bar/°C	-----		10/95	-----	
Diámetro interior brida	mm	114	114	114	114	114
Conexión de agua fría	G (AG)	1"	1"	1"	1¼"	1¼"
Impulsión/retroceso de calefacción	G (IG)	1"	1"	1"	1¼"	1¼"
Impulsión/retroceso solar	G (AG)	¾"	¾"	1"*	1¼"*	1¼"*
Recirculación	G (AG)	¾"	¾"	¾"	1"	1"
Conexión ACS	G (AG)	1"	1"	1"	1¼"	1¼"
Resistencia eléctrica auxiliar	G (IG)	-----		1½"	-----	
Termómetro	G (IG)	-----		½"	-----	
Superficie del intercambiador de calor (calefacción)	m²	1,0	1,2	1,0	1,5	1,5
Superficie del intercambiador de calor (solar)	m²	1,6	1,8	1,8	2,1	2,4
Capacidad del intercambiador de calor (calefacción)	litros	5,8	7,0	6,1	9,2	9,2
Capacidad del intercambiador de calor (solar)	litros	9,4	13,0	11,5	13,5	14,5
Peso	kg	130	159	182	290	350

\* G (IG)

<sup>1)</sup> Certificado energético según la Directiva sobre diseño ecológico para acumuladores ≤ 500 l

**ESQUEMA SOLAR (SEGÚN CTE)**  
PARA APOYO A PRODUCCIÓN DE ACS MEDIANTE INTERACUMULADOR SOLAR



- |                              |  |
|------------------------------|--|
| ① Campo de captadores        | ⑥ Sonda del acumulador regulación solar  |
| ② Vaso de purga              | ⑦ Llave de llenado y vaciado             |
| ③ Sonda de captador          | ⑧ Acumulador solar de ACS SEM-...        |
| ④ Módulo solar SM1-2         | ⑨ Caldera de condensación de gasóleo TOB |
| ⑤ Grupo de bombas/valvulería | ⑩ Sonda del acumulador calefacción       |

# INSTRUCCIONES DE PLANIFICACIÓN

**Nota:** Utilice programas adecuados para el dimensionado del sistema solar y tenga en cuenta las normativas vigentes.

**Dimensionado de instalaciones** Todos los datos son valores recomendados y pueden variar según la instalación.

Número de captadores /campo	Tipo de captador	Pérdida de presión del campo * [mbar]
1 - 3	F3-1	120 - 130
	F3-1Q	120 - 132
	CFK-1	4 - 10
4 - 6	F3-1	130 - 155
	F3-1Q	143 - 182
	CFK-1	16 - 36
7 - 10	F3-1	170 - 240
	F3-1Q	212 - 350
	CFK-1	50 - 113

\*(90 l/h\*capt., conforme a DIN EN ISO 9806)

## Selección de vaso de expansión solar

Los campos sombreados son recomendaciones.

Número de captadores	Tubería instalada	Tubería instalada				
		12 x 1	15 x 1	18 x 1	22 x 1	28 x 1,5
2 Captadores "TopSon F3-1"	litros	18	18	25	-	-
3 Captadores "TopSon F3-1"	litros	-	25	35	-	-
4 Captadores "TopSon F3-1"	litros	-	35	35	50	-
5 Captadores "TopSon F3-1"	litros	-	50	50	50	-
6 Captadores "TopSon F3-1"	litros	-	50	50	80	-
7 Captadores "TopSon F3-1"	litros	-	80	80	80	80
8 Captadores "TopSon F3-1"	litros	-	80	80	80	80
9 Captadores "TopSon F3-1"	litros	-	-	80	80	80
10 Captadores "TopSon F3-1"	litros	-	-	80	80	100
2 Captadores "TopSon F3-1Q"	litros	18	18	25	-	-
3 Captadores "TopSon F3-1Q"	litros	-	35	35	-	-
4 Captadores "TopSon F3-1Q"	litros	-	35	50	50	-
5 Captadores "TopSon F3-1Q"	litros	-	50	50	50	-
6 Captadores "TopSon F3-1Q"	litros	-	80	80	80	-
7 Captadores "TopSon F3-1Q"	litros	-	80	80	80	80
8 Captadores "TopSon F3-1Q"	litros	-	80	80	80	100
9 Captadores "TopSon F3-1Q"	litros	-	-	80	80	100
10 Captadores "TopSon F3-1Q"	litros	-	-	80	100	100
2 Captadores "CFK-1"	litros	18	18	-	-	-
3 Captadores "CFK-1"	litros	-	25	25	-	-
4 Captadores "CFK-1"	litros	-	-	35	35	-
5 Captadores "CFK-1"	litros	-	-	35	50	-
6 Captadores "CFK-1"	litros	-	-	50	50	-
7 Captadores "CFK-1"	litros	-	-	50	50	80
8 Captadores "CFK-1"	litros	-	-	50	80	80
9 Captadores "CFK-1"	litros	-	-	-	80	80
10 Captadores "CFK-1"	litros	-	-	-	80	80



**Grupo hidráulico solar completo** compuesto por:  
**Bomba de alta eficiencia de regulación continua (EEI < 0,20)** cableada lista para conectar  
Llave de corte con termómetros en impulsión y retorno  
freno de gravedad en la impulsión y el retorno  
una válvula de seguridad de 6 bar, un manómetro de 0-10 bar.



**Grupo hidráulico solar simple** para conectar un segundo consumidor de calor, compuesto por:  
**Bomba de alta eficiencia (IEE < 0,20) de regulación continua** con cable preinstalado, llave de corte con termómetros, freno de gravedad, soporte de pared y material de montaje  
Medidas Alto x Ancho x Fondo: 375x182x210mm  
aislamiento térmico de PPE, resistente hasta 130°C

**Con llave de llenado y vaciado, separador de aire y purgador manual**

Soporte de pared y material de montaje; Medidas Alto x Ancho x Fondo: 375 x 400 [250] x 190 mm, carcargas de aislamiento de diseño en PPE, resistente hasta 130°C. **Indicación:** Posibilidad de integrar los módulos solares SM-1-2 y SM-2-2 en los grupos hidráulicos

**Grupo hidráulico solar completo 10**

Apto para máx. 10 captadores solares (dependiendo del dimensionado de la instalación)  
Regulación de caudal desde 2 hasta 15 l/minuto  
Conexión: 18 mm

**Grupo hidráulico solar completo 20**

Apto para máx. 20 captadores solares (dependiendo del dimensionado de la instalación)  
Regulación de caudal desde 7 hasta 30 l/minuto  
Conexión: 22 mm

**Grupo hidráulico solar simple 10E**

Apto para máx. 10 captadores solares (dependiendo del dimensionado de la instalación)  
Regulación de caudal entre 2 y 15 l/minuto  
Conexión: 18 mm

**Grupo hidráulico solar simple 20E**

Apto para máx. 20 captadores solares (dependiendo del dimensionado de la instalación)  
Regulación de caudal entre 7 y 30 l/minuto  
Conexión: 22 mm



**Kit contador de energía (kcal/h) para SM1-2 y SM2-2\***

para medir la producción de energía compuesto por:

- Caudalímetro
- Sonda de contacto de retorno
- Racores de montaje
- $Q_{\min/\max} 1,5/3 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_{\min/\max} 2,5/5 \text{ m}^3/\text{h}$

\* Se puede utilizar con las configuraciones 1/3/4/5/6



**Regulación de caudal solar para montar en el retorno** para conseguir una regulación exacta y una compensación hidráulica con varios campos de captadores.

DN20 2 - 12 l/minuto (hasta 8 captadores)  
DN20 8 - 30 l/minuto (de 6 a 20 captadores)



**Vasos de expansión solar**

con material de fijación, a 2,5 bar de presión inicial (puede ser necesaria una mayor presurización en función de las características de la instalación)

en los tamaños:  
12 l      18 l      25 l  
35 l      50 l      80 l  
100 l    150 l    200 l.



**Juego para elevación de la temperatura de retorno para MM-2, SM2-2 o KM-2**

Para apoyo solar a la calefacción compuesto por:

- Válvula diversora de 3 vías
- Sonda de contacto de retorno
- Sonda inmersión del acumulador
- Vaina de inmersión para sonda del acumulador



**Vasos tampón solar**

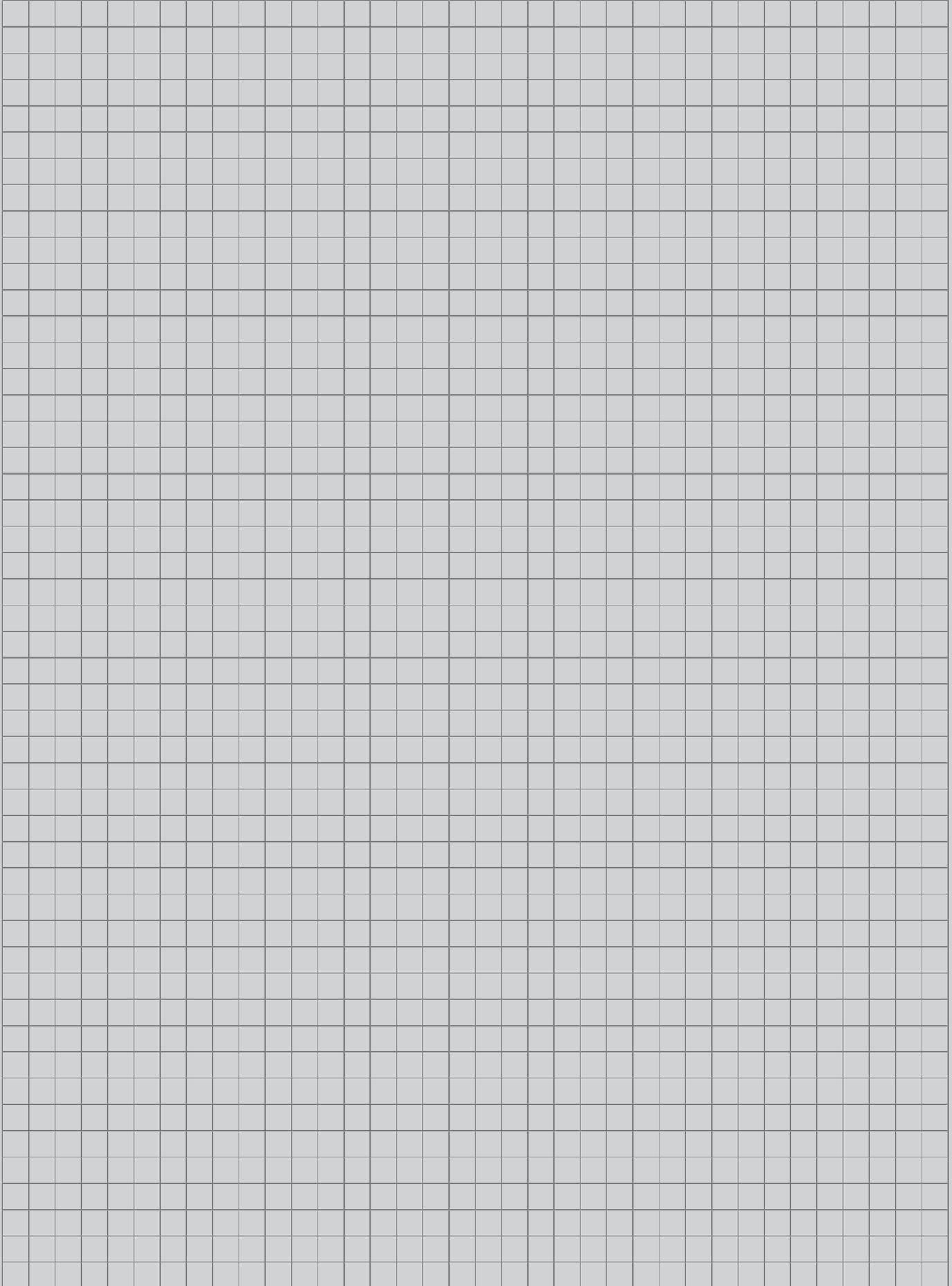
para proteger el vaso de expansión solar del exceso de temperatura y el vapor.

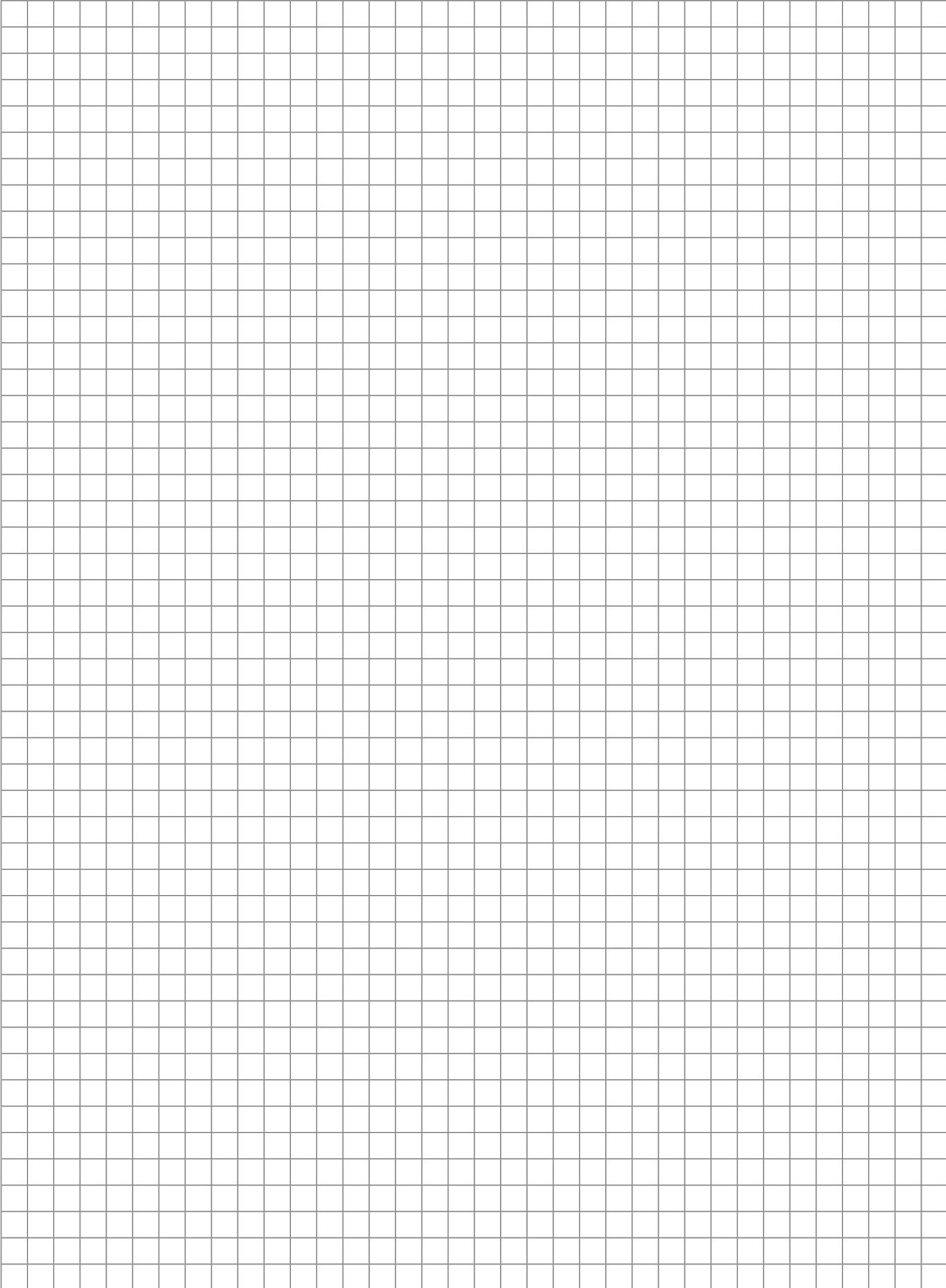
en los tamaños:  
18 l  
35 l  
50 l



**Estación de llenado solar y de enjuague Unistar 2000A**

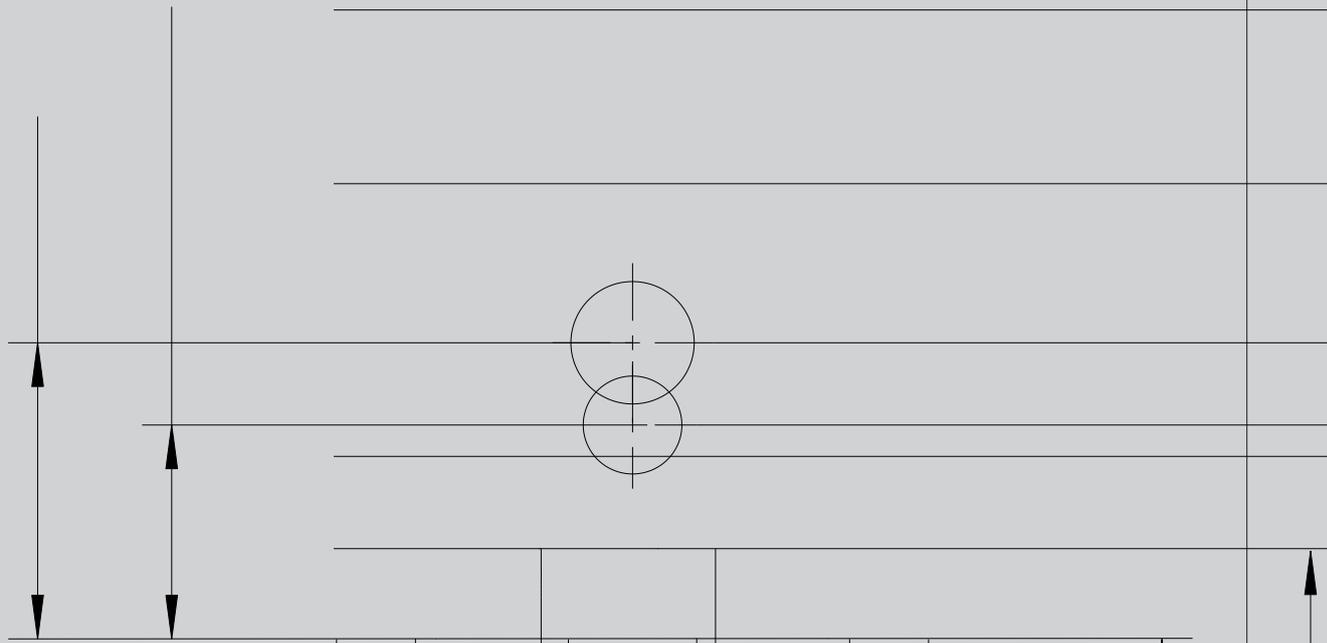
bomba autoaspirante con filtro de aspiración en vidrio, para el llenado de instalaciones solares con líquido caloportador. Conexión de aspiración, llenado y enjuague (racor 3/4"), depósito sintético con tapa. Máx. 30 l/minuto, máx. 5 bar, 230 V, 50 Hz, 3,2 A





Dirección del distribuidor:

WOLF GMBH / POSTFACH 1380 / D-84048 MAINBURG / TEL. +49.0.875174-0 / FAX +49.0.875174-1600 / www.WOLF.eu



# Cheetah HC 60M-V

## 325-345 Watt

MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC 60 Cell



PERC



### KEY FEATURES



#### 5 Busbar Solar Cell

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



#### High Voltage

UL and IEC 1500V certified; lowers BOS costs and yields better LCOE



#### High Efficiency

Higher module conversion efficiency (up to 20.45%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).



#### PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.



#### Low-light Performance

Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.



#### Severe Weather Resilience

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



#### Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

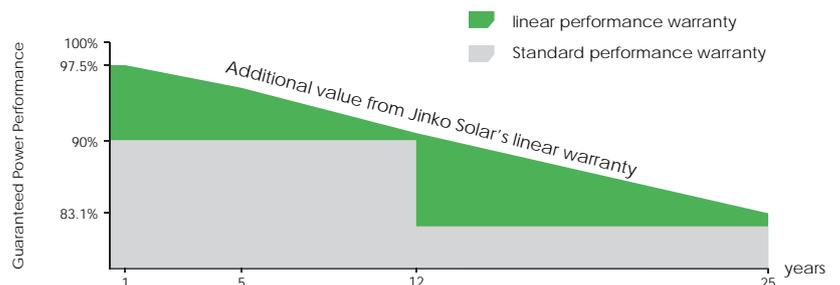


### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

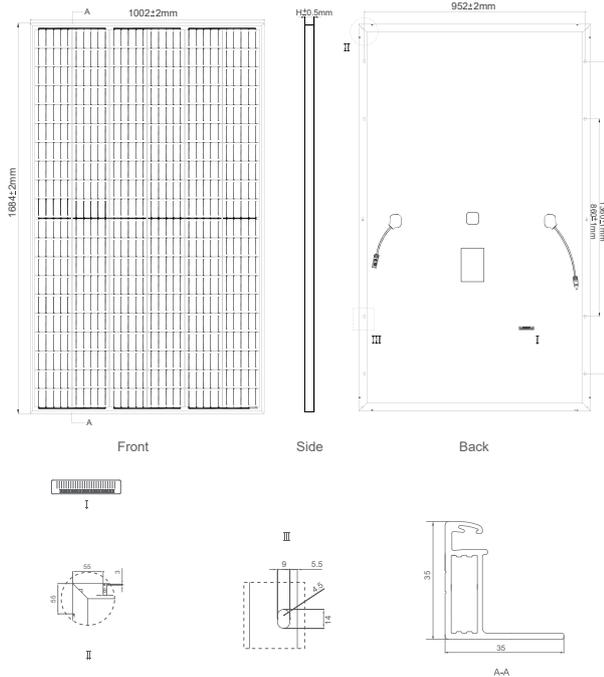
12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



- ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory
- IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product



## Engineering Drawings



## Packaging Configuration

( Two pallets = One stack )

30pcs/pallet, 60pcs/stack, 780pcs/40'HQ Container

( Two pallets = One stack )

31pcs/pallet, 62pcs/stack, 806pcs/40'HQ Container

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM325M-60H-V		JKM330M-60H-V		JKM335M-60H-V		JKM340M-60H-V		JKM345M-60H-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	325Wp	242Wp	330Wp	246Wp	335Wp	250Wp	340Wp	253Wp	345Wp	257Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	33.6V	31.6V	33.8V	31.8V	34.0V	32.0V	34.2V	32.2V	34.4V	32.4V
Maximum Power Current (Imp)	9.68A	7.66A	9.77A	7.74A	9.87A	7.82A	9.96A	7.86A	10.04A	7.94A
Open-circuit Voltage (Voc)	41.1V	38.0V	41.3V	38.2V	41.5V	38.4V	41.7V	38.6V	41.9V	38.8V
Short-circuit Current (Isc)	10.20A	8.54A	10.31A	8.65A	10.36A	8.74A	10.55A	8.86A	10.64A	8.97A
Module Efficiency STC (%)	19.26%		19.56%		19.85%		20.15%		20.45%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C									
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.36%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>

Ambient Temperature 20°C

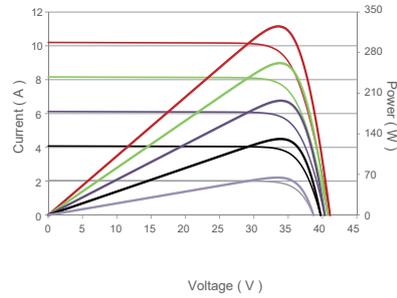
AM=1.5

Wind Speed 1m/s

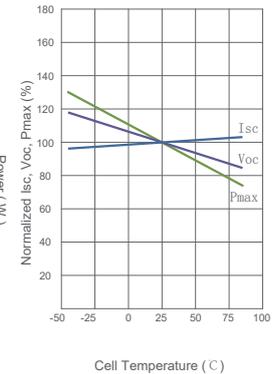
\* Power measurement tolerance: ± 3%

## Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (325W)



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax



## Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of Half-cells	120 (6×20)
Dimensions	1684×1002×35mm (66.30×39.45×1.38 inch)
Weight	19.0 kg (41.9 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1x4.0mm <sup>2</sup> , (+) 290mm, (-) 145mm or Customized Length

STP 15000TL-30 / STP 20000TL-30 / STP 25000TL-30



**Servicio inteligente con  
SMA Smart Connected**



**SMA ShadeFix**  
STRING LEVEL OPTIMIZATION

#### Rentable

- Rendimiento máximo del 98,4 %
- Aumento del rendimiento sin trabajo de montaje gracias a la gestión de sombras integrada SMA ShadeFix

#### Seguro

- Descargador de sobretensión de CC integrable (DPS tipo II)

#### Flexible

- Tensión de entrada de CC hasta 1000 V
- Diseño de plantas perfecto gracias al concepto de multistring
- Pantalla opcional

#### Innovador

- Innovadoras funciones de gestión de red gracias a Integrated Plant Control
- Suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7)

## SUNNY TRIPOWER 15000TL / 20000TL / 25000TL

El especialista flexible para plantas comerciales y centrales fotovoltaicas de gran tamaño

El Sunny Tripower es el inversor ideal para plantas de gran tamaño en el sector comercial e industrial. Gracias a su rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.

La integración de nuevas funciones de gestión de energía como, por ejemplo, Integrated Plant Control, que permite regular la potencia reactiva en el punto de conexión a la red tan solo por medio del inversor, es una firme apuesta de futuro. Esto permite prescindir de unidades de control de orden superior y reducir los costes del sistema. El suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7) es otra de las novedades que ofrece.

# SMA SMART CONNECTED

## Servicio técnico integrado para un confort absoluto

SMA Smart Connected\* es la monitorización gratuita del inversor a través de Sunny Portal de SMA. Si se produce un error en un inversor, SMA informa de manera proactiva al operador de la planta y al instalador. Esto ahorrará valiosas horas de trabajo y costes.

Con SMA Smart Connected el instalador se beneficia del diagnóstico rápido de SMA, lo que le permite solucionar los errores con rapidez y ganarse la simpatía del cliente con atractivas prestaciones adicionales.



### ACTIVACIÓN DE SMA SMART CONNECTED

El instalador activa SMA Smart Connected durante el registro de la planta en Sunny Portal y de este modo se beneficia de la monitorización automática de inversores por parte de SMA.



### MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA DE INVERSORES

Con SMA Smart Connected, SMA se hace cargo de la monitorización de los inversores. SMA supervisa cada uno de los inversores de forma automática y permanente para detectar anomalías en el funcionamiento. De este modo, los clientes se benefician de la vasta experiencia de SMA.



### COMUNICACIÓN PROACTIVA EN CASO DE ERRORES

Tras el diagnóstico y el análisis de un error, SMA informa de inmediato al instalador y al cliente final por correo electrónico. Así todas las partes están perfectamente preparadas para corregir el error. Esto minimiza el tiempo de parada y, en consecuencia, ahorra tiempo y dinero. Gracias a los informes regulares sobre el rendimiento se obtienen valiosas conclusiones adicionales acerca del sistema completo.



### SERVICIO DE RECAMBIO

En caso de requerirse un equipo de recambio, SMA suministra automáticamente un nuevo inversor en el plazo de 1 a 3 días tras diagnosticarse el error. El instalador puede dirigirse de forma activa al operador de la planta para la sustitución del inversor.

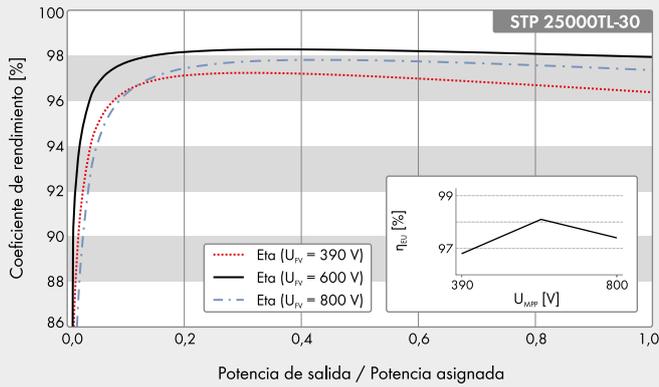


### SERVICIO DE RENDIMIENTO

El operador de la planta puede exigir un pago compensatorio de parte de SMA si el inversor de recambio no se entrega dentro del plazo de 3 días.

\* Para más detalles, véase el documento "Descripción de los servicios: SMA SMART CONNECTED"

## Curva de rendimiento



## Accesorios



Interfaz RS485  
DM-485CB-10



Power Control Module  
PWCMOD-10



Descargador de sobretensión  
de CC tipo II, entradas A y B  
DCSPD KIT3-10



Relé multifunción  
MFR01-10

● De serie ○ Opcional — No disponible  
Datos en condiciones nominales  
Actualizado: 03/2020

### Datos técnicos

#### Entrada (CC)

Potencia máx. del generador fotovoltaico
Potencia asignada de CC
Tensión de entrada máx.
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada
Tensión de entrada mín./de inicio
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP

#### Salida (CA)

Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)
Potencia máx. aparente de CA
Tensión nominal de CA
Rango de tensión de CA
Frecuencia de red de CA/rango
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable
THD
Fases de inyección/conexión

#### Rendimiento

Rendimiento máx./europeo

#### Dispositivos de protección

Punto de desconexión en el lado de entrada
Monitorización de toma a tierra/de red
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)

#### Datos generales

Dimensiones (ancho/alto/fondo)
Peso
Rango de temperatura de servicio
Emisión sonora, típica
Autoconsumo nocturno
Topología/principio de refrigeración
Tipo de protección (según IEC 60529)
Clase climática (según IEC 60721-3-4)
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)

#### Equipamiento / función / accesorios

Conexión de CC/CA
Pantalla
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus
Relé multifunción/Power Control Module
Gestión de sombras SMA ShadeFix/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantía: 5/10/15/20 años
Certificados y autorizaciones (otros a petición)

\* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438

	Sunny Tripower 15000TL	Sunny Tripower 20000TL	Sunny Tripower 25000TL
Potencia máx. del generador fotovoltaico	27000 Wp	36000 Wp	45000 Wp
Potencia asignada de CC	15330 W	20440 W	25550 W
Tensión de entrada máx.	1000 V	1000 V	1000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	240 V a 800 V/600 V	320 V a 800 V/600 V	390 V a 800 V/600 V
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V	150 V/188 V	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/33 A	33 A/33 A	33 A/33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A:3; B:3	2/A:3; B:3	2/A:3; B:3
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	15000 W	20000 W	25000 W
Potencia máx. aparente de CA	15000 VA	20000 VA	25000 VA
Tensión nominal de CA		3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V	
Rango de tensión de CA		180 V a 280 V	
Frecuencia de red de CA/rango		50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz	
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red		50 Hz/230 V	
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/21,7 A	29 A/29 A	36,2 A/36,2 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable		1/0 inductivo a 0 capacitivo	
THD		≤ 3%	
Fases de inyección/conexión		3/3	
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0%	98,4%/98,0%	98,3%/98,1%
Punto de desconexión en el lado de entrada		●	
Monitorización de toma a tierra/de red		● / ●	
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II		○	
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica		● / ● / -	
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal		●	
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)		I / AC: III; DC: II	
Dimensiones (ancho/alto/fondo)		661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)	
Peso		61 kg (134,48 lb)	
Rango de temperatura de servicio		-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)	
Emisión sonora, típica		51 dB(A)	
Autoconsumo nocturno		1 W	
Topología/principio de refrigeración		Sin transformador/OptiCool	
Tipo de protección (según IEC 60529)		IP65	
Clase climática (según IEC 60721-3-4)		4K4H	
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)		100%	
Conexión de CC/CA		SUNCLIX/Borne de conexión por resorte	
Pantalla		○	
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect		○ / ●	
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus		● / ●	
Relé multifunción/Power Control Module		○ / ○	
Gestión de sombras SMA ShadeFix/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7		● / ● / ●	
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller		● / ●	
Garantía: 5/10/15/20 años		● / ○ / ○ / ○	
Certificados y autorizaciones (otros a petición)		ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, RfG compliant, S14777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014	
Modelo comercial	STP 15000TL-30	STP 20000TL-30	STP 25000TL-30

# www.SunnyPortal.com

Monitorización, gestión y presentación profesionales de plantas fotovoltaicas



# SOON

SOLEMYO OPERA BLUEBUS 24V

## Para puertas seccionales\* de hasta 20 m<sup>2</sup>.

Motorreductor electromecánico  
24 Vdc, con encoder absoluto.

\*Para portones seccionales balanceados con sistema de paracaídas integrado (dispositivo de seguridad en caso de rotura de los muelles de equilibrado).

**Fácil de instalar:** directamente en el eje de la puerta seccional; dimensiones muy compactas, sobre todo en anchura, para facilitar el montaje en cualquier posición.

### Sencilísimo gracias al sistema BlueBUS

que permite conexiones con dos hilos entre la central de mando y los pares de fotocélulas.

**Cómodo:** central de mando y baterías compensadoras PS124 (opcionales) alojadas en su interior y conectables mediante un cómodo conector con enganche guiado.

**Ahorro de energía:** el sistema se coloca en stand-by cuando no se lo utiliza.

**Fiable y preciso:** memorización de las posiciones de fin de carrera de apertura y cierre; arranque gradual y desaceleración en la apertura y en el cierre; la tecnología por encoder absoluto garantiza precisión sin necesidad de fines de carrera, fiabilidad, mantenimiento en el tiempo de los valores configurados.

**Seguro:** detección de obstáculos y monitoreo de la absorción del motor durante la carrera, autodiagnóstico con indicación mediante la luz intermitente y la luz de cortesía. Predispuesto para la conexión de bandas sensibles ópticas y resistivas de última generación 8,2 KOhm.

TAPA DE PROTECCIÓN  
CON LUZ DE CORTESÍA  
DE 21 W: SIN DESMONTAR  
EL CÁRTER ES POSIBLE  
CONECTAR, PROGRAMAR  
O MODIFICAR LAS  
FUNCIONES DE LA CENTRAL  
Y SUSTITUIR LA BOMBILLA



NUEVO SISTEMA  
DE DESBLOQUEO  
MEDIANTE TIRADOR  
DE 4 m DE LONGITUD



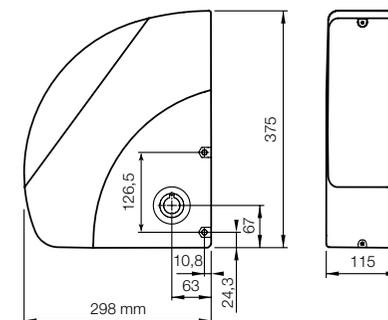
GATE&DOOR 2016

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS./PALET
<b>S02000</b>	IRREVERSIBLE, 24 Vdc, CON ENCODER ABSOLUTO PARA PUERTAS DE HASTA 5 m DE ALTURA	20

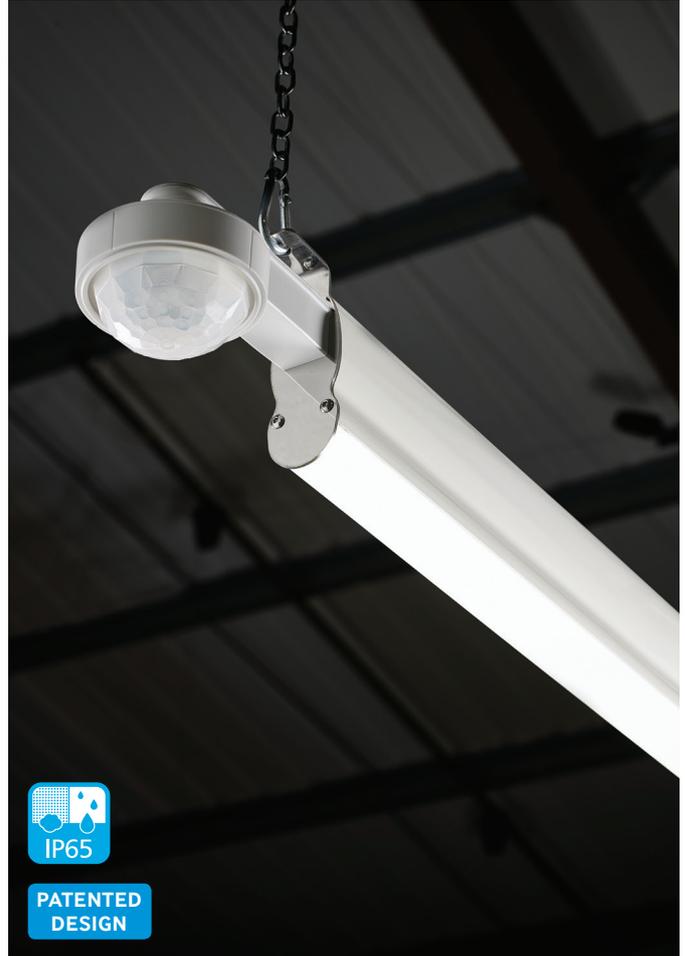
### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CÓDIGO	S02000
<b>DATOS ELÉCTRICOS</b>	
ALIMENTACIÓN (Vac 50/60 Hz)	230
ABSORCIÓN (A)	1,6
POTENCIA (W)	350
<b>PERFORMANCE</b>	
VELOCIDAD (rpm)	30
PAR (NM)	50
CICLO DE TRABAJO (CICLOS/HORA)	15
<b>DATOS DIMENSIONALES Y GENERALES</b>	
GRADO DE PROTECCIÓN (IP)	40
TEMP. DE SERVICIO (°C MÍN/MÁX)	-20 ÷ +50
DIMENSIONES (mm)	115x300x375 h
PESO (kg)	10,5

### DIMENSIONES



## EBDHS-MB | Long range, luminaire mounted, high level detectors



PATENTED DESIGN

The EBDHS-MB luminaire mounted PIR presence detector range provides exceptionally sensitive and long range detection. Ideal for high bay lighting control in areas with demanding spaces and increased mounting heights.

- Ground breaking detection range
- For mounting at heights up to 20m depending on operating parameters
- Unique lens technology – high sensitivity
- Ideal for high level/high bay applications
- Easy to retrofit to commercial luminaires and basic battens.

### Available control methods

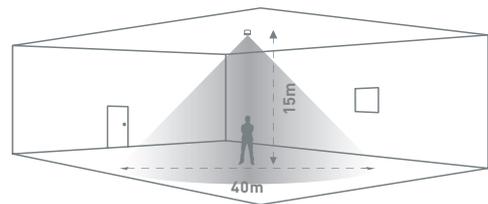
- PRM – Switching
- DD – DALI/DSI dimming
- AD – Analogue dimming

### Available options

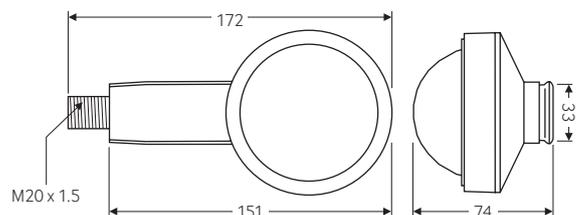
- LT30 – Low temperature

### Detection pattern

high < sensitivity > low

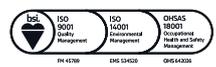


### Dimensions (mm)



## Technical Data

Part Code	EBDHS-MB-PRM	EBDHS-MB-DD	EBDHS-MB-AD
<b>Control method</b>	PRM Switching	DALI/DSI Digital Dimming	1–10V Analogue Dimming
<b>IP rating</b>	65	65	65
<b>Device/ballast control</b>	–	up to 10 drivers/ballasts	up to 4 drivers/ballasts
<b>Weight</b>	0.15	0.15	0.15
<b>Supply voltage AC</b>	230VAC+/-10%	230VAC+/-10%	230VAC+/-10%
<b>Supply Frequency (Hz)</b>	50	50	50
<b>Power consumption parasitic mW</b>	249mW	253mW	290mW
<b>Maximum loads</b>			
Incandescent lighting (INC)	2A	2A	2A
Fluorescent lighting (F)	2A	2A	2A
Compact fluorescent lighting (CF)	2A	2A	2A
LED lighting (LED)	2A	2A	2A
Resistive heaters (RH)	2A	2A	2A
<b>Working temperature range °C</b>	-10 to 35	-10 to 35	-10 to 35
<b>Humidity</b>	5 to 95% non-condensing	5 to 95% non-condensing	5 to 95% non-condensing
<b>Material (casing)</b>	Flame retardant ABS/PC	Flame retardant ABS/PC	Flame retardant ABS/PC
<b>Insulation class</b>	Class 2	Class 2	Class 2
<b>Compliance</b>	EMC-2014/30/EU LVD-2014/35/EU	EMC-2014/30/EU LVD-2014/35/EU	EMC-2014/30/EU LVD-2014/35/EU
<b>Time out range</b>	10s–99m	10s–99m	10s–99m

 <p>www.cpelectronics.co.uk</p>	<p>CP Electronics A Business unit of Legrand Electric Limited. Brent Crescent, London NW10 7XR, UK t. +44 (0)333 900 0671 info@cpelectronics.co.uk</p> <p>connect with us    </p>	<p><b>Important notice:</b> This device should be installed by a qualified electrician in accordance with the latest edition of the IEE Wiring Regulations and the applicable Building Regulations. Due to our policy of continual product improvement CP Electronics reserves the right to alter the specification of this product without prior notice.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div data-bbox="1276 1937 1492 2004">  </div> <div data-bbox="1276 2027 1492 2105">  </div> </div>
--	---	--

# ***Anexo E***

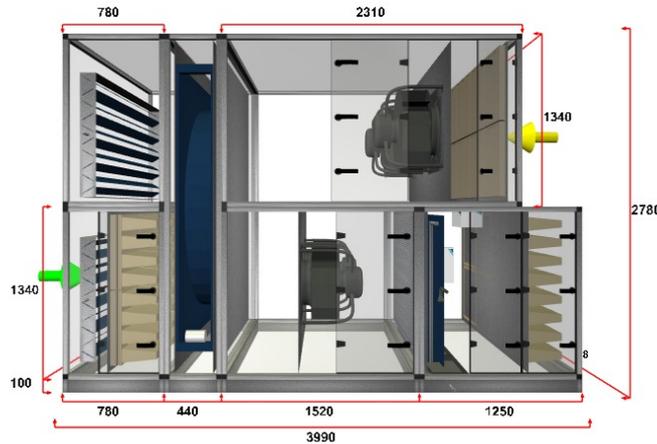
## **Fichas técnicas equipos climatización**

- Unidad de tratamiento de aire D-AHU Professional Daikin
- Unidades exteriores VRV REYQ-U Daikin
- Unidades interiores VRV FXFQ-A Daikin
- Datos técnicos unidades exteriores VRV REYQ-U Daikin



Proyecto UTA Edificio BREEAM

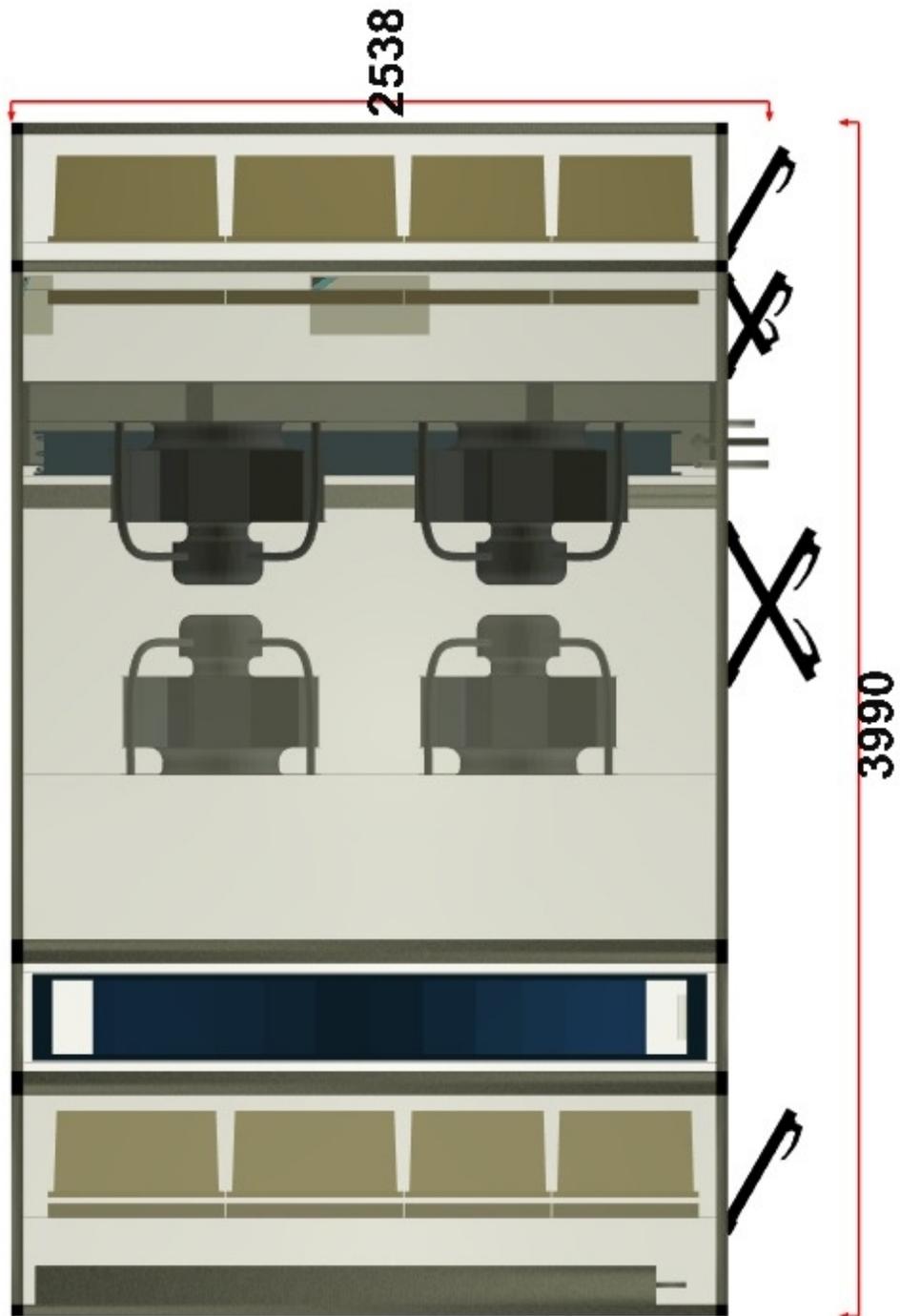
Unidad DAHU-01

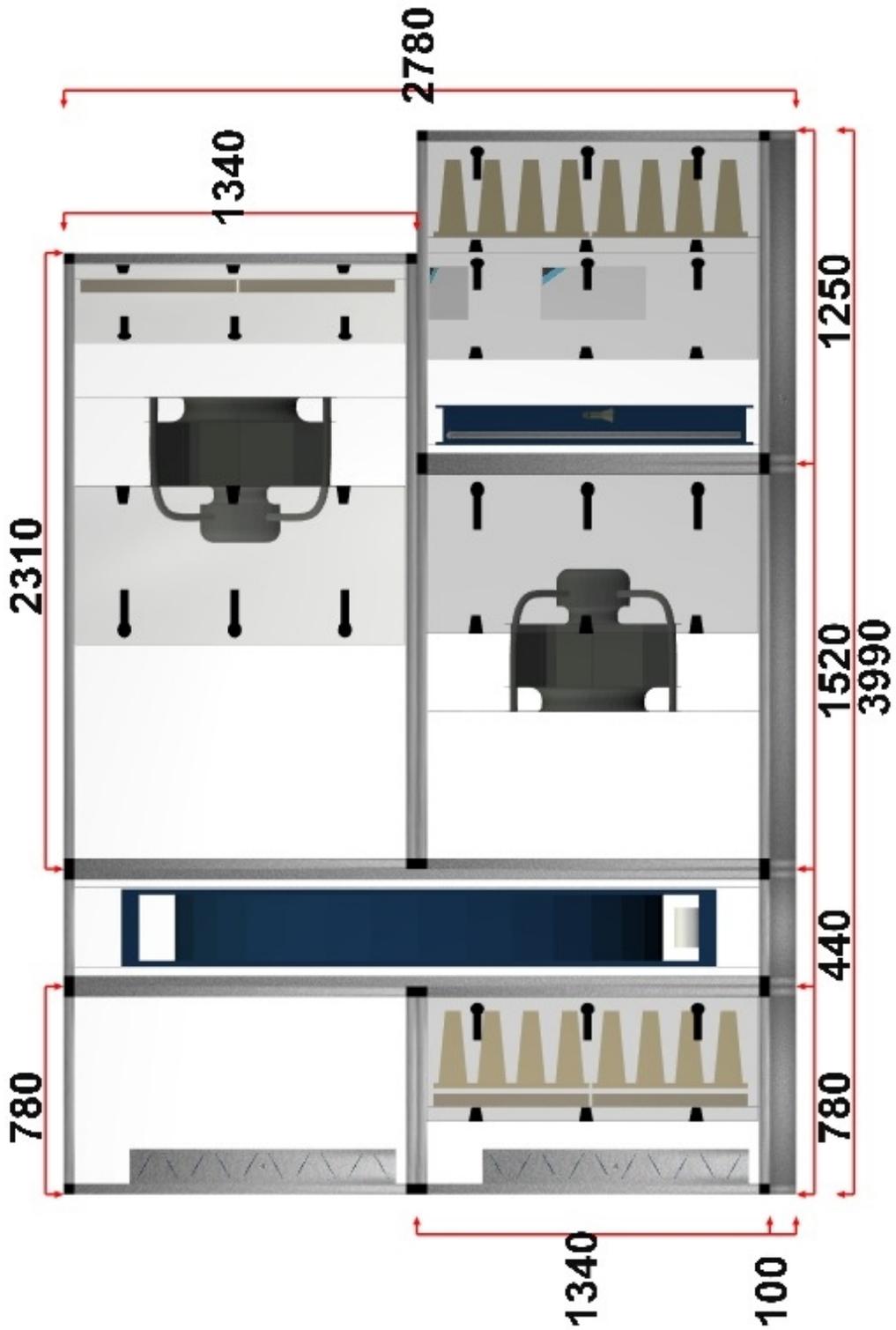


### Datos equipo

Serie	D-AHU PROFESSIONAL
Modelo	1340 X 2400
Panel • Aislamiento	42 mm • Poliuretano
Model Box Ref.	Energy ThermiC° F2
Acabado panel interior	Aluzinc 0.5 mm
Acabado panel exterior	Prepintado 0.7 mm RAL 9002
Perfil	RPT Aluminio Anodizado
Base	100mm Galvanizado
Tejadillo para intemperie	Yes
Impulsión Ancho • Alto	2400 mm • 1340 mm
Retorno Ancho • Alto	2400 mm • 1340 mm
Longitud total	3990 mm
Peso	2153 Kg
Lados de conexión • Door	Derecha • Derecha
Caudal de aire impulsión	20000 m <sup>3</sup> /h • 5,56 m <sup>3</sup> /s
Pérdida de carga externa	300 Pa
Caudal de aire retorno	20000 m <sup>3</sup> /h • 5,56 m <sup>3</sup> /s
Pérdida de carga externa	300 Pa
Densidad del aire • Altitud	1,2 Kg/m <sup>3</sup> • 0 m s.n.m.
Potencia específica ventilador	
SFPv (filtro limpio)	1934 W/(m <sup>3</sup> /s)
SFPe (filtro medio)	2196 W/(m <sup>3</sup> /s)
Cumplimiento ERP	ERP 2018







## EN 13053

Supply Power Class (EN13053)	Supply Velocity Class(EN13053)	Return Power Class (EN13053)	Return Velocity Class(EN13053)	Heat Recovery Class(EN13053)
<b>P1</b>	<b>V3</b>	<b>P1</b>	<b>V3</b>	<b>H1</b>

### 1) Compuerta Impulsión

Pérdida de carga	9 Pa
Material	Galvanizado
Montaje	Interna • Left
Dimensiones (AltoxAcho)	1010x2080 mm
Par	15 Nm

### 2) Filtro Impulsión

Montaje	Slide
Velocidad del aire	2,17 m/s
Pérdida de carga	Medio
Clase	G4 ISO Coarse 60%
Clasificación energética filtro	D
Nombre filtro	Chevronet
Material	Sintético
Area	4 m <sup>2</sup>
Dimensiones	4x(592x592x48) 4x(490x592x48)
Pérdida de carga (Filtro Limpio)	60 Pa
Perdida de carga con filtro medio	85 Pa
Perdida de carga con filtro sucio	110 Pa
Clase	M6 ePM10 70%
Clasificación energética filtro	C
Nombre filtro	VariCEL VXL
Material	Fibra de vidrio
Area	82,1 m <sup>2</sup>
Dimensiones	4x(592x592x290) 4x(490x592x290)
Pérdida de carga (Filtro Limpio)	60 Pa
Perdida de carga con filtro medio	110 Pa
Perdida de carga con filtro sucio	160 Pa

### 3) Recuperador Recuperador rotativo Impulsión

Código componente	SE3-XL-WV-2160-SM-V1-A1-5-W2260-H2260
Tipo	Entálpico • Velocidad variable
Diámetro	2160 mm
Eficiencia en seco (Eurovent) • (EN308)	79 % • 79 %

Energy Class (EN13053)	H1 • 75,8 %
Consumo del motor	0.4 kW

#### Invierno

Potencia	103,3 kW
Eficiencia	79 %

#### Impulsión

Ratio de caudal	20000 m <sup>3</sup> /h
Pérdida de carga	207 Pa
Temp. bulbo seco Exterior • Impulsión	5,8 °C • 17,8 °C
Humedad Relativa Exterior • Impulsión	81 % • 47 %
Temp. bulbo húmedo Exterior • Impulsión	4,4 °C • 11,5 °C

#### Retorno

Ratio de caudal	20000 m <sup>3</sup> /h
Pérdida de carga	219 Pa
Temp. bulbo seco Extracción • Expulsión	21 °C • 9 °C
Humedad relativa Extracción • Expulsión	50 % • 88 %
Temp. bulbo húmedo Extracción • Expulsión	14,6 °C • 8 °C

#### Verano

Potencia	-62,7 kW
Eficiencia	78 %

#### Impulsión

Ratio de caudal	20000 m <sup>3</sup> /h
Pérdida de carga	228 Pa
Temp. bulbo seco Exterior • Impulsión	33,2 °C • 26 °C
Humedad Relativa Exterior • Impulsión	37 % • 52 %
Temp. bulbo húmedo Exterior • Impulsión	21,9 °C • 19,1 °C

#### Retorno

Ratio de caudal	20000 m <sup>3</sup> /h
Pérdida de carga	221 Pa
Temp. bulbo seco Extracción • Expulsión	24 °C • 31,2 °C
Humedad relativa Extracción • Expulsión	50 % • 36 %
Temp. bulbo húmedo Extracción • Expulsión	17,1 °C • 20 °C

En el diseño se ha considerado el efecto global del sistema.

#### 4) Sección vacía Impulsión

Longitud	350 mm
----------	--------

#### 5) Ventilador Impulsión

Modelo	GR50I-ZID.GL.CR
Tipo	Ventilador EC
Material	Composite
Cantidad	2x(Ventiladores en paralelo)
Pérdida de carga externa	300 Pa
Presión estática interna	556 Pa
Presión estática total	856 Pa
Presión dinámica	34 Pa
Caudal de diseño	20000 m <sup>3</sup> /h

K Factor	280
Velocidad de rotación • Máxima	1927 RPM • 2150 RPM
Eficiencia (Reg327/2011)	72 %
Eficiencia	69,3 %
Potencia eléctrica de alimentación	2x3,43 kW
Class Power • PMREF (EN13053)	P1 • 9,37 kW
SFPv Class • SFPv (EN13053)	SFP2 • 1045 W/(m <sup>3</sup> /s)

#### Datos del motor

Clase de eficiencia	IE5
Potencia • Corriente nominal	4,6 kW • 7,4 A
Conexión eléctrica	3Ph-380-480V

Se ha considerado el efecto sistema en el rendimiento del ventilador

## 6) Batería frío • calor DX Impulsión

#### Geometría

Modelo	1022A4602210025EO123
Geometría • Filas	P22 • 2
Marco	Galvanizado
Material de los tubos • Espesor	Cobre • 0,35 mm
Material de aletas • Separación	Al 0.1 mm • 2,5 mm
Conexión (Diam)• Tipo • Lado	35 mm • Soldadas • Right
Número de circuitos	1
Potencia Sensible	30 kW
Potencia Total[B]*	43,3 kW

#### Refrigeración (Aire)

Caudal de aire • Velocidad	20000 m <sup>3</sup> /h • 2,3 m/s
Temp. bulbo seco Entrada • Salida	26,3 °C • 22 °C
Temp. bulbo húmedo Entrada • Salida	19,3 °C • 17,2 °C
Humedad relativa Dentro • Fuera	51,7 % • 62 %
Pérdida de carga Seco • Húmedo	23Pa • 30 Pa

#### Refrigeración (Fluido)

Fluido	R410A
Temperatura de evaporación	6 °C
Volumen de refrigerante	13,1 dm <sup>3</sup>
1[D]* x EKEXV400 + EKEQFCBA[A]*	Montado

#### Calefacción (Aire)

Potencia Máx[C]*(según max unidad condensadora)	55 kW
Temp. bulbo seco Entrada • Salida	17,3 °C • 25,2 °C

\*Para VRV Xpress Input [A: EKEXV400 + EKEQFCBA] , [B: 43,3 kW] , [C: 55 kW] , [D: 1]  
Calculado en Condiciones Húmedas

## 7) Filtro Impulsión

Montaje	Slide
Velocidad del aire	2,17 m/s
Pérdida de carga	Medio

Clase	F8 ePM1 70%
Clasificación energética filtro	A
Nombre filtro	VariCEL VXL-E
Material	Fibra de vidrio
Area	100,7 m <sup>2</sup>
Dimensiones	4x(592x592x290) 4x(490x592x290)
Pérdida de carga (Filtro Limpio)	65 Pa
Perdida de carga con filtro medio	115 Pa
Perdida de carga con filtro sucio	165 Pa

## 8) Filtro Retorno

Montaje	Slide
Velocidad del aire	2,17 m/s
Pérdida de carga	Medio
Clase	M6 ePM10 70%
Clasificación energética filtro	E
Nombre filtro	VariCel EcoPak
Material	Fibra de vidrio
Area	37,9 m <sup>2</sup>
Dimensiones	4x(592x592x48) 4x(490x592x48)
Pérdida de carga (Filtro Limpio)	98 Pa
Perdida de carga con filtro medio	148 Pa
Perdida de carga con filtro sucio	198 Pa

## 9) Ventilador Retorno

Modelo	GR561-ZID.GG.CR
Tipo	Ventilador EC
Material	Composite
Cantidad	2x(Ventiladores en paralelo)
Pérdida de carga externa	300 Pa
Presión estática interna	376 Pa
Presión estática total	676 Pa
Presión dinámica	22 Pa
Caudal de diseño	20000 m <sup>3</sup> /h
K Factor	355
Velocidad de rotación • Máxima	1459 RPM • 1610 RPM
Eficiencia (Reg327/2011)	72,7 %
Eficiencia	70,4 %
Potencia eléctrica de alimentación	2x2,67 kW
Class Power • PMREF (EN13053)	P1 • 7,53 kW
SFPv Class • SFPv (EN13053)	SFP2 • 889 W/(m <sup>3</sup> /s)

### Datos del motor

Clase de eficiencia	IE5
Potencia • Corriente nominal	3,4 kW • 5,4 A
Conexión eléctrica	3Ph-380-480V

Se ha considerado el efecto sistema en el rendimiento del ventilador

## 10) Sección vacía Retorno

Longitud	800 mm
Nota	Sección vacía para panel de control.

## 11) Sección vacía Retorno

Longitud	470 mm
----------	--------

## 12) Compuerta Retorno

Pérdida de carga	9 Pa
Material	Galvanizado
Montaje	Interna • Right
Dimensiones (AltoxAncho)	1010x2080 mm
Par	15 Nm

## Lista de secciones

Num.	Altura (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Peso (Kg)	Transportable
1	1440	2400	780	231	Contenedor o camión
2	2780	2400	440	548	Transporte especial
3	1440	2400	1520	404	Contenedor o camión
4	1440	2400	1250	382	Contenedor o camión
5	1340	2400	2310	440	Transporte especial
6	1340	2400	780	148	Contenedor o camión

## Lista de opcionales

---

### Opciones generales

- Tejadillo para intemperie
- Pallet para contenedor
- Bolsa con barrera contra la humedad (Almacenamiento externo)

### 1) Compuerta Impulsión

Act. Motorizado ON-OFF 24V

### 2) Filtro Impulsión

Presostato diferencial 50-500 Pa

### 5) Ventilador Impulsión

Transductor de caudal de aire y/o presión

### 7) Filtro Impulsión

Presostato diferencial 50-500 Pa

### 8) Filtro Retorno

Presostato diferencial 50-500 Pa

### 9) Ventilador Retorno

Transductor de caudal de aire y/o presión

### 12) Compuerta Retorno

Act. Motorizado ON-OFF 24V

### Opciones especiales

Panel de control en ejecución especial (Incluye cuatro sondas de temperatura, pasarela de comunicación BACnet y seta de paro de emergencia).

## Informe de nivel sonoro

<b>Impulsión</b>									
<b>Potencia sonora (dB)</b>	<b>63Hz</b>	<b>125Hz</b>	<b>250Hz</b>	<b>500Hz</b>	<b>1kHz</b>	<b>2kHz</b>	<b>4kHz</b>	<b>8kHz</b>	<b>AVG dB (A)</b>
<b>Entrada del ventilador</b>	86	86	82	78	73	70	67	70	80
<b>Salida del ventilador</b>	88	94	85	87	83	81	77	75	89
<b>Entrada unidad</b>	86	83	79	74	67	63	56	59	76
<b>Salida unidad</b>	88	88	79	81	74	69	57	55	81
<b>Externo</b>	74	82	69	69	65	61	57	41	72
<b>Presión Constante</b>	63	71	58	58	54	50	46	30	61

\* Simple source in free field, spherical propagation

<b>Retorno</b>									
<b>Potencia sonora (dB)</b>	<b>63Hz</b>	<b>125Hz</b>	<b>250Hz</b>	<b>500Hz</b>	<b>1kHz</b>	<b>2kHz</b>	<b>4kHz</b>	<b>8kHz</b>	<b>AVG dB (A)</b>
<b>Entrada del ventilador</b>	76	82	73	70	67	64	60	62	74
<b>Salida del ventilador</b>	80	89	78	80	76	74	70	66	82
<b>Entrada unidad</b>	76	81	72	69	64	60	52	54	72
<b>Salida unidad</b>	80	89	78	80	76	74	70	66	82
<b>Externo</b>	66	77	62	62	58	54	50	32	65
<b>Presión Constante</b>	55	66	51	51	47	43	39	21	54

\* Simple source in free field, spherical propagation

## NRVU - Reglamento (EU) No 1253/2014 de 7 de Julio de 2014

Fabricante	Daikin Applied Europe S.p.a.
Número de serie	635153
Tipo (NRVU, UVU o BVU)*	NRVU BVU
Tipo Inverter	Inverter (incluido en el ventilador)
Tipo recuperador	Other
Eficiencia térmica recuperador (EN308)	79 %
Caudal nominal NRVU	
<i>Impulsión</i>	5,56 m <sup>3</sup> /s
<i>Retorno</i>	5,56 m <sup>3</sup> /s
Potencia eléctrica efectiva	
<i>Impulsión</i>	12,22 kW
SFP interno	842 W/(m <sup>3</sup> /s)
Velocidad frontal con caudal de diseño	
<i>Impulsión</i>	1,9 m/s
<i>Retorno</i>	1,9 m/s
Pérdida de carga interna nominal	
<i>Impulsión</i>	272 Pa
<i>Retorno</i>	317 Pa
Pérdida de carga externa nominal	
<i>Impulsión</i>	300 Pa
<i>Retorno</i>	300 Pa
Eficiencia (Reg327/2011)	
<i>Impulsión</i>	72 %
<i>Retorno</i>	73 %
Fuga externa (RU) +400Pa • -400Pa	0,54 % • 0,27 %
Máxima fuga interna	3 %
Condiciones exteriores verano	33,2 °C • 37 %
Condiciones exteriores invierno	5,8 °C • 81 %
Clasificación energética filtro	A E
Aviso mantenimiento filtro**	Visualizado en controlador HMI
Nivel potencia sonora (LWA)	Please refer to Selection Software
Instrucciones de montaje/desmontaje	<a href="http://www.daikinapplied.eu/en/index/page/download">http://www.daikinapplied.eu/en/index/page/download</a>

\* Cumplimiento Regulación (EU) No 1253/2014 de Julio 2014

\*\* Limpiar/sustituir filtro(s) cuando la pérdida de carga máxima se alcanza o cuando un aviso es mostrado en la pantalla del controlador

## Unidades Exteriores VRV: REYQ-U Recuperación de Calor

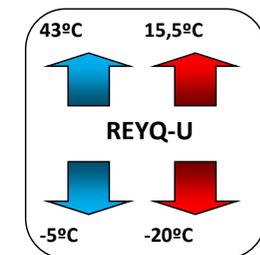
### Descripción:

Unidad exterior de sistema VRV-IV+ (Volumen de Refrigerante Variable y Temperatura de Refrigerante Variable) Recuperación de Calor, marca Daikin, modelo REYQ-U, de expansión directa, condensación por aire, para montaje individual o en combinación, control mediante microprocesador, con compresores scroll herméticamente sellados con control Inverter de capacidad mediante regulación de frecuencia. Tratamiento anticorrosivo especial del intercambiador de calor, con función de recuperación y carga automática de refrigerante adicional, prueba automática de funcionamiento y ajuste de limitación de consumo de energía (función I-Demand). Rango de funcionamiento nominal frío desde -5 a 43°C de temperatura exterior bulbo seco, y calor desde -20 a 15,5°C de temperatura exterior de bulbo húmedo. Longitud total máxima de tubería frigorífica de 1.000 m, longitud máxima entre unidad exterior y unidad interior más alejada de 165 m (190 metros equivalentes), diferencia máxima de altura de instalación de 90 m si la unidad se encuentra por encima de las unidades interiores. Máxima diferencia de altura entre unidades interiores de 30m (15m en caso de instalación de caja hidráulica). Caudal de aire de condensación con dirección de descarga vertical superior. Presión estática alta en ventilador de 78 Pa, lo que permite conducir el aire de descarga mediante conducto. Utiliza refrigerante ecológico R410A. Necesario instalación de cajas inversoras de ciclo BSQ-A para funcionamiento simultáneo en frío o calor de todas las unidades interiores de un mismo sistema.

### Datos técnicos según modelo de REYQ-U

		REYQ8U	REYQ10U	REYQ12U	REYQ14U	REYQ16U	REYQ18U	REYQ20U
<b>Capacidad nominal*</b>	Refrigeración (kW)	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	50,4	52,0
	Calefacción (kW)	25,0	31,5	37,5	45,0	50,0	56,5	63,0
<b>Consumo eléctrico</b>	Refrigeración (kW)	5,31	7,16	9,23	10,70	12,78	15,27	17,28
	Calefacción (kW)	5,51	7,39	9,42	11,31	12,89	14,30	17,50
<b>Rendimiento</b>	SEER	7,20	6,70	6,50	6,50	6,20	6,30	6,20
	SCOP	4,20	4,30	4,70	4,30	4,30	4,40	4,10
<b>LOT21</b>	η <sub>s,c</sub> % (refrigeración)	286,1	264,8	257,0	255,8	243,1	250,6	246,7
	η <sub>s,h</sub> % (calefacción)	165,1	169,7	183,8	168,3	167,5	172,5	162,7
<b>Unidades interiores conectables</b>	n° (max)	17	22	26	30	35	39	43
<b>Índice capacidad interiores</b>	mín/nom/max	100 / 200 / 260	125 / 250 / 325	150 / 300 / 390	175 / 350 / 455	200 / 400 / 520	225 / 450 / 585	250 / 500 / 650
<b>Alimentación eléctrica</b>	V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V
<b>Compresor</b>	Tipo	SCROLL						
	Cantidad	1	1	1	2	2	2	2
	Modelo	INVERTER						
<b>Conexiones</b>	Líquido	ø 9,52 (3/8")	ø 9,52 (3/8")	ø 12,7 (1/2")	ø 12,7 (1/2")	ø 12,7 (1/2")	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")
	Gas descarga	ø 15,9 (5/8")	ø 19,1 (3/4")	ø 19,1 (3/4")	ø 22,2 (7/8")	ø 22,2 (7/8")	ø 22,2 (7/8")	ø 28,6 (1 1/8")
	Gas aspiración	ø 19,1 (3/4")	ø 22,2 (7/8")	ø 28,6 (1 1/8")				
<b>Refrigerante</b>	Tipo	R-410A						
<b>Caudal de aire</b>	Refrig/Calef (m³/min)	162	175	185	223	260	251	261
<b>Dimensiones</b>	Alto (mm)	1685	1685	1685	1685	1685	1685	1685
	Ancho (mm)	930	930	930	1240	1240	1240	1240
	Fondo (mm)	765	765	765	765	765	765	765
<b>Peso</b>	kg	230	230	230	314	314	317	317
<b>Presión sonora</b>	dB(A)	57	57	61	60	63	62	65
<b>Nº de unidades exteriores</b>	Modulos	1	1	1	1	1	1	1
<b>Primera derivación</b>		KHRQ23M29T	KHRQ23M29T	KHRQ23M64T	KHRQ23M64T	KHRQ23M64T	KHRQ23M64T	KHRQ23M64T

\*Capacidades nominales: Refrigeración (temp. interior 27°CBS, temp exterior 35°CBS); Calefacción (temp. interior 20°CBS, temp. exterior 7°CBS)



DERIVACIONES: 3 y 2 tubos	COLECTORES: 3 tubos	Índices
KHRQ23M20T / KHRQ22M20T	KHRQ23M29H	índice < 200
KHRQ23M29T / KHRQ22M29T	KHRQ23M29H	200 ≤ ind. < 290
KHRQ23M64T / KHRQ22M64T	KHRQ23M64H	290 ≤ ind. < 640
KHRQ23M75T / KHRQ22M75T	KHRQ23M75H	640 ≤ índice

CAJA BS	Índices	CAJA BS	Índices
BS1Q10A	100	BS8Q14A	8 x 140 Max 750
BS1Q16A	160	BS10Q14A	10 x 140 Max 750
BS1Q25A	250	BS12Q14A	12 x 140 Max 750
BS4Q14A	4 x 140 Max 400	BS16Q14A	16 x 140 Max 750
BS6Q14A	6 x 140 Max 600		

## Unidades Exteriores VRV: REYQ-U Recuperación de Calor

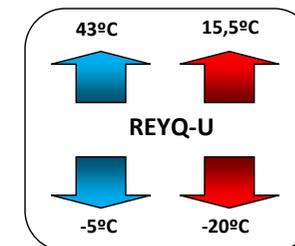
### Descripción:

Unidad exterior de sistema VRV-IV+ (Volumen de Refrigerante Variable y Temperatura de Refrigerante Variable) Recuperación de Calor, marca Daikin, modelo REYQ-U, de expansión directa, condensación por aire, para montaje individual o en combinación, control mediante microprocesador, con compresores scroll herméticamente sellados con control Inverter de capacidad mediante regulación de frecuencia. Tratamiento anticorrosivo especial del intercambiador de calor, con función de recuperación y carga automática de refrigerante adicional, prueba automática de funcionamiento y ajuste de limitación de consumo de energía (función I-Demand). Rango de funcionamiento nominal frío desde -5 a 43°C de temperatura exterior bulbo seco, y calor desde -20 a 15,5°C de temperatura exterior de bulbo húmedo. Longitud total máxima de tubería frigorífica de 1.000 m, longitud máxima entre unidad exterior y unidad interior más alejada de 165 m (190 metros equivalentes), diferencia máxima de altura de instalación de 90 m si la unidad se encuentra por encima de las unidades interiores. Máxima diferencia de altura entre unidades interiores de 30m (15m en caso de instalación de caja hidráulica). Caudal de aire de condensación con dirección de descarga vertical superior. Presión estática alta en ventilador de 78 Pa, lo que permite conducir el aire de descarga mediante conducto. Utiliza refrigerante ecológico R410A. Necesario instalación de cajas inversoras de ciclo BSQ-A para funcionamiento simultáneo en frío o calor de todas las unidades interiores de un mismo sistema.

### Datos técnicos según modelo de REYQ-U

		REYQ22U	REYQ24U	REYQ26U	REYQ28U	REYQ30U	REYQ32U	REYQ34U	REYQ36U
<b>Capacidad nominal*</b>	Refrigeración (kW)	61,5	67,4	73,5	78,5	83,9	90,0	95,4	97,0
	Calefacción (kW)	69,0	75,0	82,5	87,5	94,0	100,0	106,5	113,0
<b>Consumo eléctrico</b>	Refrigeración (kW)	16,40	18,12	19,97	22,05	24,46	25,64	28,06	30,12
	Calefacción (kW)	16,83	18,43	20,73	22,32	23,68	25,77	27,17	30,38
<b>Rendimiento</b>	SEER	6,60	6,50	6,50	6,4	6,7	6,2	6,6	6,5
	SCOP	4,50	4,30	4,50	4,40	4,60	4,30	4,40	4,20
<b>LOT21</b>	ηs,c % (refrigeración)	260,4	257,7	257,5	251,9	266,8	243,1	259,2	255,3
	ηs,h% (calefacción)	178,5	167,6	175,5	174,8	179,4	169,1	172,0	166,3
<b>Unidades interiores conectables</b>	n° (max)	47	52	56	60	64	64	64	64
<b>Índice capacidad interiores</b>	min / nom / max	275 / 550 / 715	300 / 600 / 780	325 / 650 / 845	350 / 700 / 910	375 / 750 / 975	400 / 800 / 1.040	425 / 850 / 1.105	450 / 900 / 1.170
<b>Alimentación eléctrica</b>	V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V	III / 380-415 V
<b>Compresor</b>	Tipo	SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL	SCROLL
	Cantidad	2	3	3	3	3	4	4	4
	Modelo	INVERTER	INVERTER	INVERTER	INVERTER	INVERTER	INVERTER	INVERTER	INVERTER
<b>Conexiones</b>	Líquido	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")	ø 19,1 (3/4")	ø 19,1 (3/4")	ø 19,1 (3/4")	ø 19,1 (3/4")	ø 19,1 (3/4")	ø 19,1 (3/4")
	Gas descarga	ø 28,6 (1 1/8")	ø 28,6 (1 1/8")	ø 28,6 (1 1/8")					
	Gas aspiración	ø 28,6 (1 1/8")	ø 34,9 (1 3/8")	ø 34,9 (1 3/8")	ø 41,3 (1 5/8")				
<b>Refrigerante</b>	Tipo	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A
<b>Caudal de aire</b>	Refrig/Calef (m³/min)	360	422	408	445	436	520	511	521
<b>Dimensiones</b>	Alto (mm)	1685	1685	1685	1685	1685	1685	1685	1685
	Ancho (mm)	1880	2190	2190	2190	2190	2500	2500	2500
	Fondo (mm)	765	765	765	765	765	765	765	765
<b>Peso</b>	kg	460	544	544	544	547	628	631	631
<b>Presión sonora</b>	dB(A)	62,5	64,0	63,5	65,1	64,5	66,0	65,5	67,1
<b>Nº de unidades exteriores</b>	Modulos	10 + 12	8+16	12+14	12+16	12+18	16+16	16+18	16+20
<b>Primera derivación</b>		KHRQ23M64T	KHRQ23M75T	KHRQ23M75T	KHRQ23M75T	KHRQ23M75T	KHRQ23M75T	KHRQ23M75T	KHRQ23M75T

\*Capacidades nominales: Refrigeración (temp. interior 27°CBS, temp exterior 35°CBS); Calefacción (temp. interior 20°CBS, temp. exterior 7°CBS)



DERIVACIONES: 3 y 2 tubos	COLECTORES: 3 tubos	Índices
KHRQ23M20T / KHRQ22M20T	KHRQ23M29H	índice < 200
KHRQ23M29T / KHRQ22M29T	KHRQ23M29H	200 ≤ ind., < 290
KHRQ23M64T / KHRQ22M64T	KHRQ23M64H	290 ≤ ind., < 640
KHRQ23M75T / KHRQ22M75T	KHRQ23M75H	640 ≤ índice

Conexión ext	KIT
2 Módulos	BHFQ23P907
3 Módulos	BHFQ23P1357

CAJA BS	Índices	CAJA BS	Índices
BS1Q10A	100	BS8Q14A	8 x 140 Max 750
BS1Q16A	160	BS10Q14A	10 x 140 Max 750
BS1Q25A	250	BS12Q14A	12 x 140 Max 750
BS4Q14A	4 x 140 Max 400	BS16Q14A	16 x 140 Max 750
BS6Q14A	6 x 140 Max 600		

## Unidades Interiores VRV: FXFQ-A Cassette Round Flow

### Descripción:

Unidad interior de cassette Round Flow (flujo radial 360°) de expansión directa marca Daikin, modelo FXFQ-A, válida para montaje múltiple en sistemas VRV (Volumen de Refrigerante Variable), DC Inverter, con válvula de expansión electrónica incorporada. Alimentación monofásica 220V independiente. Incorpora bloque de terminales F1-F2 para cable de 2 hilos de transmisión y control (bus D-III Net de Daikin) a unidad exterior. Conexión tubería drenaje 32 mm. Control por microprocesador, con orientación vertical automática (distribución radial uniforme de 360° del aire, prevención de corrientes de aire y suciedad en el techo), señal de limpieza de filtro y filtro de aire de succión. Panel decorativo BYCQ140D opcional necesario. Posibilidad de opcional de mando a distancia por infrarrojos o bien de mando a distancia con cable (programación diaria o semanal). Incorpora función de ahorro de energía modo ventilador. Incluye bomba de drenaje de serie. Utiliza refrigerante ecológico R410A

### Datos técnicos según modelo de FXFQ-A

		FXFQ20A	FXFQ25A	FXFQ32A	FXFQ40A	FXFQ50A	FXFQ63A	FXFQ80A	FXFQ100A	FXFQ125A
<b>Capacidad nominal</b>	Refrigeración (kW)	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1	9,0	11,2	14,0
	Calefacción (kW)	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0
<b>Consumo eléctrico</b>	Refrigeración (W)	38	38	38	38	53	61	92	115	186
	Calefacción (W)	38	38	38	38	53	61	92	115	186
<b>Dimensiones</b>	Unidad (AlxAxF)(mm)	204 x 840 x 840	246 x 840 x 840	246 x 840 x 840	288 x 840 x 840					
<b>Peso</b>	kg	19	19	19	20	21	21	24	24	26
<b>Panel decorativo</b>	Modelo	BYCQ140D								
	Dimensiones (AlxAxF)(mm)	50 x 950 x 950								
	Peso (kg)	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
<b>Presión sonora</b>	Velocidad Alta [dB(A)]	31	31	31	33	33	35	38	43	45
	Velocidad Baja [dB(A)]	28	28	28	29	29	30	30	30	36
<b>Caudal de aire</b>	Velocidad Alta (m³/min)	12,5	12,5	12,5	13,6	15,0	16,5	22,8	26,5	33,0
	Velocidad Baja (m³/min)	8,8	8,8	8,8	9,5	10,5	10,5	12,4	12,4	19,9
<b>Velocidades del ventilador</b>	Etapas	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Refrigerante</b>	Tipo	R-410A								
<b>Conexiones de tubería</b>	Líquido (mm)(pulgadas)	ø 6,4 (1/4")	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")				
	Gas (mm)(pulgadas)	ø 12,7 (1/2")	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")	ø 15,9 (5/8")				

### Opcionales según modelo de FXFQ-A

	20-25-32-40-50-63-80-100-125
<b>Panel decorativo autolimpiable</b>	BYCQ140DG
<b>Filtro de larga duración</b>	KAFP551K160
<b>Kit de admisión de aire fresco (Se necesitan las dos partes)</b>	KDDQ55B140-1 y KDDQ55B140-2**
<b>Elemento de sellado de salida de descarga de aire</b>	KDBHQ55B140
<b>Mando a distancia por infrarrojos</b>	BRC7FA532F**
<b>Mando a distancia por cable</b>	BRC1D528 / BRC1E53A7
<b>Sensor de presencia</b>	BRYQ140A7
<b>Mando a distancia por cable simplificado</b>	BRC2E52C7
<b>Adaptador marcha/paro, estado y error. Una placa por sistema</b>	KRP2A51 *
<b>Adaptador marcha/paro, estado y error. Una placa por interior</b>	KRP4A53 **
<b>Adaptador de entrada digital</b>	BRP7A53
<b>Adaptador de cableado. Contador por horas</b>	EKRP1C11 *
<b>Sensor de temperatura remoto</b>	KRCS01-4B
<b>Adaptador multi-inquilino. Alimentación continua.</b>	DTA114A61 *
<b>Control wifi</b>	ES.DKNWSERVER

\*Se necesita caja de instalación KRP1H98

\*\* No disponible con los paneles BYCQ140DG



# ***Anexo F***

## **Fichas técnicas equipos fontanería**

- Tuberías de polipropileno Aquaterm
- Bombas Ebara serie AP MATRIX-1
- Detector de fugas Wöhler DP700
- Detector de fugas por ultrasonidos Wöhler UL 23

# Wöhler DP 700 Leakage Tester

## TECHNICAL DATA

### Pressure

Principle.....piezoresistive semiconductor sensor  
 Measurement range ..... ± 7000 Pa  
 Resolution ..... 0.1 Pa... ± 900 Pa, thereafter 1 Pa  
 Accuracy..... ± 0.5 Pa or ± 2.5 % of reading

### Volume flow

(based on 1013 hPa and 20 °C)

Principle.....Hot film anemometer  
 Measurement range ..... 0.0000 to 55.00 l/s  
 Resolution ..... 0.0001 l/s to 0.3000 l/s, 0.001 l/s to 3.000 l/s,  
 0.01 l/s > 3.00 l/s  
 Accuracy..... ± 0.0009 l/s or 5% of reading

### General technical data

Power supply..... 110...230 V, 50...60 Hz  
 Power consumption ..... Max. 9 A  
 Operating temperature range 5 °C...40 °C  
 Storage temperature range ...- 20 °C...+ 50 °C  
 Weight.....9.5 kg

## Wöhler UL 23 Ultrasonic Leak Detector



### Wöhler UL 23 Ultrasonic Leak Detector:

Leak detection at e.g.:

- gas lines
- water lines
- refrigerant units
- pneumatic systems
- hydraulic systems
- vacuum systems
- electrical systems: switches, relays and other contacts

### Function

A leak is a not wanted flow of a substance out of a system, or in a vacuum into the system. Friction in flow, water in pipes and air out of a tire create sound. The sound we can hear is less than a third of the total spectrum of frequencies generated. The sound from small leaks is mostly ultrasonic. Humans cannot hear this because it is above the human spectral range. In order for a leak to generate ultrasonic frequencies, the flow through the leak has to be turbulent. The velocity of the moving gas must be high in relation to the orifice. The Wöhler UL 22 receives the ultrasonic sound that is emitted by a leak, processes it, and displays its level. The larger the leak, the higher the indication. In addition to the display, it produces an audio reproduction of the leak sound. The intensity of the audio will change proportionally to the ultrasonic sound level.

### Technical Data

<b>Frequency regulation:</b>	Precision-Quarzoszillator
<b>Output frequency:</b>	40 kHz ( $\pm 2.5$ Hz)
<b>Indicator:</b>	acoustic signal and level LEDs
<b>Output intensity:</b>	115 dB at 30 cm
<b>Wave conductor:</b>	200 mm long
<b>Sonic probe:</b>	200 mm long
<b>Work temperature:</b>	-20...45 °C
<b>Current supply:</b>	9V Block battery
<b>Service life:</b>	70 hours permanent use
<b>Weight:</b>	1.25 kg in complete case

### Wöhler UL 23 Ultrasonic Leak Detector

Wöhler UL 23 ultrasonic leak detector, headset, wave guide, sonic probe

Order No. 3620 J

### Wöhler UL 23 Ultrasonic Leak Detector Set

Wöhler UL 23 ultrasonic leak detector, Wöhler US 23 ultrasonic sound generator, wave conductor, headset, plastic case Midi 60

Order No. 3630 J



EBARA

www.ebara.es

## VELOCIDAD FIJA

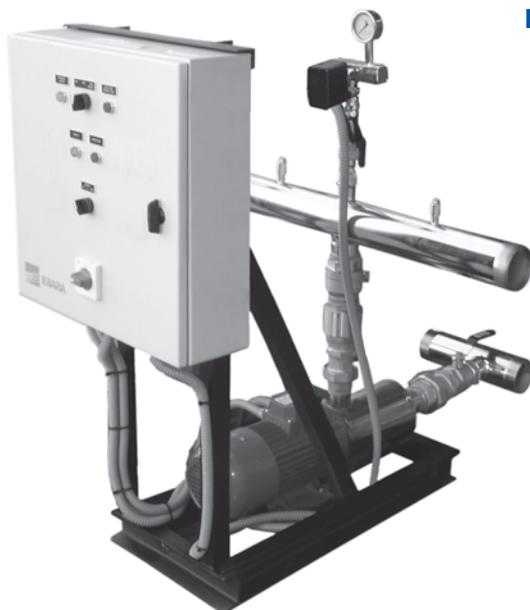
1 bomba multietapa horizontal  
Tipo MATRIX  
Serie AP MATRIX-1

*Grupos de presión destinados a satisfacer las demandas de aquellas instalaciones donde se requiera un suministro variable o con grandes fluctuaciones de caudal de agua a presión. Diseñados y contruidos bajo las diferentes normativas, tanto nacionales como de la Comunidades Autónomas. Suministro de agua a presión en bloques de viviendas, instalaciones fabriles e industriales, edificios singulares, instalaciones deportivas, hoteles, hospitales, colegios, etc.*

# IE2

Curvas y tablas de características  
Tabla de selección rápida  
Dimensiones

Pág. 19  
Pág. 24-25  
Pág. 27



### CONSTRUCCIÓN

Compuestos básicamente por un equipo de bombeo (bomba Matrix multietapa horizontal), y otro de acumulación (calderín de membrana o galvanizado). Todos ellos montados formando un Grupo Autónomo Compacto y listo para ser instalado.

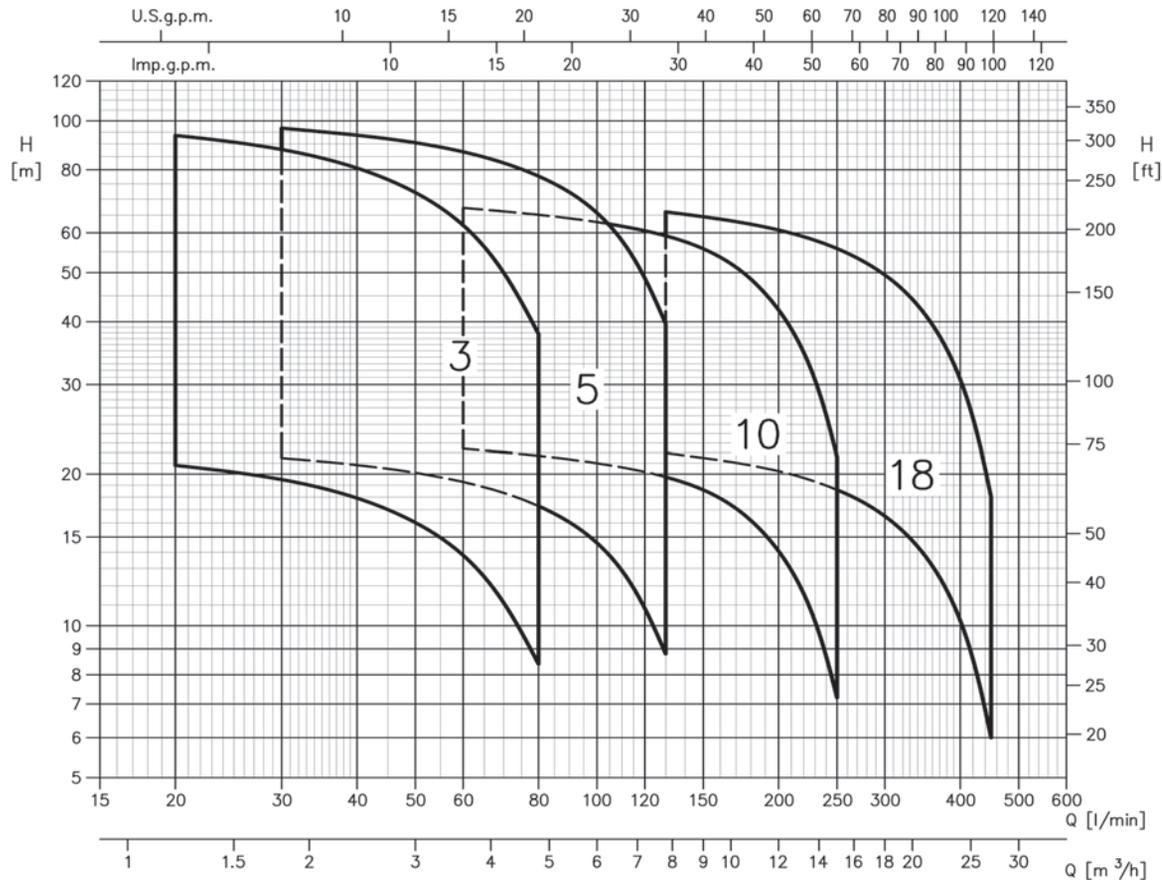
### COMPOSICIÓN DE LOS GRUPOS AP MATRIX-1

- 1 bomba modelo MATRIX, centrífuga multietapa horizontal construida en acero inoxidable AISI 304.
- Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico, especialmente robusta, con tratamiento anticorrosión y equipada con taladros de fijación.
- Válvulas de corte en la impulsión, de tipo esfera, fabricada en latón cromado, accionada por palanca, de alta estanqueidad.
- Válvulas anti-retorno de gran fiabilidad y reducida pérdida de carga. Evita retornos de agua y protege a la bomba del "golpe de ariete".
- Válvulas de corte en aspiración (opcional) de tipo esfera con palanca.
- Manómetro para lectura de la presión y regulación de los presostatos.
- Presostato con diferencial regulable.
- Válvula de aislamiento para presostato y manómetro. Permite el fácil mantenimiento de estos elementos.
- Colector de impulsión.
- Colector de aspiración (opcional).
- Depósito acumulador de agua a presión, con membrana de caucho atóxico recambiable según versiones.

- Cuadro eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo:
  - 380V III + N 50Hz (bajo demanda otras tensiones y/o frecuencias).
  - Armario metálico o de PVC.
  - Automatismo de alternancia de arranques entre bombas.
  - Contactor de arranque directo.
  - Protección térmica del motor mediante fusibles y relé térmico, térmico electrónico o magnetotérmico.
  - Piloto verde de bomba en marcha.
  - Piloto rojo de disparo térmico.
  - Selector Manual-0-Automático.
  - Bornas de conexión con salidas numeradas.
  - Protección contra trabajo en vacío por regulador de nivel.
  - Interruptor automático o fusible de protección para circuito de maniobra.
- Soporte metálico para cuadro eléctrico fijado sólidamente a la bancada, pudiéndose desmontar el cuadro eléctrico fácilmente de él si se desea para fijarlo a la pared por ejemplo.
- Regulador de nivel a instalar en el aljibe para proteger al grupo contra el trabajo en seco.
- Bajo demanda se pueden incorporar al cuadro base los más diversos accesorios tales como:
  - Cuentahoras - Voltímetros - Amperímetros - Transformadores*
  - Relojes programadores - Repetición de señales a distancia (contactos libres de tensión) - Sirenas de alarma - Presostatos de seguridad por alta o baja presión - etc.*

**1 Bomba multicelular vertical**  
**Tipo MATRIX**  
**Series AP MATRIX-1 (VV)**

## CURVAS DE CARACTERÍSTICAS MATRIX - 1 bomba (según ISO 9906 / 2)



### TABLA DE CARACTERÍSTICAS

Modelo	kW	CV	l/min m³/h	Q=Caudal															
				0	20	30	45	60	80	100	130	160	200	250	300	350	400	450	
				H=Altura manométrica total (m)															
AP MATRIX 5-4-1 DM	0,9	1,2	46	-	43	41	38,6	34,7	29,4	17,6	-	-	-	-	-	-	-		
AP MATRIX 5-5-1 DM	1,3	1,8	57,5	-	54	51	48,5	43,5	36,7	22	-	-	-	-	-	-	-		
AP MATRIX 5-6-1 DM	1,3	1,8	69	-	64,5	61,5	58	52	44	26,4	-	-	-	-	-	-	-		
AP MATRIX 5-7-1 DM	1,5	2	80,5	-	75,5	72	67,5	61	51,5	30,8	-	-	-	-	-	-	-		
AP MATRIX 5-8-1 DM	2,2	3	92	-	86	82	77	69,5	58,5	35,2	-	-	-	-	-	-	-		
AP MATRIX 5-9-1 DM	2,2	3	104	-	97	92	87	78	66	39,6	-	-	-	-	-	-	-		
AP MATRIX 10-3-1 DM	1,3	1,8	36	-	-	-	33,3	32,1	30,9	28,6	25,5	19,3	8,7	-	-	-	-		
AP MATRIX 10-4-1 DM	1,5	2	48	-	-	-	44,5	43	41	38,1	34	25,7	11,6	-	-	-	-		
AP MATRIX 10-5-1 DM	2,2	3	60	-	-	-	55,5	53,5	51,5	47,5	42,5	32,1	14,5	-	-	-	-		
AP MATRIX 10-6-1 DM	2,2	3	72	-	-	-	66,5	64,5	62	57	51	38,5	17,4	-	-	-	-		
AP MATRIX 18-3-1 DM	2,2	3	36,3	-	-	-	-	-	-	33	31,9	30,4	28,1	25,2	21,3	15,5	7,8		
AP MATRIX 18-4-1 DM	3	4	48,5	-	-	-	-	-	-	44	42,5	40,5	37,4	33,6	28,4	20,6	10,4		
AP MATRIX 18-5-1 DM	4	5,5	60,5	-	-	-	-	-	-	55	53	50,5	47	42	35,5	25,8	13		
AP MATRIX 18-6-1 DM	4	5,5	72,5	-	-	-	-	-	-	66	64	60,5	56	50,5	42,5	30,9	15,6		

## TABLA DE GRUPOS (1 Bomba MATRIX o EVMG) SELECCIÓN RÁPIDA Series AP MATRIX-1 (VV) y APG-1 (VV)(-ED)

	CAUDAL (m³/h)									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	
ALtura MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.l.)	25	APG 5-4-1 (VV) MATRIX 5-4-1 (VV)	APG 5-4-1 (VV) MATRIX 5-4-1 (VV)	APG 5-5-1 (VV) MATRIX 5-4-1 (VV)	APG 5-4-1 (VV) MATRIX 10-3-1 (VV)	APG 10-3-1 (VV) MATRIX 10-4-1 (VV)	APG 10-4-1 (VV)(ED) MATRIX 10-4-1 (VV)	APG 10-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-3-1 (VV)	APG 10-6-1 (VV)(ED) MATRIX 18-3-1 (VV)	APG 18-3-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)
	30	APG 5-4-1 (VV) MATRIX 5-4-1 (VV)	APG 5-4-1 (VV) MATRIX 5-4-1 (VV)	APG 5-5-1 (VV) MATRIX 5-5-1 (VV)	APG 10-4-1 (VV)(ED) MATRIX 10-4-1 (VV)	APG 10-4-1 (VV)(ED) MATRIX 10-4-1 (VV)	APG 10-5-1 (VV)(ED) MATRIX 10-5-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)	APG 18-3-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)	APG 18-3-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)
	35	APG 5-4-1 (VV) MATRIX 5-4-1 (VV)	APG 5-5-1 (VV) MATRIX 5-4-1 (VV)	APG 5-6-1 (VV) MATRIX 5-5-1 (VV)	APG 10-4-1 (VV)(ED) MATRIX 10-4-1 (VV)	APG 10-5-1 (VV)(ED) MATRIX 10-5-1 (VV)	APG 10-6-1 (VV)(ED) MATRIX 10-6-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)	APG 18-3-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)
	40	APG 5-5-1 (VV) MATRIX 5-4-1 (VV)	APG 5-5-1 (VV) MATRIX 5-5-1 (VV)	APG 5-7-1 (VV) MATRIX 5-6-1 (VV)	APG 10-5-1 (VV)(ED) MATRIX 10-5-1 (VV)	APG 10-5-1 (VV)(ED) MATRIX 10-5-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)
	45	APG 5-5-1 (VV) MATRIX 5-5-1 (VV)	APG 5-6-1 (VV) MATRIX 5-5-1 (VV)	APG 5-8-1 (VV)(ED) MATRIX 5-7-1 (VV)	APG 10-5-1 (VV)(ED) MATRIX 10-5-1 (VV)	APG 10-6-1 (VV)(ED) MATRIX 10-6-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)	APG 18-5-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)
	50	APG 5-6-1 (VV) MATRIX 5-5-1 (VV)	APG 5-7-1 (VV) MATRIX 5-6-1 (VV)	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-7-1 (VV)	APG 10-6-1 (VV)(ED) MATRIX 10-6-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 18-5-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 18-5-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)
	55	APG 5-7-1 (VV) MATRIX 5-6-1 (VV)	APG 5-7-1 (VV) MATRIX 5-6-1 (VV)	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-8-1 (VV)	APG 10-6-1 (VV)(ED) MATRIX 10-6-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 18-5-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 18-5-1 (VV)(ED)	APG 18-6-1 (VV)(ED)
	60	APG 5-7-1 (VV) MATRIX 5-6-1 (VV)	APG 5-8-1 (VV)(ED) MATRIX 5-7-1 (VV)	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-9-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 18-5-1 (VV)(ED)	APG 18-5-1 (VV)(ED)	APG 18-6-1 (VV)(ED)
	65	APG 5-8-1 (VV)(ED) MATRIX 5-7-1 (VV)	APG 5-8-1 (VV)(ED) MATRIX 5-7-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 5-9-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED)	APG 10-10-1 (VV)	APG 18-5-1 (VV)(ED)	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 18-6-1 (VV)(ED)
	70	APG 5-8-1 (VV)(ED) MATRIX 5-7-1 (VV)	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-8-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED)	APG 10-8-1 (VV)(ED)	APG 10-10-1 (VV)	APG 18-5-1 (VV)(ED)	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 18-7-1 (VV)
	75	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-7-1 (VV)	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-8-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED)	APG 10-10-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV)	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 18-7-1 (VV)	APG 18-7-1 (VV)
	80	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-8-1 (VV)	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-9-1 (VV)	APG 10-8-1 (VV)(ED)	APG 10-10-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV)	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 18-7-1 (VV)	APG 18-8-1 (VV)
	85	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-8-1 (VV)	APG 5-11-1 (VV) MATRIX 5-9-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV)	APG 10-11-1 (VV)	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 18-7-1 (VV)	APG 18-7-1 (VV)	APG 18-8-1 (VV)
	90	APG 5-10-1 (VV)(ED) MATRIX 5-9-1 (VV)	APG 5-11-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV)	APG 10-12-1 (VV)	APG 18-7-1 (VV)	APG 18-7-1 (VV)	APG 18-8-1 (VV)	APG 18-10-1 (VV)
	95	APG 5-11-1 (VV) MATRIX 5-9-1 (VV)	APG 5-12-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV)	APG 10-11-1 (VV)	APG 10-12-1 (VV)	APG 18-7-1 (VV)	APG 18-8-1 (VV)	APG 18-8-1 (VV)	APG 18-10-1 (VV)
	100	APG 5-11-1 (VV)	APG 5-12-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV)	APG 10-11-1 (VV)	APG 10-10-1 (VV)	APG 18-7-1 (VV)	APG 18-8-1 (VV)	APG 18-10-1 (VV)	APG 18-10-1 (VV)

• Pérdidas en válvulas y accesorios no incluidas

VV: con variador de frecuencia.  
ED: con variador E-DRIVE.

	Tipo de bomba	Variador de frecuencia	Dimensiones en pag.
Grupos AP MATRIX-1	MATRIX	NO	27
Grupos AP MATRIX-1 VV	MATRIX	SI	27
Grupos APG-1	EVMG	NO	29-32
Grupos APG-1 VV(-ED)	EVMG	SI	29-32

## TABLA DE GRUPOS (1 Bomba MATRIX o EVMG) SELECCIÓN RÁPIDA Series AP MATRIX-1 (VV) y APG-1 (VV)(-ED)

	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)									
	20	22	25	30	35	40	45	50	55	
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.l.)	25	APG 18-3-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)	APG 32-2-0-1 (VV)	APG 32-2-0-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 45-2-2-1 (VV)	APG 45-2-2-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)	–
	30	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-4-1 (VV)	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)	APG 32-2-0-1 (VV)	APG 32-2-0-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 45-2-2-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)
	35	APG 18-4-1 (VV)(ED) MATRIX 18-5-1 (VV)	APG 18-5-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)	–
	40	APG 18-5-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	–
	45	APG 18-5-1 (VV)(ED) MATRIX 18-6-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 45-2-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)
	50	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 32-3-0-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)
	55	APG 18-6-1 (VV)(ED)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	–
	60	APG 18-7-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-4-2-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)
	65	APG 18-7-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)
	70	APG 18-8-1 (VV)	APG 32-4-0-1 (VV)	APG 32-5-3-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 45-3-0-1 (VV)	APG 45-4-2-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	–
	75	APG 18-8-1 (VV)	APG 32-5-3-1 (VV)	APG 32-5-3-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 45-4-2-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	–
	80	APG 18-10-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 32-7-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)
	85	APG 18-10-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 32-7-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)
	90	APG 18-10-1 (VV)	APG 32-5-0-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 32-7-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)
	95	APG 18-10-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 32-7-0-1 (VV)	APG 45-4-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	–
	100	APG 18-10-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 32-6-0-1 (VV)	APG 32-7-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	APG 45-5-0-1 (VV)	–

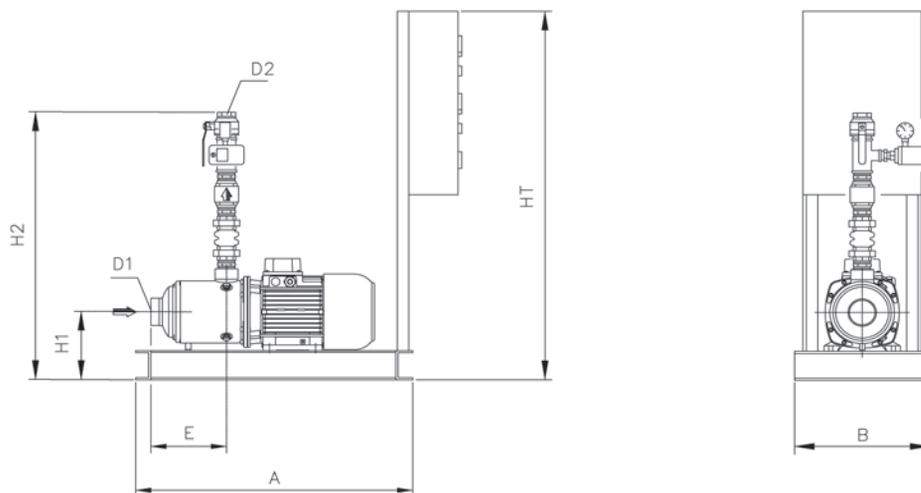
• Pérdidas en válvulas y accesorios no incluidas

VV: con variador de frecuencia.  
ED: con variador E-DRIVE.

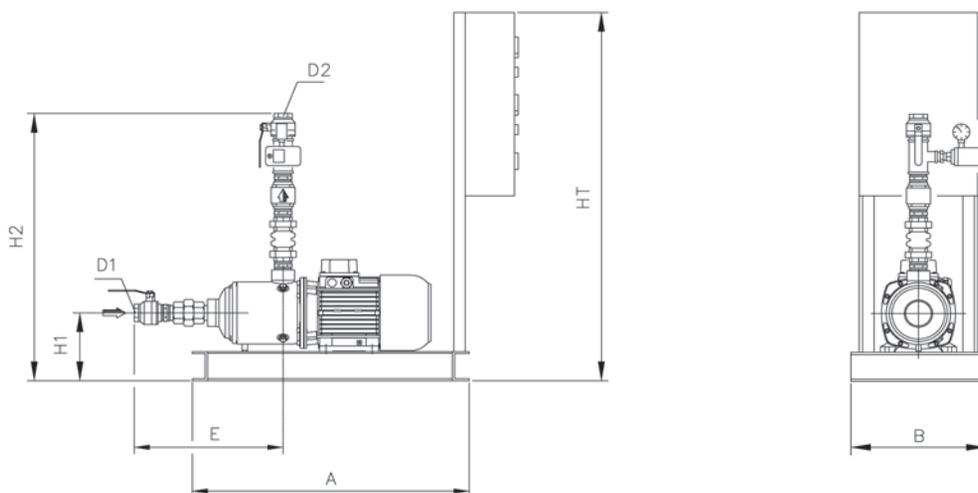
	Tipo de bomba	Variador de frecuencia	Dimensiones en pag.
Grupos AP MATRIX-1	MATRIX	NO	27
Grupos AP MATRIX-1 VV	MATRIX	SI	27
Grupos APG-1	EVMG	NO	29-32
Grupos APG-1 VV(ED)	EVMG	SI	29-32

## 1 Bomba multietapa horizontal Tipo MATRIX Serie AP MATRIX-1 (VV)

### Grupo base



### Grupo con tramo de aspiración



### TABLA DE DIMENSIONES

Curvas de características de Grupos AP MATRIX-1 (DM)(VV) en pags. 35-36

Tipo de Grupo	Tipo de bomba	Potencia		Dimensiones (mm)										
		kW	CV	A	B	C	D1		D2	E		H1	H2	HT
AP MATRIX 5-4-1 (DM) (VV)	MATRIX 5-4/0,9	0,9	1,2	800	300	-	1 1/4"	1 1/4"	1"	125	225	160	380	1400
AP MATRIX 5-5-1 (DM) (VV)	MATRIX 5-5/1,3	1,3	1,8	800	300	-	1 1/4"	1 1/4"	1"	150	250	160	380	1400
AP MATRIX 5-6-1 (DM) (VV)	MATRIX 5-6/1,3	1,3	1,8	800	300	-	1 1/4"	1 1/4"	1"	175	275	160	380	1400
AP MATRIX 5-7-1 (DM) (VV)	MATRIX 5-7/1,5	1,5	2	800	300	-	1 1/4"	1 1/4"	1"	200	300	160	380	1400
AP MATRIX 5-8-1 (DM) (VV)	MATRIX 5-8/2,2	2,2	3	800	300	-	1 1/4"	1 1/4"	1"	225	325	160	380	1400
AP MATRIX 5-9-1 (DM) (VV)	MATRIX 5-9/2,2	2,2	3	800	300	-	1 1/4"	1 1/4"	1"	250	350	160	380	1400
AP MATRIX 10-3-1 (DM) (VV)	MATRIX 10-3/1,3	1,3	1,8	800	300	-	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	120	220	160	380	1400
AP MATRIX 10-4-1 (DM) (VV)	MATRIX 10-4/1,5	1,5	2	800	300	-	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	150	250	160	380	1400
AP MATRIX 10-5-1 (DM) (VV)	MATRIX 10-5/2,2	2,2	3	800	300	-	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	180	280	160	380	1400
AP MATRIX 10-6-1 (DM) (VV)	MATRIX 10-6/2,2	2,2	3	800	300	-	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	210	310	160	380	1400
AP MATRIX 18-3-1 (DM) (VV)	MATRIX 18-3/2,2	2,2	3	800	300	-	2"	2"	1 1/2"	140	295	160	400	1400
AP MATRIX 18-4-1 (DM) (VV)	MATRIX 18-4/3	3	4	800	300	-	2"	2"	1 1/2"	180	335	160	400	1400
AP MATRIX 18-5-1 (DM) (VV)	MATRIX 18-5/4	4	5,5	800	300	-	2"	2"	1 1/2"	215	370	170	410	1400
AP MATRIX 18-6-1 (DM) (VV)	MATRIX 18-6/4	4	5,5	800	300	-	2"	2"	1 1/2"	255	410	170	410	1400

Cotas orientativas no aptas para implantación definitiva.

(D1: Diámetro Nominal de Aspiración - D2: Diámetro Nominal de Impulsión)

EBARA se reserva el derecho de introducir modificaciones sin previo aviso.

DM: sin variador de frecuencia / VV: con variador de frecuencia.



EBARA

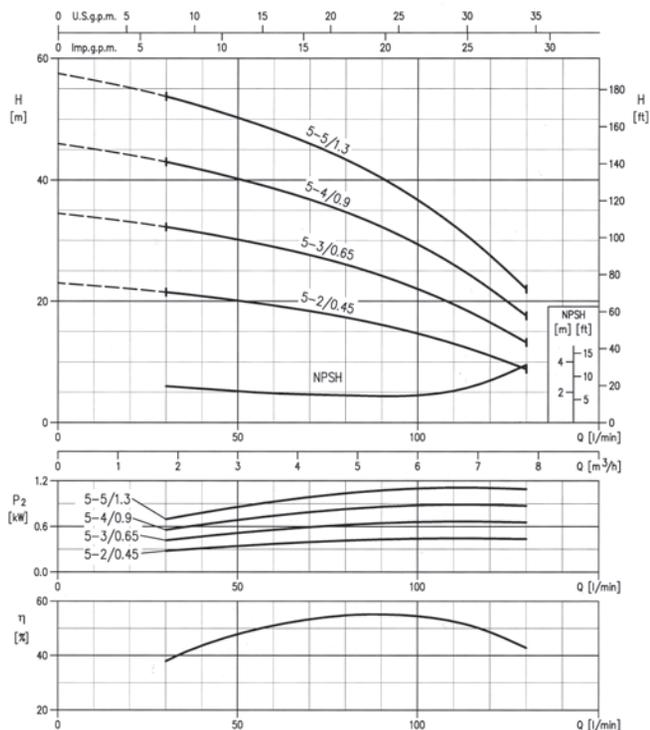
www.ebara.es

# VELOCIDAD FIJA / VARIABLE

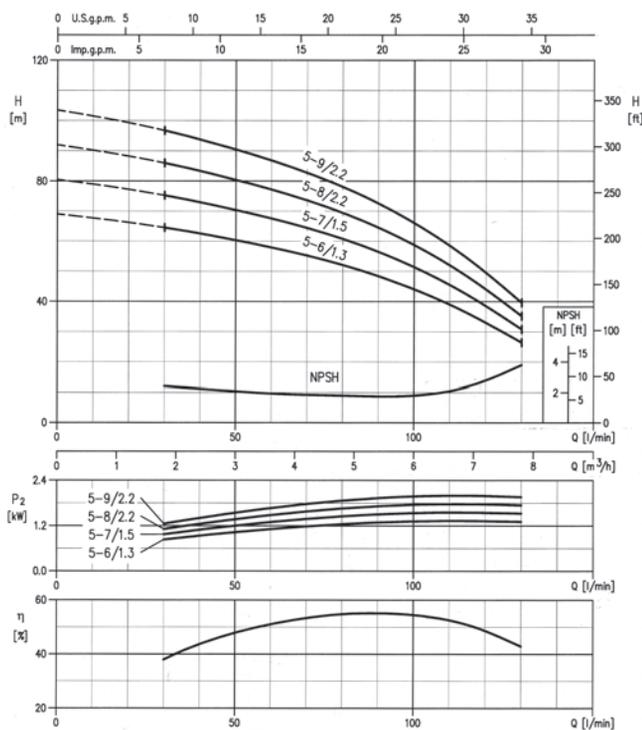
1 Bomba multietapa horizontal  
Tipo MATRIX  
Serie AP MATRIX-1 (VV)

## CURVAS DE CARACTERÍSTICAS - AP MATRIX-1 (VV) (según ISO 9906 / 2)

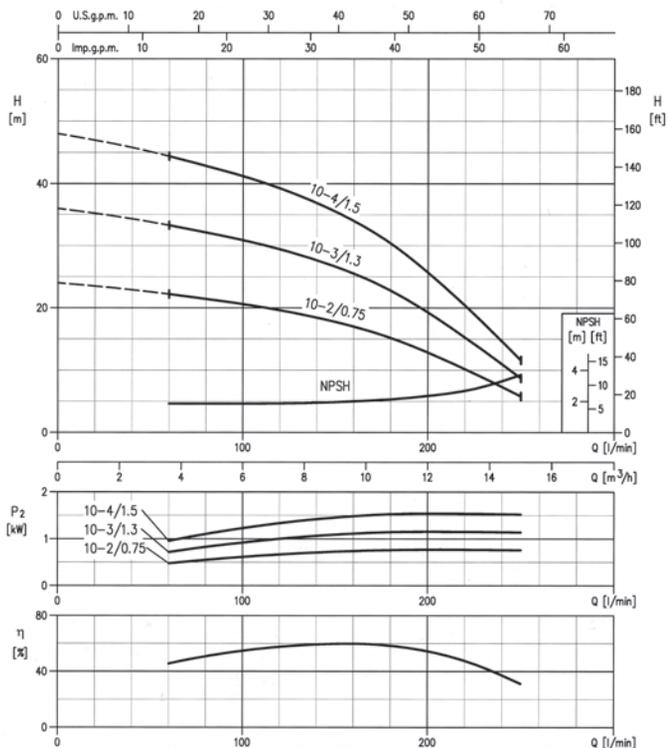
### MATRIX 5-2 / 5-3 / 5-4 / 5-5



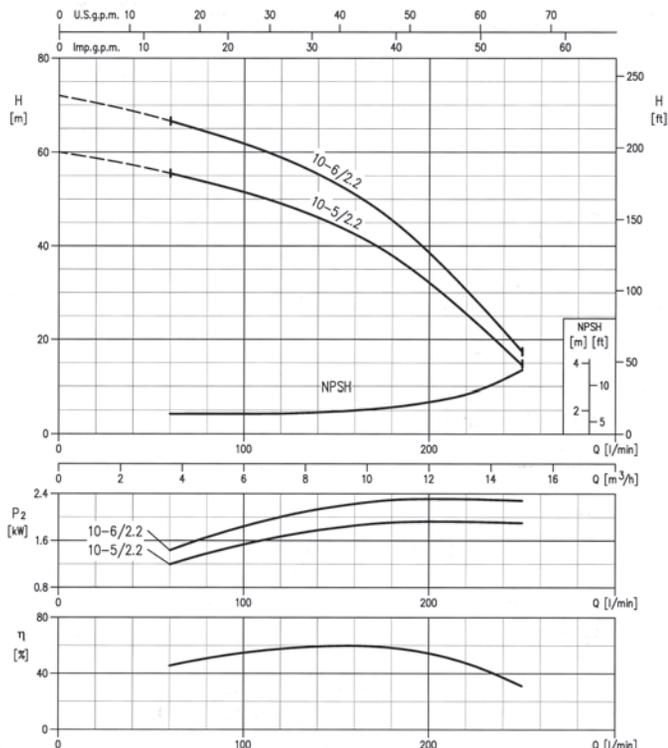
### MATRIX 5-6 / 5-7 / 5-8 / 5-9



### MATRIX 10-2 / 10-3 / 10-4



### MATRIX 10-5 / 10-6





EBARA

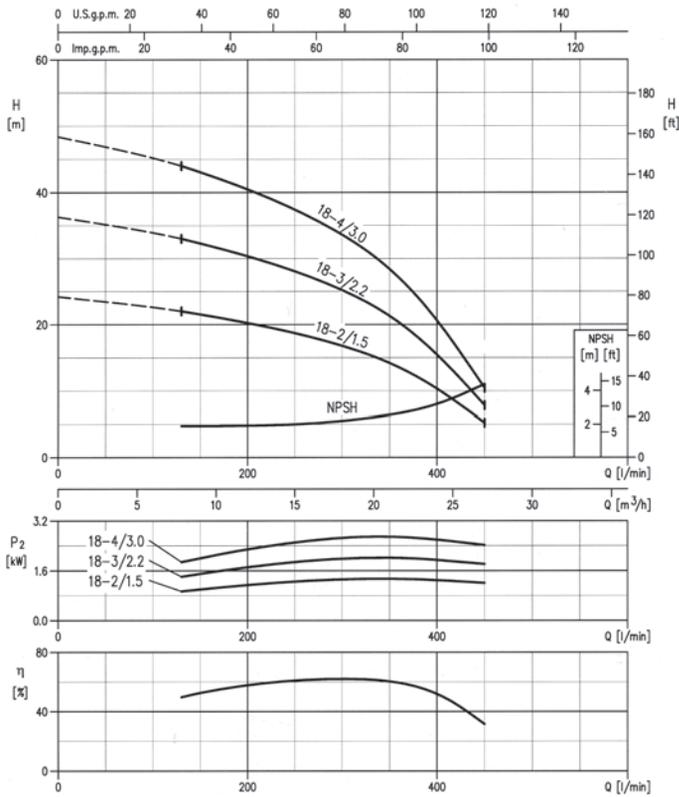
www.ebara.es

# VELOCIDAD FIJA / VARIABLE

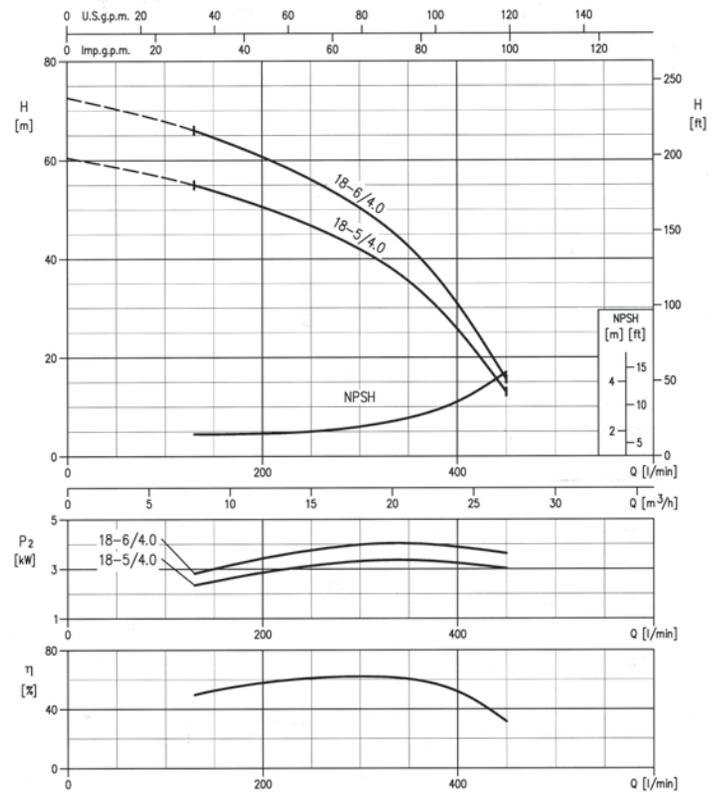
1 Bomba multietapa horizontal  
Tipo MATRIX  
Serie AP MATRIX-1 (VV)

## CURVAS DE CARACTERÍSTICAS - AP MATRIX-1 (VV) (según ISO 9906 / 2)

### MATRIX 18-2 / 18-3 / 18-4



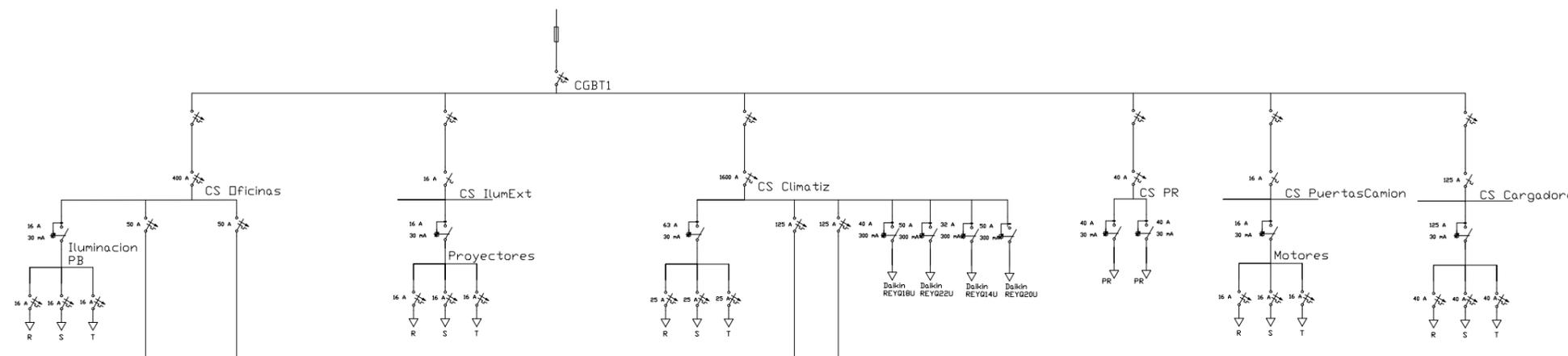
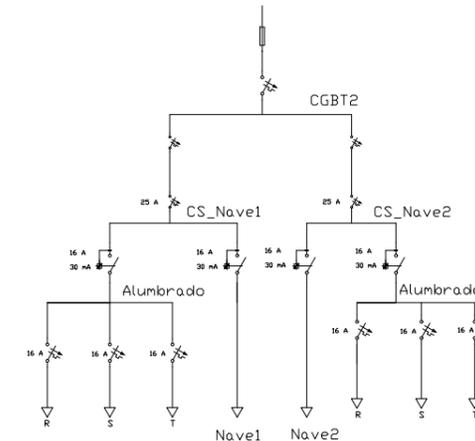
### MATRIX 18-5 / 18-6



# ***PLANOS***

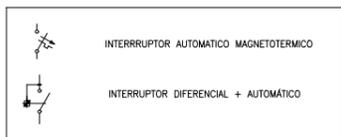
1. Unifilares sistema eléctrico de baja tensión
  - 2.1. Planta baja
  - 2.2. Primera planta
  - 2.3. Segunda planta
  - 2.4. Parcela
- 3.1. Sistema de fontanería planta baja
- 3.2. Sistema de fontanería primera y segunda planta
- 4.1. Sistema de climatización planta baja
- 4.2. Sistema de climatización primera planta
- 4.3. Sistema de climatización segunda planta

Circuito nº	1	2	3	4	5	6	8	9
Destino	CS Oficinas	CS IlumExt	CS Climatiz	CS PR	CS PuertasCamion	CS Cargadores	CS Nave 1	CS Nave 2
Potencia kW	76,80	3,81	270,00	17,22	2,65	40,99	284,24	284,24
Tensión V	400	400	400	400	400	400	400	400
F.d.p	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Intensidad A	371,00	16,57	1304,35	24,86	4,24	198,00	1235,82	1236,82
Tipo de Montaje	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C	Tipo C
Sección mm²	3x120+1x120+70TT	3x6+1x6+6TT	3x6+1x6+6TT	3x35+1x35+35TT	3x6+1x6+6TT	3x70+1x70+35TT	5x(3x120+1x120+70TT)	5x(3x120+1x120+70TT)
Longitud	75	75	75	5	5	225	76	2
Caida de tensión %	3,7500	1,6090	4,2400	0,0130	0,0720	1,6900	1,4220	0,0370

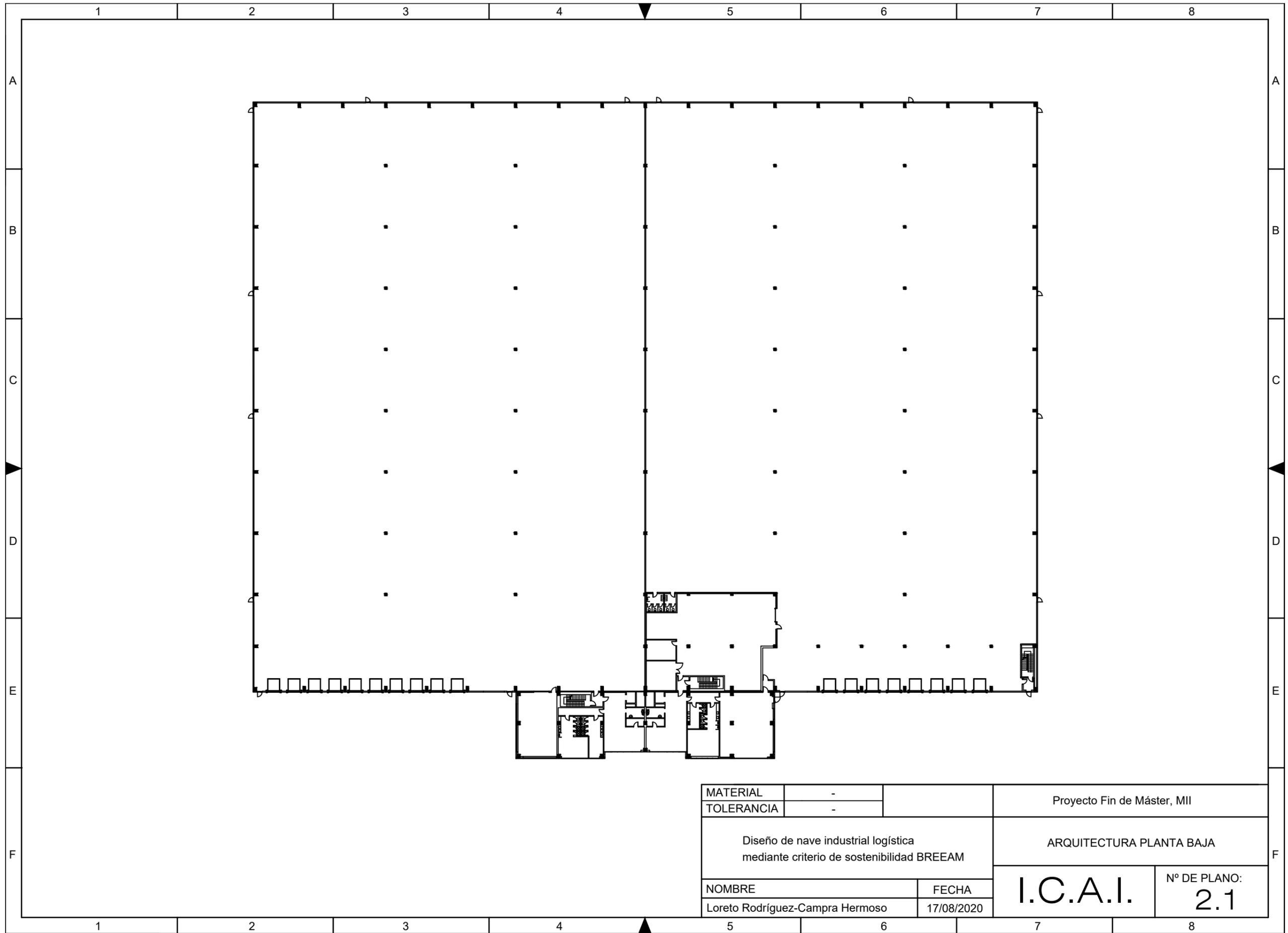


Circuito	11	12
Destino	CS_P1	CS_P2
Potencia kW	28,81	47,35
Tensión V	400	400
F.d.p	0,90	0,90
Intensidad A	38,34	63,91
Tipo de Montaje	Tipo C	Tipo C
Sección mm²	35	35
Longitud	6	10
Caida de tensión %	0,37	0,104

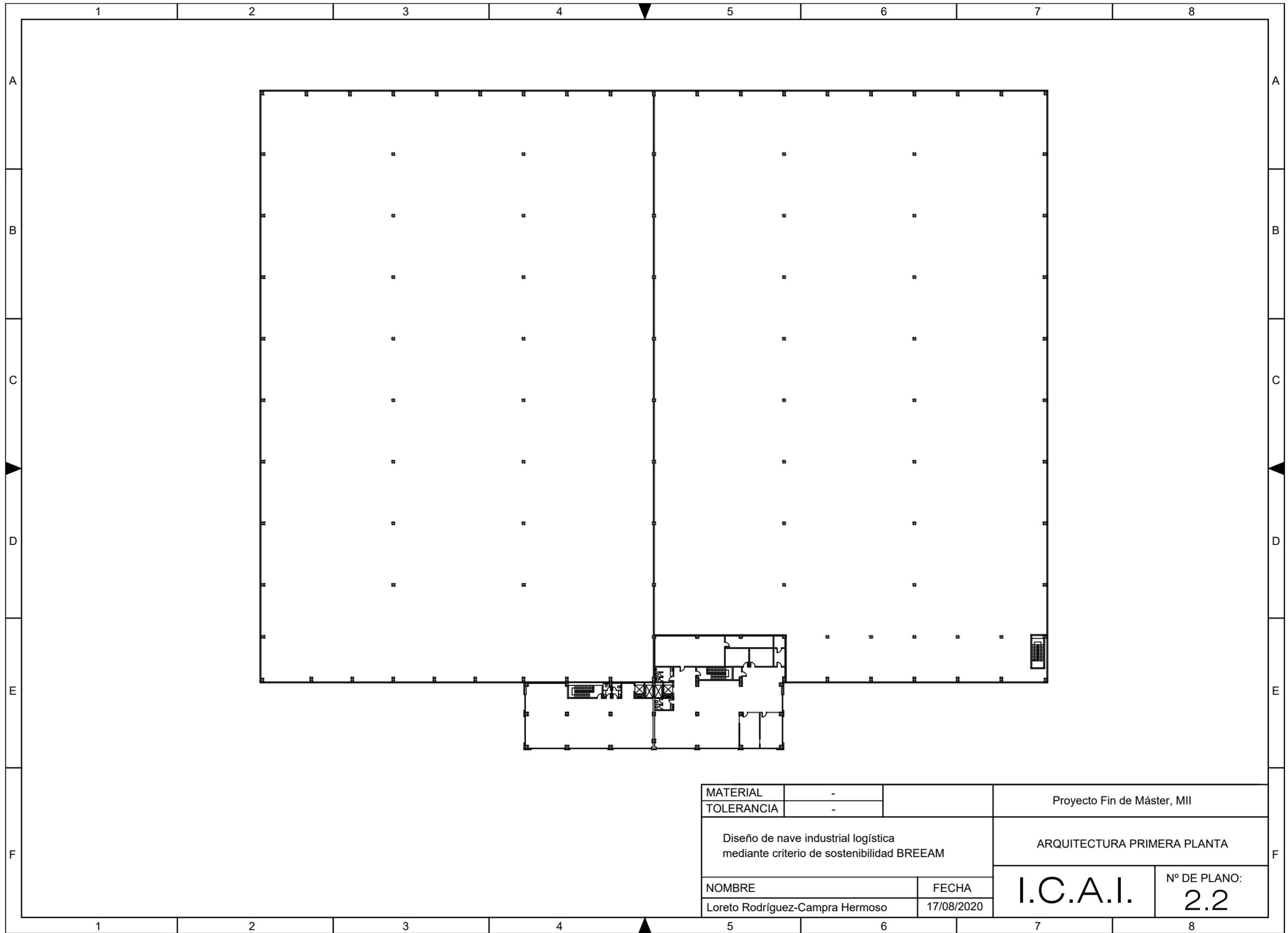
Circuito	11	12
Destino	CS_P1	CS_P2
Potencia kW	415,69	20,78
Tensión V	400	400
F.d.p	0,90	0,90
Intensidad A	666,67	33,33
Tipo de Montaje	Tipo B2	Tipo B2
Sección mm²	240	6
Longitud	-	-
Caida de tensión %	-	-



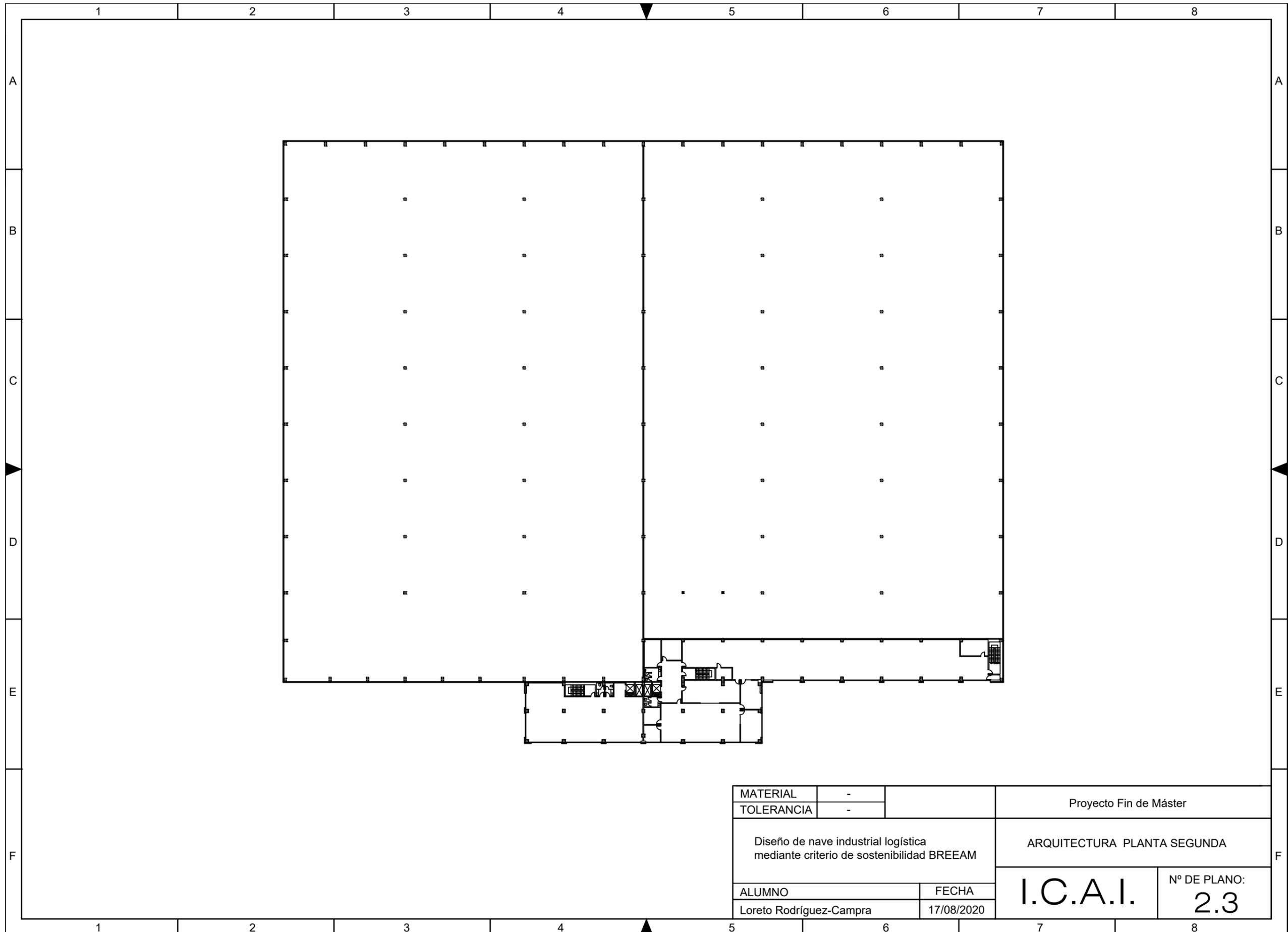
MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster MII	
TOLERANCIA	-	UNIFILARES SISTEMA ELÉCTRICO	
Diseño de nave industrial logística mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		<b>I.C.A.I.</b>	Nº DE PLANO: <b>1</b>
ALUMNO	FECHA		
Loreto Rodríguez-Campra	17/08/2020		



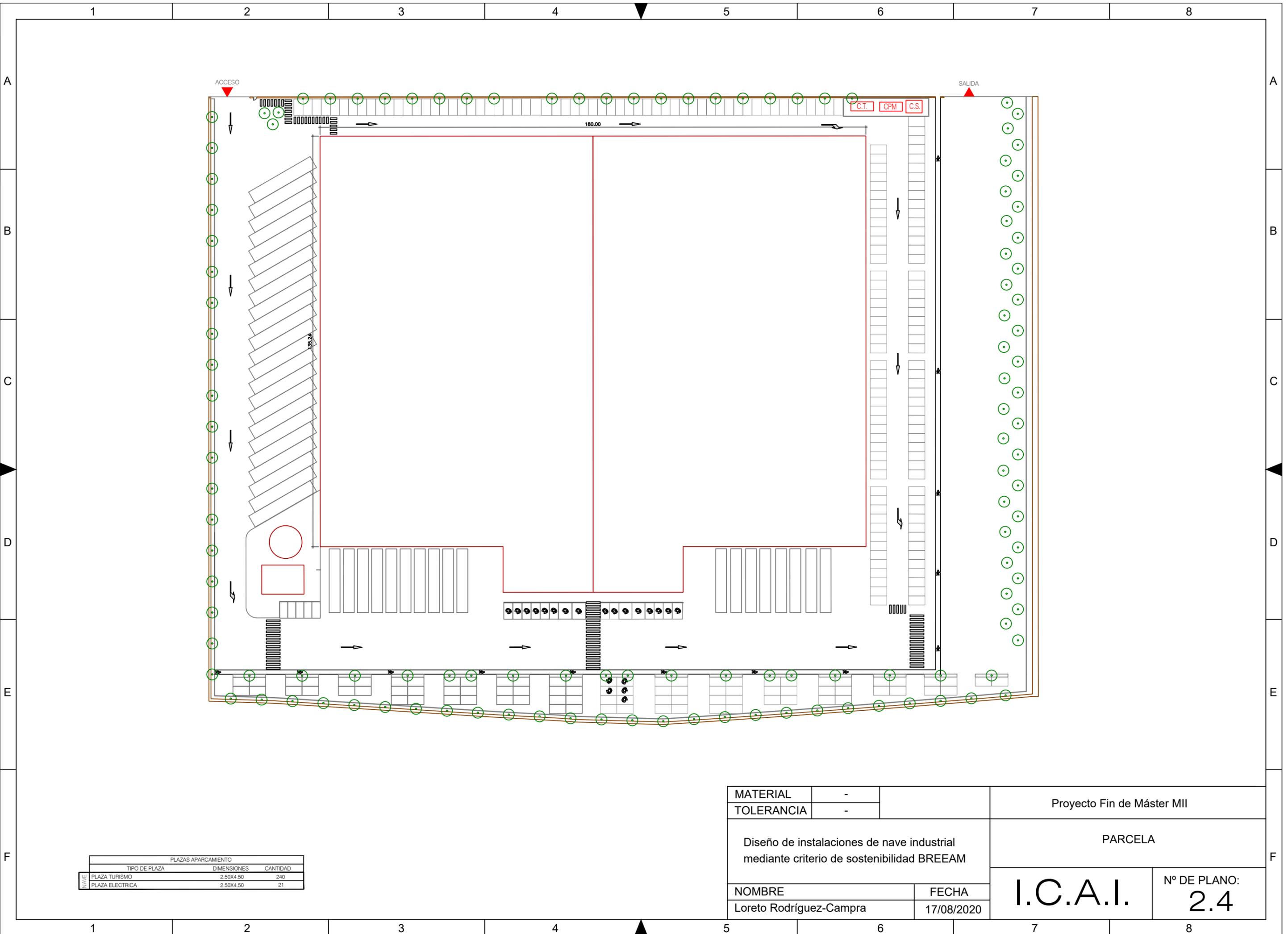
MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster, MII	
TOLERANCIA	-	ARQUITECTURA PLANTA BAJA	
Diseño de nave industrial logística mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		<b>I.C.A.I.</b>	Nº DE PLANO: <b>2.1</b>
NOMBRE	FECHA		
Loreto Rodríguez-Campra Hermoso	17/08/2020		



MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster, MII
TOLERANCIA	-	
Diseño de nave industrial logística mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		ARQUITECTURA PRIMERA PLANTA
NOMBRE	FECHA	I.C.A.I. N° DE PLANO: 2.2
Loreto Rodríguez-Campra Hermoso	17/08/2020	



MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster	
TOLERANCIA	-	ARQUITECTURA PLANTA SEGUNDA	
Diseño de nave industrial logística mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		I.C.A.I.	Nº DE PLANO:
ALUMNO	FECHA		2.3
Loreto Rodríguez-Campra	17/08/2020		

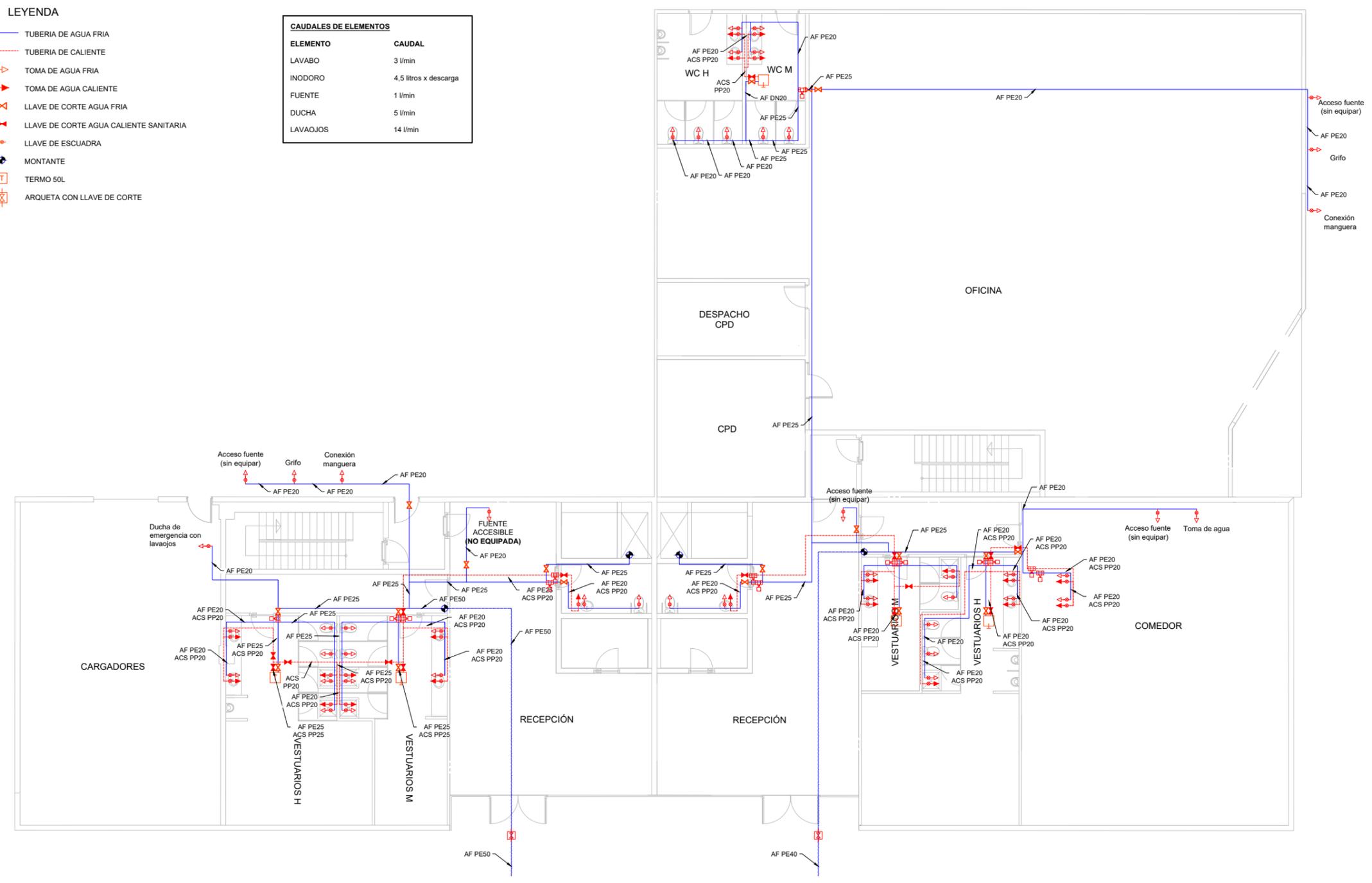


PLAZAS APARCAMIENTO			
TIPO DE PLAZA	DIMENSIONES	CANTIDAD	
PLAZA TURISMO	2.50x4.50	240	
PLAZA ELECTRICA	2.50x4.50	21	

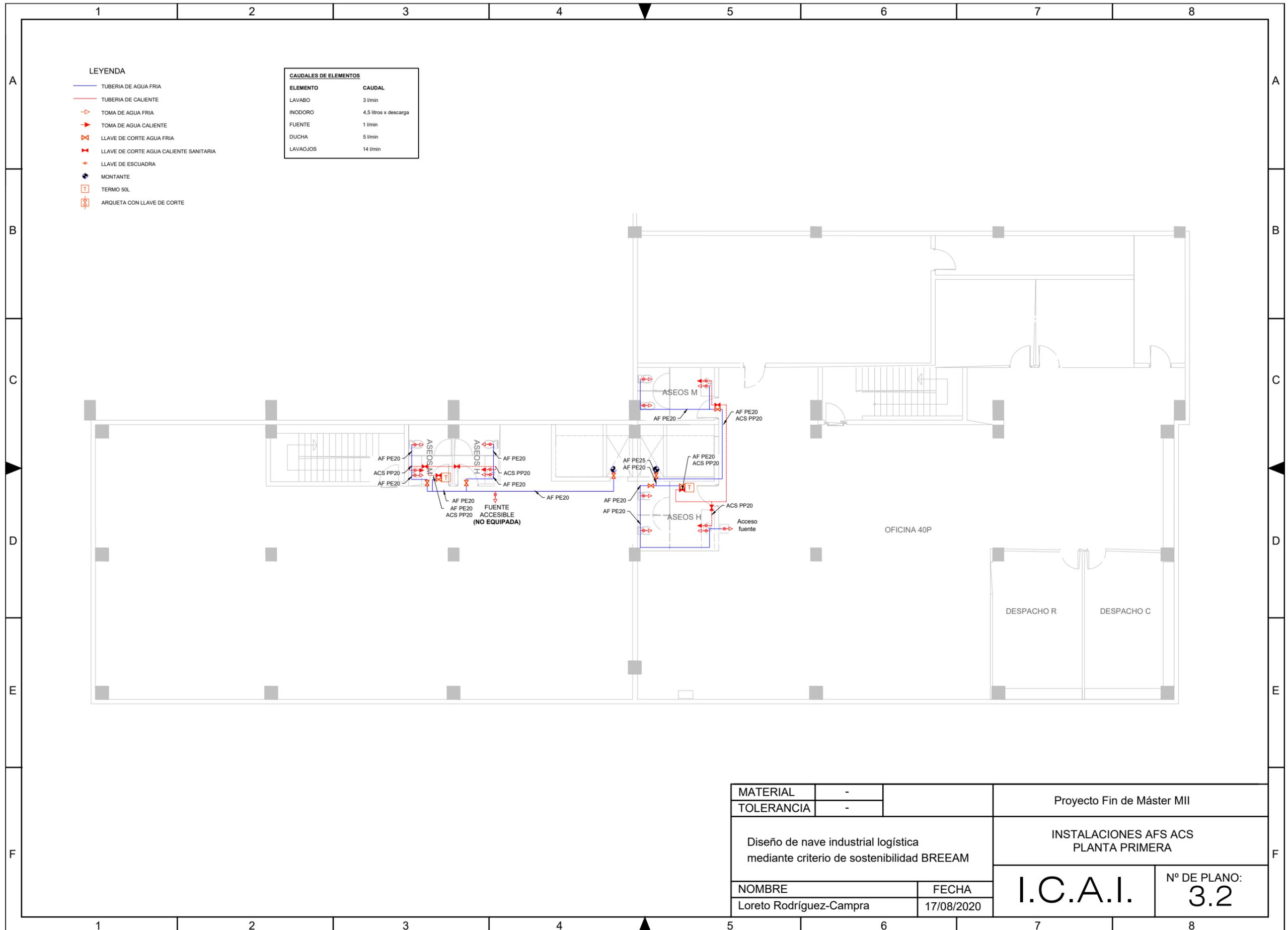
MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster MII	
TOLERANCIA	-	PARCELA	
Diseño de instalaciones de nave industrial mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 2.4
NOMBRE	FECHA		
Loreto Rodríguez-Campra	17/08/2020		

- LEYENDA**
- TUBERIA DE AGUA FRIA
  - - - TUBERIA DE CALIENTE
  - ▶ TOMA DE AGUA FRIA
  - ▶ TOMA DE AGUA CALIENTE
  - ✂ LLAVE DE CORTE AGUA FRIA
  - ✂ LLAVE DE CORTE AGUA CALIENTE SANITARIA
  - ✂ LLAVE DE ESCUADRA
  - ⊕ MONTANTE
  - T TERMO 50L
  - X ARQUETA CON LLAVE DE CORTE

CAUDALES DE ELEMENTOS	
ELEMENTO	CAUDAL
LAVABO	3 l/min
INODORO	4,5 litros x descarga
FUENTE	1 l/min
DUCHA	5 l/min
LAVAQJOS	14 l/min



MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster MII	
TOLERANCIA	-		
Diseño de nave industrial logística mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		INSTALACIONES AFS ACS PLANTA BAJA	
		I.C.A.I.	Nº DE PLANO: <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">3.1</span>
NOMBRE	FECHA		
Loreto Rodríguez-Campra	17/08/2020		

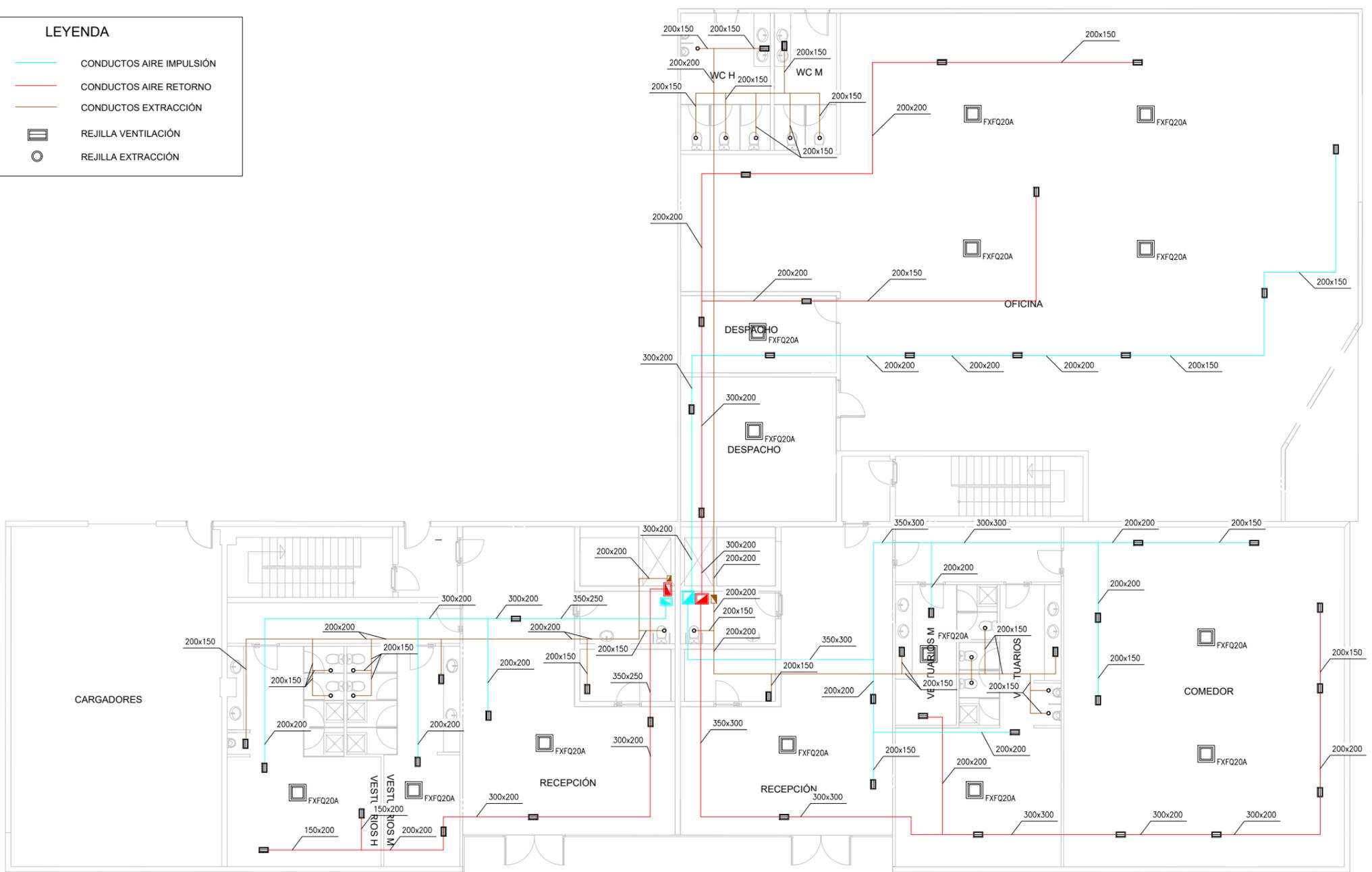


- LEYENDA**
- TUBERIA DE AGUA FRIA
  - TUBERIA DE CALIENTE
  - ⇨ TOMA DE AGUA FRIA
  - ⇨ TOMA DE AGUA CALIENTE
  - ✕ LLAVE DE CORTE AGUA FRIA
  - ✕ LLAVE DE CORTE AGUA CALIENTE SANITARIA
  - ✕ LLAVE DE ESCUADRA
  - MONTANTE
  - T TERMO 50L
  - X ARQUETA CON LLAVE DE CORTE

CAUDALES DE ELEMENTOS	
ELEMENTO	CAUDAL
LAVABO	3 l/min
INODORO	4,5 litros x descarga
FUENTE	1 l/min
DUCHA	5 l/min
LAVAJOS	14 l/min

MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster MII	
TOLERANCIA	-		
Diseño de nave industrial logística mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		INSTALACIONES AFS ACS PLANTA PRIMERA	
NOMBRE	FECHA	I.C.A.I.	Nº DE PLANO: <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">3.2</span>
Loreto Rodríguez-Campra	17/08/2020		

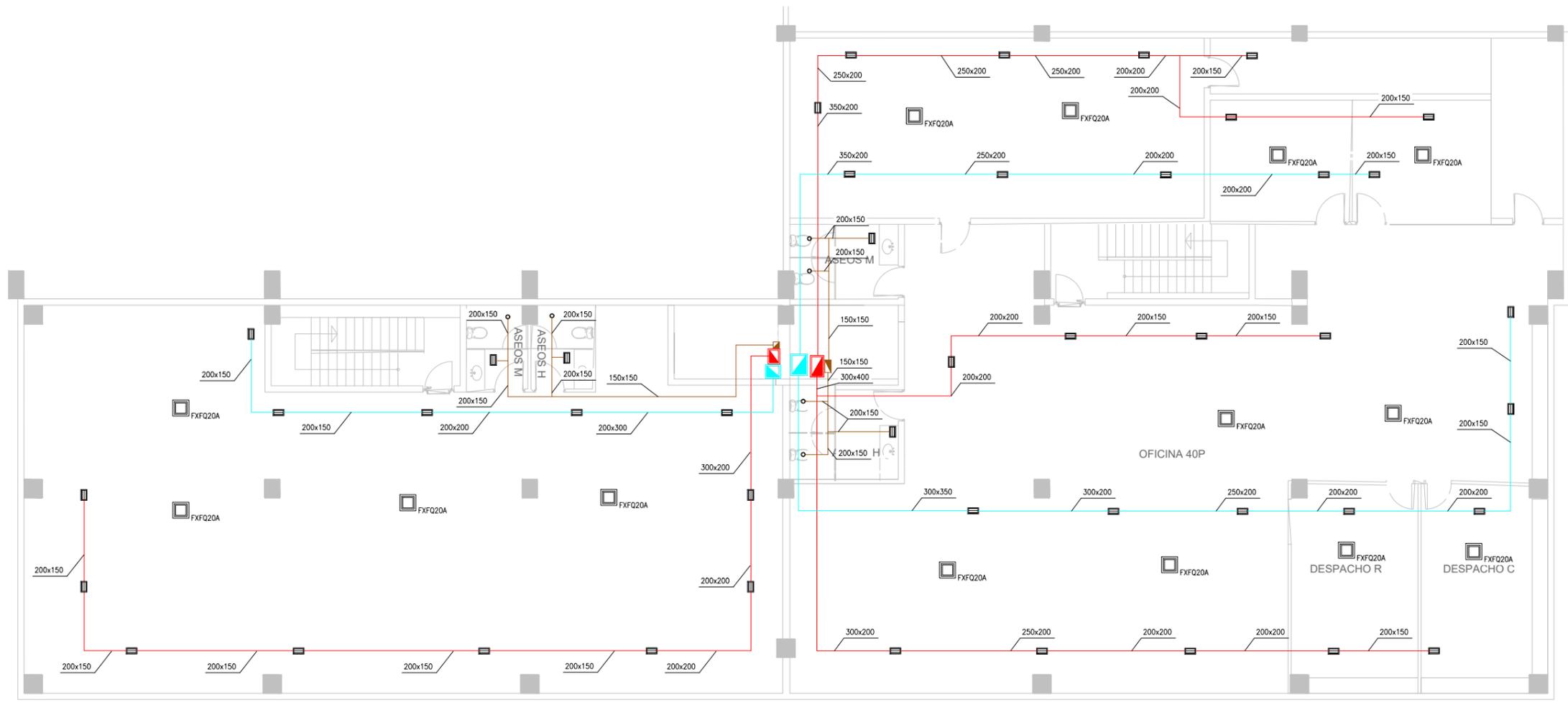
LEYENDA	
	CONDUCTOS AIRE IMPULSIÓN
	CONDUCTOS AIRE RETORNO
	CONDUCTOS EXTRACCIÓN
	REJILLA VENTILACIÓN
	REJILLA EXTRACCIÓN



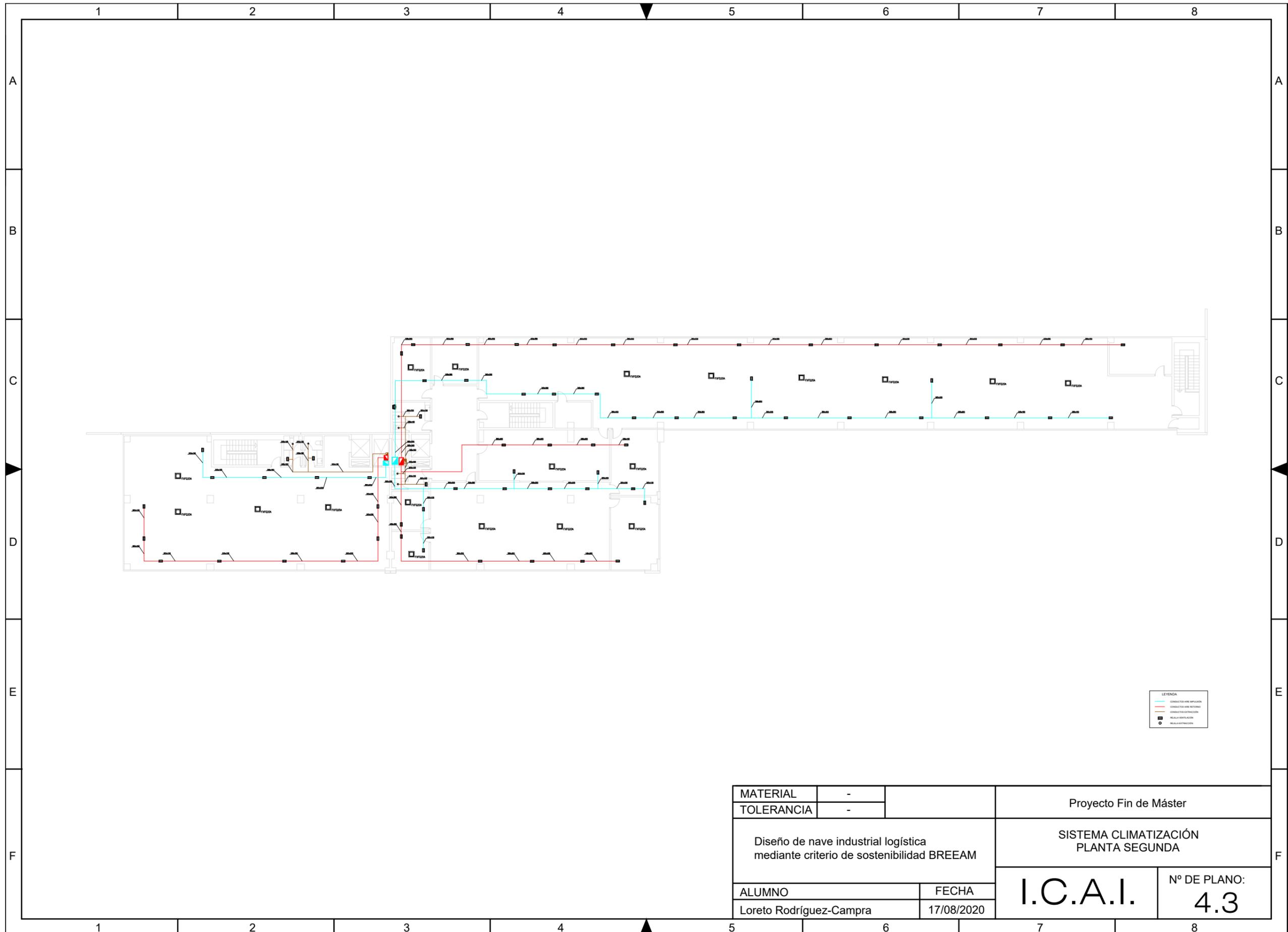
MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster MII	
TOLERANCIA	-		
Diseño de nave industrial logística mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA	
NOMBRE	FECHA	I.C.A.I.	Nº DE PLANO: 4.1
Loreto Rodríguez-Campra	17/08/2020		

**LEYENDA**

	CONDUCTOS AIRE IMPULSIÓN
	CONDUCTOS AIRE RETORNO
	CONDUCTOS EXTRACCIÓN
	REJILLA VENTILACIÓN
	REJILLA EXTRACCIÓN



MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster MII	
TOLERANCIA	-	SISTEMA CLIMATIZACIÓN PLANTA PRIMERA	
Diseño de nave industrial logística mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		<b>I.C.A.I.</b>	Nº DE PLANO: <b>4.2</b>
NOMBRE	FECHA		
Loreto Rodríguez-Campra	17/08/2020		



LEYENDA	
<span style="color: red;">—</span>	CONDUCTOS AIRE REFRIGERADO
<span style="color: blue;">—</span>	CONDUCTOS AIRE RETORNO
<span style="color: black;">—</span>	CONDUCTOS EXTRACCION
■	REJILLA DIFUSION
○	REJILLA EXTRACCION

MATERIAL	-	Proyecto Fin de Máster
TOLERANCIA	-	
Diseño de nave industrial logística mediante criterio de sostenibilidad BREEAM		SISTEMA CLIMATIZACIÓN PLANTA SEGUNDA
ALUMNO	FECHA	I.C.A.I. N° DE PLANO: <b>4.3</b>
Loreto Rodríguez-Campra	17/08/2020	